



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Programa
Hidrológico
Intergubernamental

Diez años de investigaciones en cubiertas vegetadas de tipo extensivo. Una síntesis de los resultados obtenidos

Ten years of research on green roof extensive type. A synthesis of the results obtained



Rosatto, H*., Moyano, G. P.; Cazorla, L.; Meyer, M.; Laureda, D.; Pérez, D.

Recibido: 11/07/2019

Bargiela, M.; Gamboa, P.; Olivieri, A.; Sbarra, G.; Aulestia, M.; Epstein, Y.

Aceptado: 29/08/2020

Viceconte, F.; Simonyan, M.; Requejo, I. M.; Daniel, A.C.; Miranda, B., Rocca C.

*Autor de correspondencia

Resumen

Las Cubiertas Vegetadas (CV), al ser una de las prácticas de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible SUDS recomendadas internacionalmente, pueden ser un recurso beneficioso, para la urbanización creciente, a la que Argentina no es ajena. En este trabajo se presenta una síntesis de los resultados obtenidos en los últimos diez años de investigación en CV, destacando los datos hallados para el sitio de estudio.

Palabras clave: Techos Verdes, Retención hídrica, Calidad de Agua.

Abstract

Green roofs (GR), is one of the SUDS practices recommend all around the world. This positive resource can be use for the growing urbanization, like Argentinean. This paper presents a synthesis of the results obtained in the last ten years of research at GR, highlighting the data found for the study site.

Keywords: Green Roof, Water retention, Quality of water.

1. INTRODUCCIÓN

El aumento de la población mundial y de las urbanizaciones ha conllevado a una mayor presión sobre los recursos naturales y en algunos casos la degradación de parte de ellos. Los cambios producidos en un contexto de cambio climático cada vez más acentuado, ha puesto en peligro la resiliencia de los ecosistemas naturales y humanos. El fuerte incremento que ha experimentado tanto la población mundial como las actividades productivas ha generado una demanda y presión creciente por los recursos hídricos. Actualmente más del 50% de la humanidad vive en ciudades, y se espera que este porcentaje aumente hasta casi el 70% para el 2050 (Berroeta y Gironás, 2019).

La urbanización se define como el crecimiento físico de las áreas urbanas. Este crecimiento determina (entre otros factores), el aumento de la impermeabilización. Esta situación altera el ciclo hidrológico natural y el hidrograma de crecida en cuencas en proceso de urbanización se va modificando, presentando caudales pico más altos y tiempos de ascenso más cortos a medida que aquella avanza (Rosatto, 2016). Perahia et al. (2016), menciona que, con el objeto de vincular la problemática de las inundaciones con su transformación territorial, se han considerado algunas soluciones sustentables impulsadas desde las administraciones locales que fueron propuestas para compensar el incremento de las superficies impermeables, los mayores caudales de agua de lluvia, y el riesgo de inundaciones en el marco de una planificación territorial integrada. En la hidrología urbana actual, el manejo del drenaje, además del sistema de alcantarillado tradicional existente, propone una serie de medidas que tratan de trabajar sobre el escurrimiento superficial de una manera integrada. Esta serie de prácticas suelen agruparse bajo la denominación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sustentable o SUDS (Rosatto et al., 2018).

Entre las prácticas agrupadas bajo la denominación de SUDS, se encuentran las Cubiertas Vegetadas (más conocidas como Green Roofs). A estas Cubiertas se les atribuye la posibilidad de disminuir el escurrimiento superficial al retener parte de la precipitación y disminuir o retardar el caudal pico. En función a lo anteriormente expuesto, nuestro grupo de investigación inició, hace 12 años, el estudio de los posibles beneficios ambientales que las Cubiertas Vegetadas (CV) podrían brindar para nuestro sitio de

estudio: La Ciudad de Buenos Aires. Al comenzar nuestro estudio, se nos plantearon una serie de preguntas:

¿Qué tipo de Cubierta Vegetada sería la más apropiada para Buenos Aires: ¿Extensivas o Intensivas?

¿Cuál sería la mejor CV para los edificios construidos en función a la capacidad portante de los mismos y del peso de la CV?

¿Cuál sería la manera más apropiada para que esta tecnología fuera adoptada?

¿Qué tipo de vegetación y sustrato serían los apropiados?

¿Qué beneficios ambientales puede aportar la CV en el contexto de nuestro estudio?

1.1 Cubierta Intensiva

Los sistemas intensivos son aquellos que permiten el desarrollo de vegetación de gran porte, donde el espesor del sustrato es de más de 15 centímetros. Presentan unas condiciones de distribución y aprovechamiento comparables a las de cualquier jardín al aire libre. Debido a la gran superficie de evaporación de las plantas, las cubiertas intensivas requieren riego. Estos sistemas tienen un alto costo de implementación y mantenimiento, y algunos de los materiales no se consiguen aún en el mercado argentino. La estructura necesaria para soportar el peso de dichos sistemas es costosa, dado que ésta cubierta suele tener un peso superior a los 200 kg por m² en seco (en húmedo una cubierta que pesa 210 kg por m², puede llegar a pesar 325 kg por m²).

1.2 Cubierta Extensiva

Un sistema extensivo consiste en la plantación en la cubierta de un tipo de vegetación natural que requiere un mantenimiento mínimo para su desarrollo. La capa de sustrato no supera los 15 centímetros, pudiendo ser (como menciona la bibliografía, ver debajo) menos a 10 centímetros, suficientes para el soporte de las especies vegetales más rústicas. Los materiales con los que están construidos son más simples y su obtención en el mercado es razonablemente sencilla. Ésta cubierta posee un peso de 80-200 kg/m² aproximadamente, su variación reside en la cantidad y variedad del sustrato a utilizar (al igual que en el caso anterior varían su peso en húmedo, por ejemplo, de 80 kg/m² pasa a 120 kg/m² en húmedo o de 140 kg/m² a 220 kg/m² en húmedo).

En función de lo expuesto, nuestros primeros análisis de la bibliografía y de las construcciones en la ciudad de Buenos Aires, se estableció que, para la mayoría de los edificios construidos, las cubiertas de tipo extensivo son las adecuadas, quedando las de tipo intensivo para edificios a construirse. Para responder a los demás interrogantes, decidimos estudiar en profundidad las CV de tipo extensivo, tratando de determinar un tipo de CV (extensivo) que resultara en el menor peso posible, la vegetación más resistente en función a su adaptabilidad (sobre todo en épocas de altas temperaturas y bajas precipitaciones) y que además resultara de bajo costo en el tiempo (sin mantenimiento o mínimo); estimando que esto permitiría una mayor adopción de la tecnología. Ligado a la adopción y a su mejor difusión, también comenzamos a estudiar los beneficios ambientales que la bibliografía reporta para las CV, pero tratando de determinar para las condiciones locales, como se manifestaban y en qué magnitud estos servicios. El objetivo de este trabajo es presentar una serie de resultados obtenidos, en el estudio de CV, en los últimos diez años, a partir de los proyectos de Investigación financiados por la UBA:

UBACyT G036, UBACyT 20020100100539, UBACyT 20020130100752BA y UBACyT 20020170100748BA.

2. METODOLOGÍA

En estos diez años de estudios, se analizaron cubiertas extensivas sin mantenimiento con distintos tipos de sustratos, distintos tipos de vegetación implantada, aportes a la reducción del escurrimiento superficial urbano (a partir de la capacidad de retención de la CV) y la calidad de agua que entregan las CV al sistema pluvial urbano. Los estudios se establecieron en parcelas de simulación de CV (del tipo propuesto por Forrester et al., 2006), donde el sustrato se distribuyó en capas desde la zona más baja hacia la superficie, colocando los más gruesos debajo y disminuyendo la granulometría hacia la superficie siendo la capa orgánica la superior sobre la que se implanta la vegetación. Este esquema se adoptó por considerarse el más parecido a la estratificación de un suelo natural.

2.1 Sustratos

En los ensayos se priorizaron sustratos que fueran fáciles de conseguir localmente a fin de conocer su desempeño. De los sustratos estudiados el que mostró el mejor comportamiento fue el siguiente (ordenado

de abajo hacia arriba): Granza (piedra partida) (4 cm). Minileca (arcilla expandida) (3 cm). Arena de textura gruesa (tipo oriental) (4 cm). Sustrato Orgánico (5 % de lombricompost; 20 % de turba blanca y 75 % compost orgánico) (4 cm).

2.2 Vegetación

Se estudiaron distintos tipos de vegetación, desde plantas adaptadas a la sequía como las crasas hasta "césped". Las que mejor resultado presentaron (en combinación con el sustrato arriba mencionado), en cuanto a su capacidad de retención del agua de lluvia fueron: *Sedum pachyphyllum*. *Sedum spurium*. *Carpobrotus edulis*. *Carpobrotus Acinaciformis*. Las dos últimas presentan una muy buena alternativa para zonas costeras.

2.3 Calidad de Agua

Con el objeto de estudiar si estas cubiertas actúan como fuente o sumideros de contaminantes se establecieron una serie de recipientes conectados al drenaje de cada parcela, que recogieron la totalidad del agua drenada ante cada lluvia, también se colectó en el testigo. Se midió en el agua de drenaje pH, conductividad eléctrica (CE), para estimar el contenido de sólidos totales disueltos, sólidos totales en suspensión, En las muestras filtradas se determinaron por métodos estandarizados P reactivo soluble y C orgánico disuelto. Asimismo, ante la posibilidad de que la CV pudiera captar contaminantes atmosféricos, que luego terminen en el agua drenada, también se estudió la presencia de Plomo (Pb). A partir de los resultados obtenidos respecto a los contaminantes atmosféricos, decidimos establecer un nuevo ensayo (actualmente en funcionamiento), para establecer el rol de las CV en la fito-estabilización de contaminantes atmosféricos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Comportamiento de las CN ante las precipitaciones

Los resultados se expresan en % de retención respecto del Testigo. Se ordenaron, de menor a mayor, según la cantidad de precipitación caída. Se distribuyeron en intervalos de aprox. 20 mm, se determinó el porcentaje de agua retenida en tratamientos sin ningún tipo de mantenimiento y otras con mantenimiento mínimo (control manual de malezas) y los datos se expresan en la tabla 1.

Tabla 1: Porcentaje de retención de las parcelas respecto del Testigo. (Rosatto et al., 2015).

TRATAMIENTO (T)	PRECIPITACIÓN (en mm)				
	0 – 20	21 –41	42 – 60	61 –80	> 90
Sedum pachyphyllum. Sin mantenimiento. (T1)	100 %	65 %	33 %	30 %	16 %
Sedum pachyphyllum. Con mantenimiento. (T2)	100 %	67 %	39 %	37 %	22 %
Sedum spurium. Sin mantenimiento. (T3)	100 %	67 %	35 %	31 %	21 %
Sedum spurium. Con mantenimiento. (T4)	100 %	63 %	31 %	29 %	16 %
Carpobrotus edulis. Sin mantenimiento. (T5)	100 %	68 %	35 %	38 %	20 %

Como mencionan Rosatto et al. (2015), para intervalos de lluvias entre 0 y 20 mm el porcentaje retenido es del 100 % en todas las especies analizadas con y sin mantenimiento. Porcentajes de retención similares fueron reportados por Rosatto et al. (2013), pero para rangos de lluvia mayores y mayor profundidad de sustrato. Miller (2001) y FLL (2002), para la misma profundidad de sustrato reportan porcentajes de retención del 100 %. Los mismos autores, detallan que para intervalos de lluvias entre 21 y 41 mm los porcentajes de retención rondan entre el 63 % y 68 %. Estos porcentajes coinciden con los reportados localmente por Rosatto et al. (2010 y 2013) e internacionalmente por Moran et al. (2004) y Tanner et al. (2004). Nuevamente Rosatto et al. (2015), reportan que: al registrarse lluvias entre 42 y 60 mm se observan porcentajes de retención que varían entre el 31 % y 39 %. Dunnet (2008) y Johnston et al. (2004), reportan porcentajes cercanos a los aquí hallados, pero con leves diferencias en el establecimiento de sus ensayos. Continuando con el siguiente rango, los autores reportan que para el rango de lluvias registradas de entre 61 a 80 mm el porcentaje de retención se comparó en forma similar al intervalo anteriormente analizado, aunque con valores levemente menores (25 % al 38 %). Finalmente, para las precipitaciones mayores a 90 mm, el porcentaje de retención varía entre 16 % y 22 %. Similares valores fueron determinados por Rosatto et al. (2013), y también fueron reportados por Connelly y Lui (2005). La tendencia observada, va en línea con lo reportado por la bibliografía, en el sentido de que los porcentajes de retención de las CV, disminuyen en función del aumento de la precipitación registrada.

3.2 Calidad del Agua drenada por las CV

El agua percolada, en un sistema de cubiertas naturadas, previo paso por el sistema de desagüe pluvial culmina generalmente en cuerpos de agua que deben ser preservados, por eso es necesario reducir la presencia de sustancias que puedan alterarlos (Mazzeo y Rosatto, 2013; Moyano, et al., 2018). En algunos casos las CN se convierten en fuente de contaminantes, aunque no sustancial. Especialmente después de eventos de lluvias fuertes se presenta un aumento de las concentraciones de fosfatos, materia orgánica y metales (Teemusk y Mander, 2007). Lo antedicho nos motivo a estudiar qué calidad de agua entregaban las CV, con el fin de poder establecer si existe la necesidad de instaurar mecanismos de tratamientos de estas aguas drenadas o en qué casos lo sería. Las determinaciones de sedimentos en suspensión en el agua de drenaje mostraron pérdidas importantes de sólidos durante las precipitaciones al inicio del ensayo, lo que fue disminuyendo a medida que transcurrían las precipitaciones. Se observó que las parcelas implantadas con Sedum fueron las que siempre presentaban el menor contenido de sólidos en el agua de drenaje. También ocurrió lo mismo con el Carbono orgánico disuelto y los coloides orgánicos. En todos los tratamientos se observó pérdida de sales cada vez menor, producto del lavado de las primeras precipitaciones. El pH de las parcelas fue acidificándose con el tiempo no observándose diferencias significativas entre tratamientos en el agua de cada precipitación. Las concentraciones de fósforo reactivo soluble PRS no dieron diferencias significativas, la literatura ha observado después de eventos de lluvias fuertes que se presenta un aumento de las concentraciones de fosfatos, materia orgánica y metales; por lo que se continuó con las mediciones haciendo hincapié en la presencia de eventos

importantes. En efecto, Moyano et al. (2018), mencionan que según exponen López et al. (2013), al analizar los valores de pH, CE y sólidos totales disueltos (STD) es importante considerar las condiciones atmosféricas previas al momento del muestreo. Las características físico-químicas del agua de lluvia dependen de las de la atmósfera, que se encuentran definidas por las emisiones de distintas fuentes. Estas no son estáticas, variando temporal y espacialmente, lo que provoca una gran variabilidad de las condiciones atmosféricas. Por lo tanto, la composición de la lluvia cambia también a lo largo de un mismo evento de lluvia. Según afirman los autores: “Así lo indican diferentes trabajos que muestran un enriquecimiento significativo de elementos químicos en las primeras etapas iniciales de los eventos de precipitación, y una dilución de la concentración química a medida que la lluvia persiste y la atmósfera se depura. Esta evolución temporal de la composición química durante un mismo evento depende en gran medida de la dinámica de las tormentas y de cada especie química en particular. De esta manera, la magnitud y la frecuencia de las precipitaciones influye sobre los flujos de deposición química y los tiempos de residencia de los elementos en la atmósfera”. Moyano, Rosatto y Bargiela (2018), reportaron en su estudio más reciente, para eventos hídricos importantes, que el pH ha sido mayor en todos los tratamientos de las muestras recolectadas ante una precipitación de 47 mm en un día, en comparación con la de 92 mm en un día, resultando el más básico el tratamiento Sedum sin mantenimiento. En cuanto a los STD, con la lluvia de 92 mm, se observó una tendencia a presentar mayor contenido de STD en las macetas desnudas (Testigo), en tanto con 47 mm, el contenido más elevado se presentó en los tratamientos con mantenimiento. Los autores comentan que, tomando como premisa lo expuesto por López et al. (2013), las diferencias observadas en los valores registrados de pH y STD en el agua de lluvia recolectada en el tratamiento Testigo en cada fecha de muestreo, se explican a partir de las características atmosféricas previas al evento de precipitación y el volumen de agua precipitada. Respecto de la presencia de Plomo en agua de lluvia reportada por Moyano, Rosatto y Bargiela (2018), reportan que los datos registrados ante la lluvia de 92 mm, presentan una tendencia de mayor concentración en relación a los de 47 mm, salvo el caso del tratamiento testigo. A pesar de ello, no se observan diferencias significativas entre las muestras en ambas fechas de muestreo.

4. CONCLUSIONES

En estos diez años de estudios, más allá del resumen de resultados expuestos en este trabajo, lo que nos ha quedado claro, es que las condiciones locales (clima, calidad del aire, distribución y cantidad de espacios verdes, estructura de la urbanización, entre otras), de la vegetación (adaptación y resistencia a la sequía) y sustratos utilizados (fundamentalmente su peso y capacidad de absorción), definen en gran medida el éxito de la implantación y supervivencia de las Cubiertas Vegetadas de tipo extensivo. Su adopción dependerá, además de lo expuesto en el párrafo anterior, de su nulo o mínimo costo de mantenimiento y del menor costo posible en su construcción. A esto ayudaría en gran medida que los usuarios y los gestores urbanos conocieran y valoraran los servicios ambientales que las CV pueden brindar.

4.1 ¿Cómo continuamos?

Nuestro equipo comenzó estudiando la capacidad de retención y retardo (en el escurrimiento hacia los desagües pluviales) que presentaban las CV ante las precipitaciones y actualmente, estamos ampliando el estudio a otros beneficios ambientales que pueden brindar como: su capacidad de disminución térmica (en los edificios sobre los que se construyen) y la de captación de contaminantes atmosféricos del aire. También consideramos que es necesario profundizar en el objetivo de lograr “la mejor Cubierta Vegetada de tipo extensivo” para nuestra ciudad, por eso, en este año 2019, hemos reemplazado la capa de arcilla expandida por “piedra pómez”, en función de aumentar su capacidad de retención y alivianar su peso, pero aún no contamos con datos publicables sobre el éxito o no de este cambio. Otro estudio que estamos comenzando en este año, es la incorporación de hongos micorrícicos arbusculares al sustrato orgánico (HMA). La bibliografía menciona como una de las propiedades de los HMA, su capacidad de inmovilizar y secuestrar metales, así como la de aumentar la resistencia a la sequía de la vegetación implantada. De comprobarse estos beneficios para nuestro sitio de estudio, este agregado, podría representar una mejor adaptabilidad de la CV, así como un aporte en la mejora de la Calidad del Aire “urbano”.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a la Universidad de Buenos Aires, dado que sus subsidios a nuestra investigación nos

han permitido continuar en una línea financiada sin tener que preocuparnos por la consecución de otros fondos. Esto nos ha permitido profundizar en el tema excediendo los plazos habituales. En segundo término, a todos los que a través de estos últimos diez años han colaborado con distintos aspectos de esta investigación, que exceden ampliamente los autores

de este artículo. Finalmente, al Dr. Carlos Berroeta Jefe de Investigación y Relaciones Científicas, Aguas Andinas, Chile y Coordinador Regional Grupo de Trabajo Aguas Urbanas PHI-LAC, sin cuya invitación a realizar un aporte en la temática, el presente artículo no existiría.

REFERENCIAS

- Connelly, M. and K. Lui. 2005. Green roof research in British Columbia – An overview [PDF 1MB]. In: Proceedings 3rd Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards & Trade Show, Washington, DC. The Cardinal Group, Toronto.
- Dunnett, N.; Nagase, A.; Booth, R. y Grime, P. 2008. “Influence of vegetation composition on runoff in two simulated green roof experiments”. *Urban Ecosyst* 11. Pp. 385 – 398.
- FLL. 2002. “Richtlinien für die Planung”. *Ausführung und Pflege von Dachbegrünung*. Bonn. 95 p.
- Forrester, K.; Jost, V.; Luckett, K.; Morgan, S.; Yan, T. and Retzlaff, W. 2006. “Evaluation of Storm Water Runoff from a Midwest Green Roof System”. Illinois State Academy of Science Annual Meeting, April 21, 2006, Chicago. Published by Green Roof Environmental Evaluation Network.
- Johnston, C.; McCreary, K. and Nelms, C. 2004. “Vancouver Public Library Green Roof Monitoring Project”. *Greening Rooftops for Sustainable Communities*, Portland, Oregon. Publisher: Green Roofs for Healthy Cities. 13 p.
- López, María L.; Asar, María L.; Ceppi, Sergio A., Bürgesser, Rodrigo E. y Ávila, Eldo E. 2013. “Evolución de la concentración de elementos inorgánicos en el agua de lluvia”. Pag. 423 – 440. En: *Contaminación atmosférica e hídrica en Argentina: contribuciones de la IV Reunión Anual PROIMCA y II Reunión Anual PRODECA 2013*. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, 2013. 769 p.
- Mazzeo, Nadia y Rosatto, Héctor. 2013. “Cubiertas Vegetadas: Incidencia del aporte de un Subsidio de Energía (Fertilizante) en la Retención”. Informe de Beca Estímulo UBACyT. CABA, Argentina. 10 p.
- Miller, C. 2001. “Use of Vegetated Roof Covers in Runoff Management”. Memorandum, Roofscapes Inc. 5 p. USA.
- Moran A., B. Hunt, G. Jennings. 2004. “Greenroof research of stormwater runoff quantity and quality in North Carolina”. NCSU Water Quality Group Newsletter, NC State University, USA.
- Moyano Gabriela Patricia; Hector Gustavo Rosatto y Martha Fidela Bargiela. 2018. “Cubiertas Vegetadas: su Rol en la Fitoestabilización de Contaminantes Atmosféricos”. VI Congreso de Ciencia y Arte del Paisaje: “Entornos desde el Interior”. Organizado por la Academia Mexicana de Paisaje. Guadalajara México. 17 p.
- Perahia, R.; Rosatto, H.; Meyer, M.; Waslavsky, A.; Viceconte, F.; Laureda, D.; Gamboa, P. y Moyano, G. 2016. “Drenajes Urbanos, Propuestas Locales Sustentables”. Publicado en el Libro Electrónico en CD-Rom, de Compilación Científica: Planificación Territorial, Desarrollo Sustentable y Geodiversidad. Pág.: 1264-1274. Editores: 525 Aniversario del Encuentro entre Dos Mundos Huelva-América - Servicio de Publicaciones de la Exma. Diputación de Huelva, © Juan Antonio Márquez Domínguez, Perú. ISBN: 978-84-8163-557-7.
- Rosatto Héctor, Gabriela Moyano, Laura Cazorla, Daniel Laureda, Maia Meyer, Paula Gamboa, Martha Bargiela, Cesar Caso, Gustavo Villalba, Daniel Barrera, Laura Pruzzo, Luis Rodríguez Plaza, Alejandra Oliveri, Agustina Waslavsky, Patricia Hashimoto, Diana Kohan. 2015. “Cubiertas Vegetadas de tipo “Extensivo” - Eficiencia en la retención del agua de lluvia de distinto tipo de Vegetación Implantada”. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. Tomo XLVII. Issue 2, Pp. 123 – 134.

- Rosatto, H. G. 2016. “Aportes de las cubiertas vegetadas de tipo “extensivo” en la posible mitigación de algunas problemáticas resultantes del cambio climático y del crecimiento urbano en la ciudad de Buenos Aires (Argentina)”. Tesis de doctorado, Universidad de Almería, Almería, España. 128 p.
- Rosatto, H.; Laureda, D.; Pérez, D.; Barrera, D.; Meyer, M.; Gamboa, P.; Villalba, G.; Friedrich, M; Bargiela, M; Rodríguez Plaza, L.; Calvo, G.; Miranda, M.; Iñigo, M.; Quaintenne, E. 2010. “Eficiencia de la retención hídrica de las cubiertas vegetadas”. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XLII. Issue 1, Pag. 213-219. Editorial: Centro de Ediciones Académicas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. ISSN: 0370 - 4661.
- Rosatto, H.; Perahia, R.; Borello, L.; Gamboa, P.; Laureda, D.; Meyer, M.; Moyano, G.; Cazorla, L.; Pérez, D. y Saracho F. 2018. “Implementación de una Práctica SUDS para disminuir el Escurrimiento Superficial en CABA”. Proceedings del VII Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua compilado por Marta Elena Rodríguez - 1a ed. Sima Editora. ISBN 978-987-1930-43-2 1 Abastecimiento de Agua 2 Recursos Hídricos. CDD 333.91. Córdoba-Argentina.
- Tanner, S., & Scholz-Barth, K. 2004. “Green Roofs”. Federal Technology Alert. Energy Efficiency and Renewable Energy. Department of Energy, EUA.
- Teemusk, Alar y Mander, Ülo. 2007. “Rainwater runoff quantity and quality performance from a greenroof: the effects of short-term events”. Ecological Engineering, 30: Pp. 271-277, ISSN: 0925-8574..

Como citar este artículo:

Rosatto, H., et al., (2020). Diez años de investigaciones en cubiertas vegetadas de tipo extensivo. Una síntesis de los resultados obtenidos. *Aqua-LAC* Volumen 12(2), 78-84. doi: 10.29104/phi-aqualac/



Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International
CC BY-NC-SA 4.0 license