

INTERCEPTAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PELAS COPAS EM *Pinus halepensis* Mill - ALBACETE - ESPANHA

VALDEMIR ANTONIO RODRIGUES¹; JOSE MARIA TARJUELO²; MANUEL ESTEBAN LUCAS-BORJA²; ANTONIO RUIZ CANALES³ E RODRIGO MÁXIMO SÁNCHEZ-ROMÁN¹

⁽¹⁾ Professores da Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista. FCA - UNESP. Botucatu - São Paulo – Brasil, valdemirrodriques@fca.unesp.br, rmsroman@fca.unesp.br

⁽²⁾ Professores da Escuela Superior de Ingeniería Agrícola - Universidad Castilla La Mancha. UCLM. Albacete. Espanha, jose.tarjuelo@uclm.es; manuelesteban.lucas@uclm.es

⁽³⁾ Professor da Escuela Politécnica Superior de Orihuela - Universidad Miguel Hernández de Elche. UMH. Orihuela Espanha, aruizcanales@gmail.com

1 RESUMO

Os processos hidrológicos são fundamentais no entendimento da redistribuição da água no ecossistema florestal. Os objetivos do trabalho foram avaliar a precipitação, interceptação pelas copas, a precipitação efetiva, infiltração da água no solo, escoamento superficial e carregamento de sedimentos do solo. Os estudos foram realizados no ano hídrico (2014/2015), com *Pinus halepensis* de 32 anos de idade, situado no Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) na Universidad Castilla de La Mancha, em Albacete – Espanha. As avaliações da redistribuição das precipitações foram feitas utilizando 03 pluviômetros externo e 64 sob o dossel das copas das árvores, interceptômetro de tronco e infiltrômetro no solo. Em dados médios as precipitações foram de 329,2mm, a precipitação efetiva de 229,6mm e a interceptação pelas copas de 30%, sendo 70% da precipitação que atinge o solo. Houve alta capacidade de infiltração de 66,4% com baixo escoamento superficial de 10,9mm e, sedimentos de solos carregados de 5,3 ton/ha/ano. Conclui-se que com baixa intensidade de precipitação ocorreu alta interceptação pelas copas, diminuição da precipitação efetiva e infiltração total da água no solo. Já com alta intensidade de precipitação ocorreu diminuição da interceptação e aumento da precipitação efetiva, com infiltração de água no solo de 218,7 mm/ano, o que contribui notavelmente com o reabastecimento da água subterrânea.

Palavras-chave: *Pinus halepensis*, precipitação, precipitação interna, interceptação pelas copas.

RODRIGUES, V. A.; TARJUELO, J. M.; LUCAS-BORJA, M. E.;
RUIZ CANALES, A.; ROMÁN, R. M. S.

EVALUATION OF PRECIPITATION, THROUGHFALL AND INTERCEPTION
BY CANOPIES TREES IN *Pinus halepensis* - ALBACETE - SPAIN

2 ABSTRACT

Hydrological processes are essential in understanding the redistribution of water in the forest ecosystem. The objectives were to evaluate the precipitation, interception by canopies, the

effective rainfall, water infiltration, runoff and carrying of soil sediment. The studies were conducted in the water year 2014/2015, with *Pinus halepensis* Mill 32 years old, located in the Regional Centre de Estudios del Agua (CREA) at the Universidad de Castilla La Mancha in Albacete - Spain. Assessments of redistribution of precipitation were made using 03 external and 64 rain gauges under the canopy of the trees, trunk interceptômetro and infiltrômetro on the ground. Data on average precipitation were 329,2mm, effective precipitation 229,6mm and the intercepting the tops of 30% and 70% of the precipitation that hits the ground. There was a high 66.4% of infiltration capacity with low runoff 10,9mm with carrying of 5,3 ton/ha/year. It is concluded that low intensity of precipitation was high intercept the tops, decreased effective precipitation and the total water infiltration into the soil. Already with high intensity, rainfall occurred decreased interception and increasing effective rainfall, water infiltration into the soil of 218.7 mm/year, which contributes significantly to the replenishment of groundwater.

Keywords: *Pinus halepensis*, precipitation, throughfall, interception by canopies trees.

3 INTRODUÇÃO

Os estudos sobre interceptação da precipitação em povoamentos florestais tem uma importância fundamental na compreensão do papel das árvores nos processos hidrológicos e do balanço-hídrico e sua aplicação no manejo florestal. Os tratamentos silviculturais com a poda e o desbaste são as principais ferramentas para se conseguir um equilíbrio entre os benefícios da retenção de precipitação pelas copas e controle de processos erosivos, com o aumento da precipitação interna, ambos neste paradoxo, visando à conservação do solo e da água nas microbacias.

A interceptação de precipitação por cobertura vegetal é um dos principais componentes do balanço hídrico em ecossistemas florestais (Alonso, et al 2010). ARCOVA et al., (2003) relatam que o ciclo hidrológico de uma microbacia hidrográfica, interfere no movimento da água em vários compartimentos do sistema, inclusive nas saídas para a atmosfera e rios. Uma das principais influências da floresta ocorre no recebimento das chuvas pelas copas das árvores, quando se dá o fracionamento da água, onde parte é retida pela massa vegetal, processo denominado de interceptação, e em seguida evaporada para a atmosfera. Na cobertura do solo com florestas ocorrem maiores perdas de água para a atmosfera quando comparados com áreas de prados e pastagens (Bosch e Hewlett, 1982) é o resultado do aumento da interceptação da precipitação pelas copas (Calder, 1990). Os conhecimentos dos processos de interceptação em zonas mediterrânicas ameaçadas pelas mudanças climáticas e variações das condições meteorológicas são de interesse científico (Llorens et al. 1997).

A interceptação da chuva pelas copas é obtida pela diferença entre as precipitações total a céu aberto e efetiva que atinge o piso florestal (HERWITZ & SLYE, 1995), sendo caracterizada pela dimensão da chuva, em termos de intensidade e tipo, e pela arquitetura da copa, importante na proteção dos solos contra o impacto direto das gotas (XIAO et al., 2000). A interceptação pelas copas é um fator de grande importância que regula a quantidade de água da precipitação efetiva que chega ao solo. As precipitações com aportes inferiores a 20 mm, descontinuas e de baixa intensidade, permitem alta interceptação porque a chuva é retida quase que totalmente pelas copas e exposta por um maior tempo para evaporar, de acordo com Huber e Oyarzun (1983). Alonso et al. (2010) afirmam que a interceptação pelas copas variou entre 22 e 31% da precipitação anual obtidos através dos processos de modelação com

Índice de área foliar (LAI) em reflorestamento de eucalipto realizados pela Universidade da República.

Em floresta de *Pinus sylvestris* var. *mongolica* no nordeste da China (LI et al. 2015) observaram que 71,42%, 5,7%, 22,08% da precipitação respectivamente, foram de precipitação interna, escoamento pelo tronco e interceptação pelas copas. ZHANG et al. (2015) em estudos com arbustos xerófitas utilizados na re-vegetação de áreas áridas de deserto, noroeste da China, observaram que 74,31%, 8,99% e 16,70% da precipitação bruta incidente, respectivamente, foram de precipitação interna, escoamento pelo tronco e interceptação pelas copas. Em estudos de interceptação das chuvas pelas copas em uma plantação de *Pinus sylvestris*, na bacia de Candelario, região centro-oeste de Espanha, SANTA REGINA, et al (1989) observaram que em dados médios anuais 91% atinge o piso florestal e 9% são interceptados pelas copas. O retorno de bioelementos ao solo ocorre em sua maioria pela precipitação interna, exceto para o cobre que, 60%, ocorre através do escoamento pelo tronco. GÊNOVA et al. (2007) concluíram que algumas características estruturais e ecológicas do dossel exercem influência sobre os processos hidrológicos em plantios de recuperação da mata ciliar; bem como maior interceptação e menor umidade do solo tendem a ocorrer em florestas perenifólias, especialmente naquelas com alta densidade de árvores.

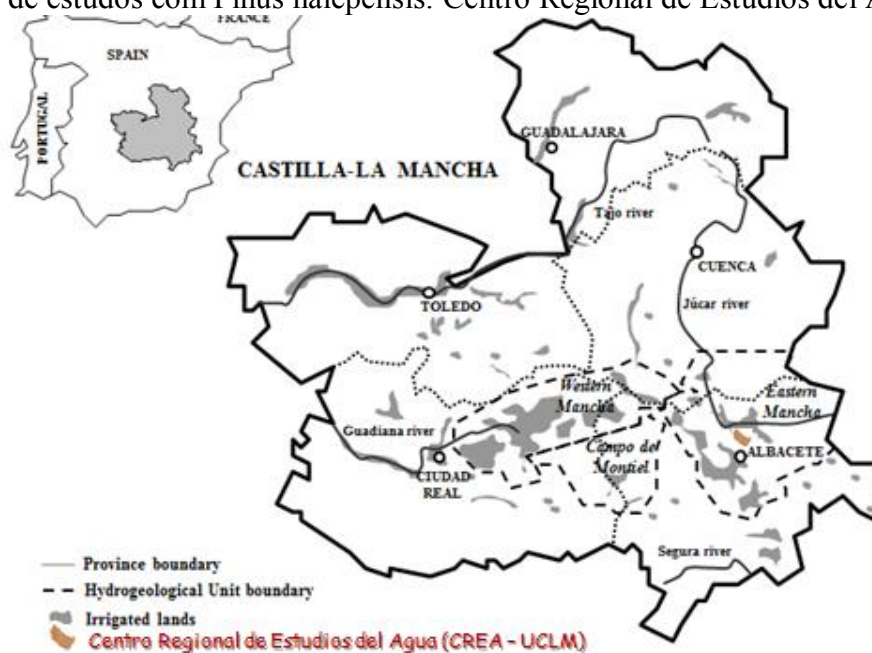
Além da interceptação pelas copas, outros aspectos importantes a serem considerados são as precipitações totais externas e internas, e o escoamento pelo tronco. A precipitação total é a quantidade de chuva medida acima das copas ou diretamente ao chão, em terreno aberto adjacente à floresta. A precipitação interna é a chuva que atravessa o dossel florestal, e o escoamento pelo tronco é a água da chuva que, depois de retida na copa, escoam pelos troncos em direção à superfície (MOLCHANOV, 1971; LIMA, 1976; XIAO et al., 1998). Os trabalhos foram realizados em uma área plana com *Pinus halepensis*, (pino de Alepo o pino carrasco) em Albacete – Espanha. É uma espécie arbórea da família das pináceas, género *Pinus*. Árvore originária da região mediterrânea, tanto norte como sul. O nome científico da espécie vem do nome da cidade síria de Alepo. Com base no exposto, este estudo tem como objetivos quantificar os processos hidrológicos: precipitação externa (P) interna (PI), efetiva (PE), escoamento pelos troncos (Et) e interceptação pelas copas (Ic) em *Pinus halepensis*, avaliar a infiltração escoamento, sedimentação e a redistribuição da água no sistema.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização da área de estudos

Os estudos foram realizados em eventos chuvosos no ano hídrico (2014/2015), em um bosque de *Pinus halepensis*, de 32 anos de idade, situado no Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) na Universidad Castilla de La Mancha, em Albacete – Espanha. As coordenadas geográficas: 38° 57' 33,17" N de latitude e 1° 52' 45,87" N de longitude, altitude de 695 metros. As coordenadas UTM: x = 597.091,04 e y = 4.312.847,60 metros.

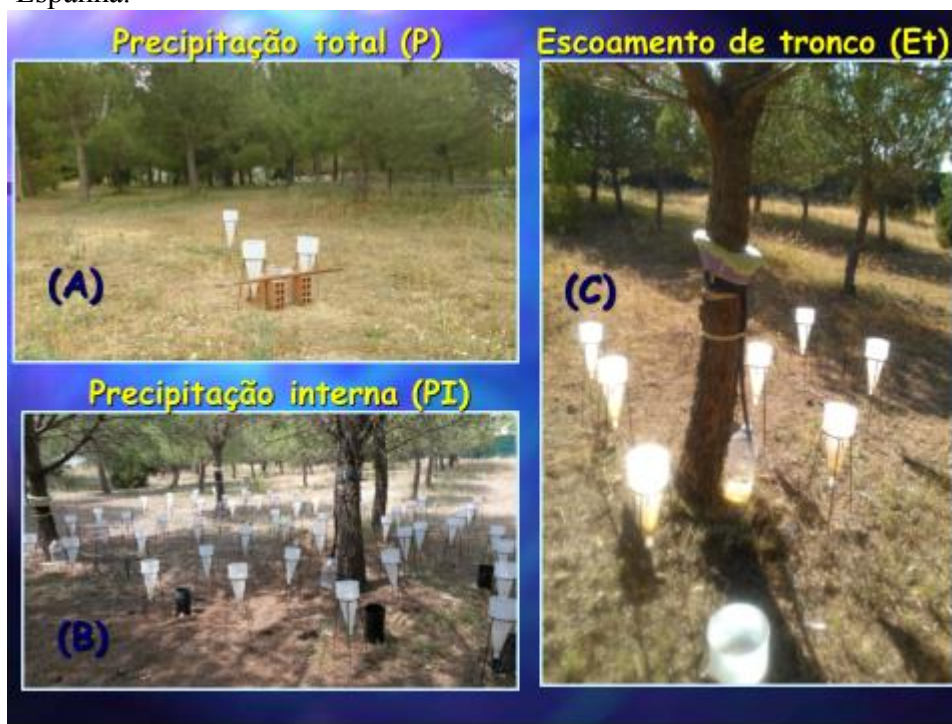
Figura 1. Área de estudos com *Pinus halepensis*: Centro Regional de Estudios del Agua.



As consultas dos dados climatológicos foram obtidas do site do (SIAR) Servicio Integral de Asesoramento ao Regante da Estación Meteorológica de Albacete – Espanha. As temperaturas médias mínima variam de (-9,6 a 10,5)°C e máxima (16,1 a 36,6)°C, e precipitação anual é de 329,2mm (SIAR, 2015).

A precipitação pluviométrica (P) total foi quantificada de uma média aritmética de três pluviômetros instalados próximos ao bosque, conforme (Figura 2A). Procedimento: Em primeiro lugar se colocaram em torno das arvores, pluviômetros formando uma quadrícula separados 1 metro entre si. Os pluviômetros tem forma cilíndrica com um diâmetro de coleta de 16 cm e são colocados sobre suportes metálicos que assegura a horizontalidade. A continuação se mostra um plano da disposição da malha de pluviômetros para o ensaio. Os pluviômetros da precipitação interna (Figura 2B) e coletor de água do escoamento pelo tronco (Figura 2C) foram instalados no interior do bosque (Figura 2).

Figura 2. Pluviômetros de quantificação da precipitação total (P) precipitação interna (PI) e coletor de água do escoamento pelo tronco (Et) em *Pinus halepensis* – Albacete – Espanha.



A precipitação interna (PI) foi quantificada em sessenta e quatro pluviômetros, sob dossel, dezesseis sob cada uma das quatro árvores de *Pinus halepensis* (Figura 2B), e transformada em milímetros de chuva pela equação 1: $PI = \frac{V_{pi}}{A_p} 10$ sendo: PI = precipitação interna (mm); V_{pi} = volume de chuva coletado (cm^3); A_p = área do pluviômetro (cm^2).

O escoamento pelo tronco (Et) foi coletado e medido em cm^3 através de interceptômetro de tronco das árvores (Figura 2C), e transformado em milímetros de chuva pela equação 2: $Et = \frac{V_{et}}{A_c} 10$ sendo: Et = escoamento pelo tronco (mm); V_{et} = volume de chuva coletado pelo tronco (cm^3); A_c = área da copa (cm^2). Os coletores foram construídos com um molde de cartolina e preenchido com Poliuretano, instalados de forma a direcionar a água para um dreno com 2 cm de diâmetro. A água escoada para um tambor de 8 litros. O diâmetro interno dos coletores variou entre 67 a 77cm, conforme o diâmetro das árvores, selecionadas dentro da área experimental.

A soma da precipitação interna mais a água do escoamento pelo tronco forneceram a precipitação efetiva (PE) ocorrida no interior do fragmento, determinada pela equação 3: $PE = PI + Et$ sendo: PE = precipitação efetiva (mm); PI = precipitação interna (mm); Et = escoamento pelo tronco (mm).

A estimativa da interceptação (I_c) das chuvas pelas copas das árvores foi calculada utilizando as médias das precipitações totais e efetivas através da equação 4: $I_c = P - PE$ sendo: I_c = interceptação pelas copas (mm); PA = precipitação total média a céu aberto (mm); PE = precipitação efetiva (mm).

As medições da água das chuvas foram registradas de 01 de outubro de 2014 a 30 de setembro de 2015, totalizando 100 coletas. Os dados de precipitação total incidente (P),

precipitação interna (PI), escoamento pelo tronco (Et), precipitação efetiva (PE) e interceptação pela copa (Ic), foram submetidos a regressão linear.

4.2 Infiltração, escoamento superficial da água e sedimentos do solo

A infiltração da água no solo, escoamento superficial e carreamento de sedimentos do solo, foram quantificados em coletor de água denominado de infiltrômetro (Figura 3).

Figura 3. Infiltrômetro: infiltração da chuva, escoamento superficial e sedimentos do solo.



O infiltrômetro é uma parcela circular com área de 2827,44 cm² ou 0,2827 m², com saída de água em um recipiente, implantado três infiltrômetros sob dossel das árvores, utilizados para monitorar a água da precipitação interna que infiltra no solo e escoamento superficial, ambos em (mm) e carreamento de sedimentos do solo em gramas (g) e transformado em (kg/ha) e (ton/ha/ano).

A avaliação da degradação do solo foi realizada de acordo com a classificação realizada pela FAO; PENUMA; UNESCO (1981) que propõem diferentes graus de erosão hídrica do solo e, quando as perdas de solo são menores que 10 (ton/ha/ano) não ocorre erosão ou é muito baixa de acordo com a (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação da degradação dos solos em diferentes graus de erosão hídrica.

Perda de Solo (ton/ha/ano)	Grau de Erosão Hídrica Classificação
< 10	Nenhuma ou Baixa
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
> 200	Muito Alta

Fonte: FAO; PENUMA; UNESCO (1981)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos processos hidrológicos florestal incluem dados médios do ano hídrico de outubro de 2014 a setembro de 2015, com precipitação média anual de 329,2 mm em *Pinus halepensis* Mill, no Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) na Universidad Castilla de La Mancha - Albacete - Espanha. O comportamento dos processos da precipitação total, precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva e interceptação pelas copas, são avaliados durante o ano hídrico em estudo são apresentados na (tabela 2).

Tabela 2. Processos hidrológicos em *Pinus halepensis* Mill. Albacete - Espanha - 2015.

PH	P	PI	Et	PE	PE	IC	IC	Qds	IF	IF	Sd
Unid	mm	mm	Mm	mm	%	mm	%	mm	mm	%	ton/ha
Anual	329,2	221,4	8,2	229,6	70,0	99,6	30,0	10,9	218,7	66,4	5,3

PH = Processos hidrológicos, P = precipitação, PI = precipitação interna, PE = precipitação efetiva, Et = escoamento pelo tronco, IC = interceptação pelas copas, Qds = escoamento superficial, IF = infiltração, Sd = sedimentos do solo.

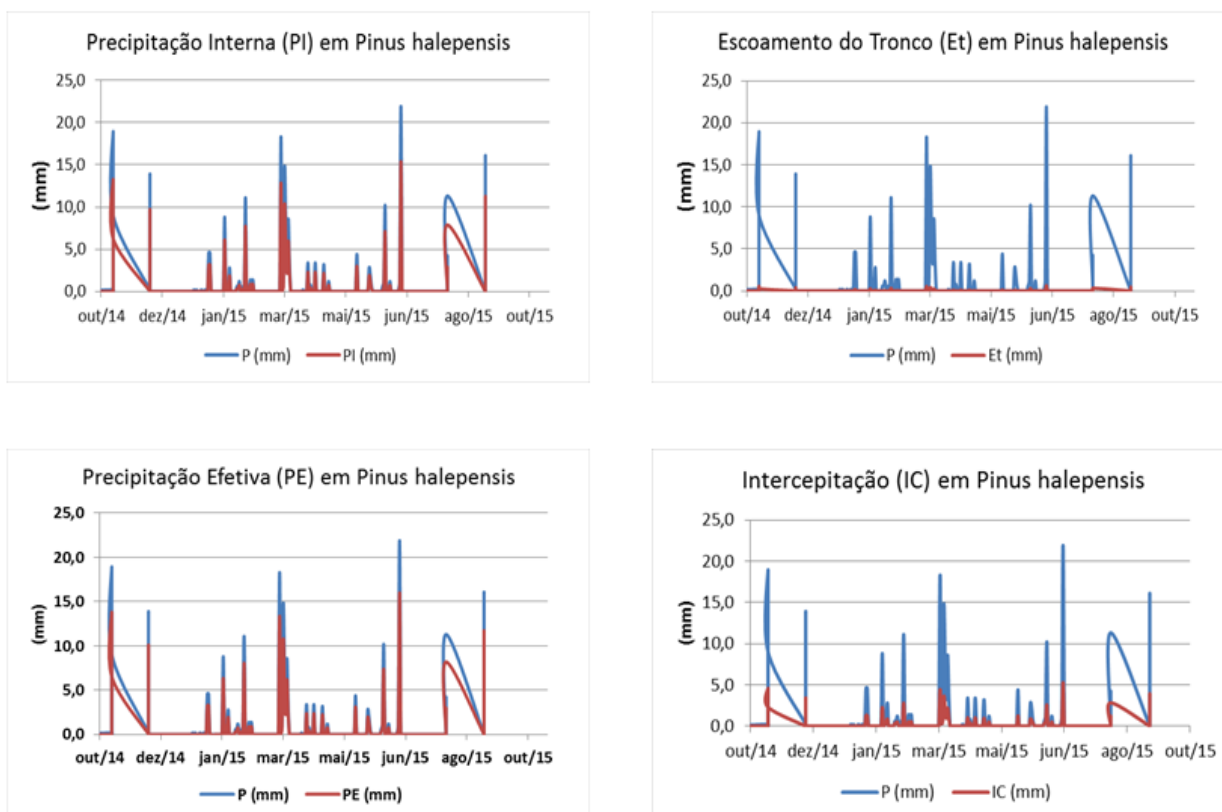
A precipitação que efetivamente atingiu o solo, em dados médios, foi de 70,0% onde consequentemente ocorreu uma infiltração da água no solo de 218,7 litros/m². Resultados semelhantes foram observados em estudos realizados na região sudeste do Brasil, onde a precipitação interna variou entre 70 a 80% da precipitação anual total de acordo com (LIMA & NICOLIELO, 1983; CICCIO et al., 1986/1988; FUJIEDA et al., 1997; RODRIGUES, 1999; ARCOVA et al., 2003; OLIVEIRA Jr. & DIAS, 2005).

O baixo escoamento superficial de (10,9) mm deve-se aos fatores de baixa declividade do terreno e da espessa camada orgânica formada pelas acículas em processo de decomposição. Contudo, o carregamento de sedimento de (5297 kg/ha) também foi baixo, em média de 5,3 ton/ha/ano (Tabela1). De acordo com a classificação da FAO; PENUMA; UNESCO (1981) não ocorreu degradação do solo por erosão hídrica, devido as perdas de solo ser menor que 10,0 ton/ha/ano.

O escoamento pelos troncos (Et) obtido em *Pinus halepensis* de 0,4 mm representou 3,28% da precipitação média (Tabela 1). O valor do Et é aparentemente pequeno, porém não deve ser negligenciado, pois tem importância no ciclo hidrológico por ser eficiente na reposição de água no solo, pois o volume de água recebido nas proximidades dos troncos chega a ser cinco vezes superior àquele recebido em áreas mais distantes (NÁVAR & BRYAN, 1990), além de atingir a superfície com baixa velocidade devido ao atrito com a casca dos vegetais, possibilitando infiltração e reduzir a incidência de escoamento superficial.

Assim como no presente trabalho realizado na Espanha, os valores observados para a quantificação do volume de água do escoamento pelo tronco, na região sudeste do Brasil, resultaram em pequenos valores, que variaram de 0,2% a 4,2% da precipitação anual a céu aberto (LIMA, 1976; CICCIO et al., 1988; FUJIEDA et al., 1997; OLIVEIRA Jr. & DIAS, 2005). Na figura 4 são apresentados o comportamento dos processos hidrológicos em *Pinus halepensis*.

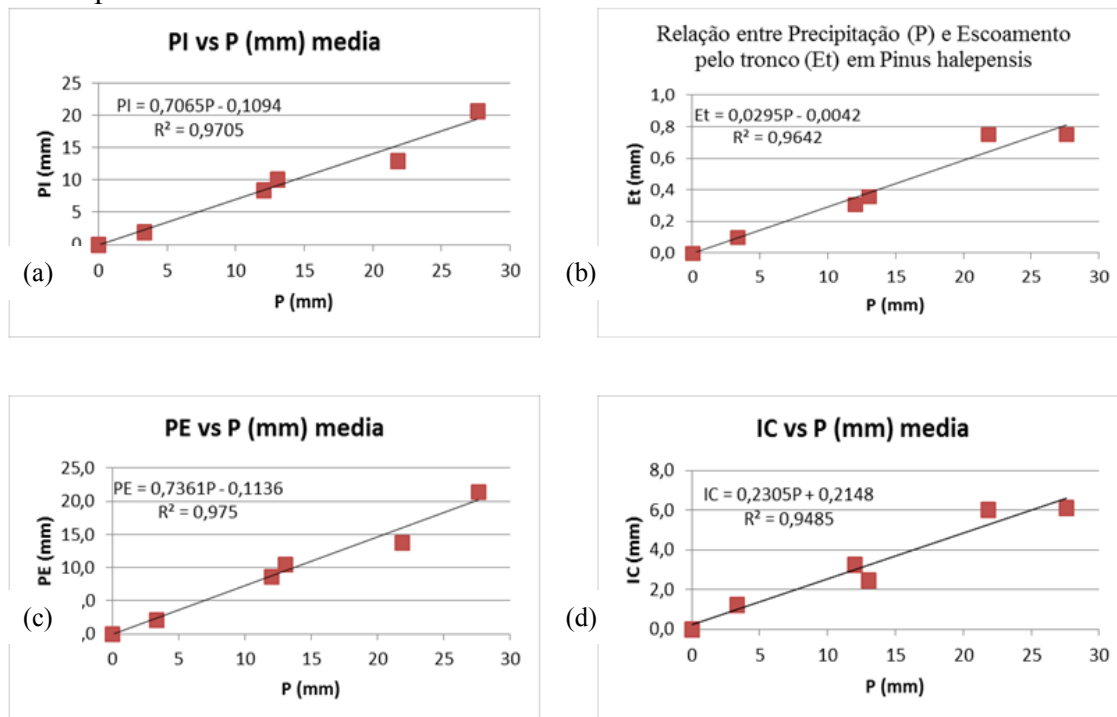
Figura 4. Comportamento dos processos hidrológicos do ano hídrico 2014/15, em *Pinus halepensis*, situado no Centro Regional de Estudios del Agua. Albacete – Espanha - 2015.



Os processos hidrológicos que ocorreram durante a precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva e interceptação pelas copas, resultaram respectivamente em: (221,4 – 8,2 – 229,6 – 99,6) mm/ano, representando respectivamente um percentual médio de: (67,3 – 2,5 – 70 – 30) % da precipitação total de 329,2 mm. As correlações entre os processos hidrológicos em estudos foram descritas pelo modelo de regressão linear (Figura 5).

A água das chuvas ao passar pelo dossel, arrasta material depositado sobre a superfície das folhas, galhos e tronco principalmente durante os períodos de seca, o que acarreta modificações na composição química da água e importante fonte de entrada de nutrientes no sítio (Lima, 1986; Schroth et al., 2001; Marin e Menezes, 2008). Segundo Lima (1986) os nutrientes existentes no solo, fator importante na produtividade do sítio, são oriundos de duas fontes principais: o processo de intemperismo das rochas e a adição pelas chuvas.

Figura 5. Correlações entre a precipitação total (P) e as variáveis: (a) precipitação interna (PI), (b) escoamento pelo tronco (Et), (c) precipitação efetiva (PE), (d) interceptação pela copa (Ic) em *Pinus halepensis* Mill, situado no Centro Regional de Estudos del Agua (CREA). Universidad Castilla de La Mancha, Albacete – Espanha - 2015.



A Figura 5a mostra como a precipitação interna é altamente relacionada com a precipitação total, como descrito pelo modelo de regressão linear com $R^2 = 0,9705$. A Figura 5b mostra que existe uma boa relação entre a precipitação total e o escoamento pelos troncos ($R^2 = 0,9642$) com regressão linear $Et = 0,0295P - 0,0042$. A precipitação efetiva (PE) anual foi de 229,6 mm, o que correspondeu aproximadamente 70% da precipitação total (Tabela 1).

Em estudos com *Hevea brasiliensis*, dois anos hídricos (1995 a 1997) Rodrigues et al. (2008) mediram precipitações efetivas entre 75,1% e 77,5% da precipitação. Nos estudos com *Pinus halepensis*, como esperado, ocorreu alta correlação linear entre a precipitação efetiva e a precipitação total com $R^2 = 0,975$ (Figura 5c). Isso mostra o efeito linear das variáveis, precipitação interna e escoamento pelo tronco em virtude da precipitação a céu aberto.

A interceptação pelas copas representou 30% da precipitação total, com $R^2 = 0,9485$ (Figura 5d). Neste ano hídrico as copas interceptaram 99,6 mm, com isso nota-se a contribuição das árvores na redução do impacto das gotas das chuvas sobre o solo e diminuição dos danos causado pela erosão. Os estudos realizados por LIMA (1976), apresentam apenas 6,6% de interceptação em *Pinus*. ARCOVA et al. (2003) observou que a interceptação pelas copas em vegetação secundária de Mata Atlântica atinge 18,6% e RODRIGUES, RIBAS e TRABULSI (2008), em *Hevea brasiliensis* observou 22,5% e 24,9% de interceptação pelas copas em seringueira. Uma importante revisão sobre interceptação da chuva pelas copas das árvores com ênfase no monitoramento em florestas brasileiras foi realizada por (GIGLIO e KOBAYAMA, 2013). Na figura 4 são apresentados o comportamento dos processos hidrológicos em *Pinus halepensis*, ano hídrico 2014/15.

Tabela 3. Redistribuição da água da chuva nas diferentes estações ao longo do ano hídrico de 2014 / 2015, em plantio de *Pinus halepensis* com 33 anos de idade - Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) na Universidad Castilla de La Mancha - Albacete – Espanha.

Estação	Frequência	Processos hidrológicos (mm)					Ic	Ic %
		P	Et	PI	PE	Ic		
Outono (O)	38	123,12	3,25	82,8	86	37,1	30,14	
Inverno (I)	27	97,90	2,51	66	68,5	29,4	30,03	
O + I	65	221,02	5,76	148,8	154,5	66,5	30,09	
Primavera (P)	19	59,30	1,37	29,2	40,6	18,7	31,53	
Verão (V)	10	48,90	1,06	33,4	34,5	14,4	29,45	
P + V	29	108,20	2,43	62,6	75,1	33,1	30,59	

P: precipitação total a céu aberto; PI: precipitação interna; Et: escoamento pelo tronco; PE: precipitação efetiva; Ic: interceptação pelas copas.

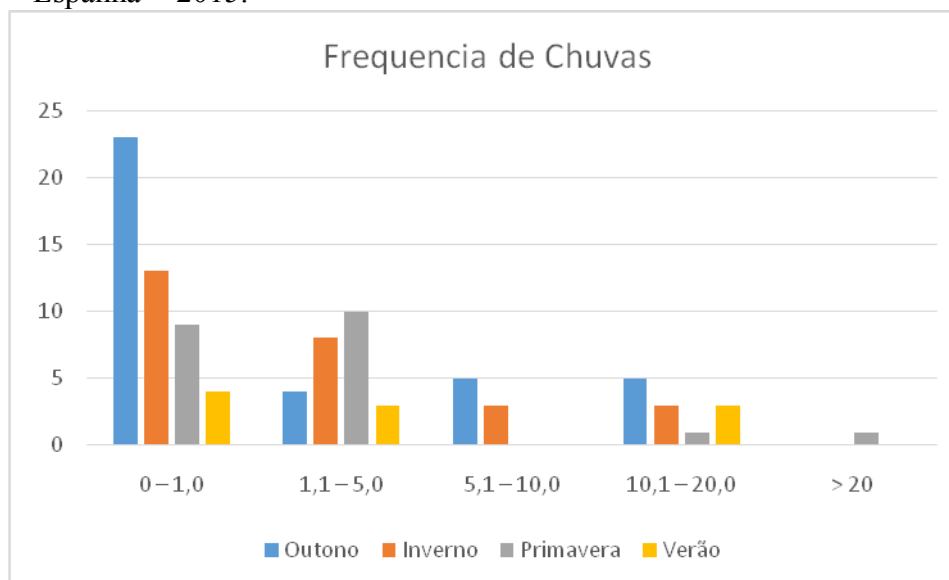
Na Tabela 3 observa-se claramente o crescimento do volume precipitado (P) nas estações outono-inverno totalizando 221,02 mm em 65 eventos chuvosos, porém no outono há maior ocorrências de chuvas com 38 eventos, quando comparadas com as outras estações do ano. Para as estações primavera-verão, nota-se redução acentuada de mais de 50% no número e na intensidade de precipitação, totalizando 108,2 mm, com apenas 10 eventos chuvosos no verão e 19 na primavera.

Tabela 4. Frequência dos eventos chuvosos em diferentes intervalos de precipitação (P) ano hídrico de 2014/2015 - Centro Regional de Estudios del Agua (CREA) na Universidad Castilla de La Mancha - Albacete – Espanha.

Classes P (mm)	Frequência de Chuva				
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Total
0 – 1,0	24	13	9	4	50
1,1 – 5,0	4	8	10	3	25
5,1 – 10,0	5	3	0	0	8
10,1 – 20,0	5	3	1	3	12
> 20,0	0	0	1	0	1
Total	38	27	21	10	96

Na Tabela 4, verifica-se que 50 (cinquenta) eventos chuvosos ocorrem no intervalo de classe mais baixa de: 0-1,0 mm, representando 52,1% do total dos eventos chuvosos que ocorreram durante o ano hídrico e, dentre estes, a grande maioria das ocorrências foram observadas nas estações de outono-inverno.

Figura 6. Frequência das precipitações em *Pinus halepensis* Mill, no Centro Regional de Estudios del Agua (CREA). Universidad Castilla de La Mancha, Albacete – Espanha - 2015.



Os intervalos de classes: (0 a 1,0), (1,1 a 5), (5,1 a 10), (10,1 a 20) e >20mm apresentaram, respectivamente, uma frequência de: (52,1 - 26,0 - 8,3 - 12,5 - 1,0) % dos eventos chuvosos nas estações em relação ao total das chuvas. RODRIGUES, et al (2015) observaram que com baixa lâmina de precipitação ocorreu alta interceptação pelas copas, diminuição da precipitação efetiva e infiltração total da água no solo. Já com alta lâmina de precipitação ocorreu diminuição da interceptação e aumento da precipitação efetiva.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados conclui-se que existe uma alta correlação entre a precipitação total (variável independente) e as variáveis dependentes, tais como: precipitação interna, escoamento pelo tronco, precipitação efetiva e, quanto menor a intensidade das chuvas maior é a interceptação pelas copas.

Entre os componentes do processo hidrológico em estudo, o escoamento pelo tronco das árvores foi considerado pequeno quando comparado com os outros, porém de grande importância, pois a água é direcionada para o sistema radicular do indivíduo, principalmente quando as chuvas diminuem de intensidade e frequência em regiões semi-áridas.

A maioria dos eventos chuvosos ocorrem no intervalo de classe mais baixa de: 0-1,0 mm, representando 52,1% do total das precipitações e, dentre estes, a grande maioria das ocorrências nas estações de outono-inverno, onde há infiltração total da água no solo.

A cobertura do solo pelas acículas aliada a baixa precipitação favoreceram a maior infiltração, menor perda de solo e não ocorreu erosão hídrica. Já com alta lâmina de precipitação ocorreu diminuição da interceptação e aumento da precipitação efetiva, carregamento de sedimentos e baixa perda de solo.

7 REFERÊNCIAS

- ALONSO, J.; SILVEIRA, L.; MARTÍNEZ, L.; CRISCI, M.; SYMONDS, S. Incorporación del IAF en modelos de redistribución de precipitación. XXIV Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Punta Del Este, Uruguay, noviembre 2010. 222p.
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação pelas copas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.
- BOSCH, J. M., HEWLETT, J. D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal Hydrology*, Amsterdam, 55. p.3-23. 1982.
- CALDER, L. R. *Evaporation in the Uplands*. Wiley, Chichester. 148 pp. 1990.
- CICCIO, V.; ARCOVA, F. C. S.; SHIMOMICHI, P. Y.; FUJIEDA, M. Interceptação das chuvas por floresta natural secundária de mata atlântica. **Silvicultura em São Paulo**. vol.20/22, p. 25-30, 1986/88.
- FAO, PNUMA E UNESCO, 1981. In: *Métodos de Estimación de la Erosión Hídrica*. Editorial Agrícola Española, S.A., 152 p., 1994.
- FUJIEDA, M.; KUDOH, T.; CICCIO, V.; CARVALHO, J. L. Hydrological processes at two subtropical Forest catchments: the Serra do Mar, São Paulo, Brazil. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 196, p. 26-46, 1997.
- GÊNOVA, K. B.; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, n.19. 2007.
- GIGLIO, J.N.; KOBAYAMA, M. Interceptação da Chuva: Uma Revisão com Ênfase no Monitoramento em Florestas Brasileiras. *RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos* Volume 18 n.2, p.297-317. 2013.
- HERWITZ, S. R., SLYE, R. E. Three-dimensional modeling of canopy tree interception of wind-driven rainfall. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.168, p.205-26, 1995.
- HUBER, J. A., OYARZÚN, C. Precipitación neta e interceptación en un bosque adulto de *Pinus radiata* (d. Don). Instituto de Geociencias, Fac. de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. *Bosque* (5) 1: p.13 – 20. 1983.
- LI, Y.; CAI, T.J.; MAN, X.L.; SHENG, H.C.; JU, C.Y. Canopy interception loss in a *Pinus sylvestris* var. *mongolica* forest of Northeast China. *Journal of Arid Land*. 7(6): p.831–840. 2015.
- LIMA, W. P. *Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 1986. 241 p.

LIMA, W. P.; NICOLIELO, N. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. *Revista IPEF*, Piracicaba, n.24, p.43-46, 1983.

LIMA, W.P. Interceptação da chuva em povoamentos de eucalipto e pinheiro. *Revista IPEF*, Piracicaba, n.13, p.75-90, 1976.

LLORENS, P.; POCH, R.; LATRON, J.; GALLART, F. Rainfall interception by a *Pinus sylvestris* forest patch Journal overgrown in a Megiterranean mountainous abandoned area I. Monitoring design and results down to the event scale. *Journal of Hydrology*. 199, p.331-345. 1997.

Marin, A.M.P; Menezes, R.S.C. Ciclagem de nutrientes via precipitação pluvial total, interna e escoamento pelo tronco em sistema agroflorestal com *Gliricidia sepium*. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* vol.32 no.6 Viçosa. 2008.

MOLCHANOV, A. A. **Hidrologia florestal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971, 419p.

NÁVAR, J.; BRYAN, R. Interception loss rainfall redistribution by tree semi-arid growing shrubs in northeastern México. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.115, p.51-63, 1990.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.1, p. 9-15, 2005.

RODRIGUES, V. A. Processos hidrológicos e sustentabilidade da água em microbacias com *Pinus halepensis* Mill. Relatório Científico de Pós-Doutorado – Universidad de Castilla- La Mancha, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Albacete – Espanha. 112p. 2016.

RODRIGUES, A.V.; LUCAS-BORJA, M.E.; TARJUELO, J.M.; RUIZ-CANALES, A.; MOSQUEDA, I.A. Interceptação pelas copas em *Pinus halepensis* mill em três lâminas de chuvas: baixa, média e alta - Albacete – Espanha. I Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias. SASGEO. Universidade Federal do Triangulo Mineiro. Uberaba, MG, 2015.

RODRIGUES, V. A. Avaliação dos processos hidrológicos em microbacias hidrográficas. 2014. 125 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

RODRIGUES, V. A. Redistribuição da precipitação em Seringueira. **Revista Irriga**, Botucatu, vol.13, n.4, p.566-575, 2008.

RODRIGUES, V. A.; RIBAS, L. C.; TRABULSI, M.C.M. Redistribuição das chuvas no seringal em dois anos hídricos. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 23, n.2, 2008, p.100-114.

RODRIGUES, V. A. *Manejo da seringueira Hevea brasiliensis Muell. Arg. e seus efeitos na produção de látex e na conservação da microbacia do Córrego da Barra Grande*. 1999. 113

f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - IGCE, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

XIAO, Q.; McPHERSON, E.G.; USTIN, S.L.; GRISMER, M.E.; SIMPSON, J.R. Winter rainfall interception by two mature open-grow trees in Davis, California. **Hydrological Processes**, Davis, v.14, p.763-784, June 2000.

XIAO, Q.; McPHERSON, E.G.; USTIN, S.L.; GRISMER, M.E.; SIMPSON, J.R. Rainfall interception by Sacramento's urban forest. **Journal of Arboriculture**, Davis, v.24, n.235-244, July 1998.

SANTA REGINA, I.; GALLARDO, J.F.; SAN MIGUEL, C.; MOYANO, A. **Intercepción, pluviolavado y escorrentía cortical en una plantación de *Pinus sylvestris* de la Cuenca de Candelario (centro-oeste de España)**. BOSQUE: 10(1): p.19-27, 1989.

SCHROTH, G.; ELIAS, M.E.A.; UGUEN, K.; SEIXAS, R. & ZECH, W. Nutrient fluxes in rainfall, throughfall and stemflow in tree-based and use systems and spontaneous tree vegetation of Central Amazônia. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 87:37-49, 2001.

SIAR. Servicio Integral de Asesoramiento al Regante. Consulta de datos meteorológicos. Albacete. Espanha. <<http://crea.uclm.es/siar/datmeteo/consulta.php?ip=2&ie=5>> Consulta em 05/10/2015.

TANAKA, N.; LEVIA, D.; IGARASHI, Y.; NANKO, K.; YOSHIFUJI, N.; TANAKA, K.; TANTASIRIN, C.; SUZUKI, M.; KUMAGAI, T. Throughfall under a teak plantation in Thailand: a multifactorial analysis on the effects of canopy phenology and meteorological conditions. *International Journal of Biometeorology*. 59(9): p.1145-1156. 2015.

ZHANG, Y.F.; WANG, X.P.; HU, R.; PAN, Y.X.; PARADELOC, M. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow and interception loss by two xerophytic shrubs within a rain-fed re-vegetated desert ecosystem, northwestern China. *Journal of Hydrology*. V.527, p.1084-1095. 2015.