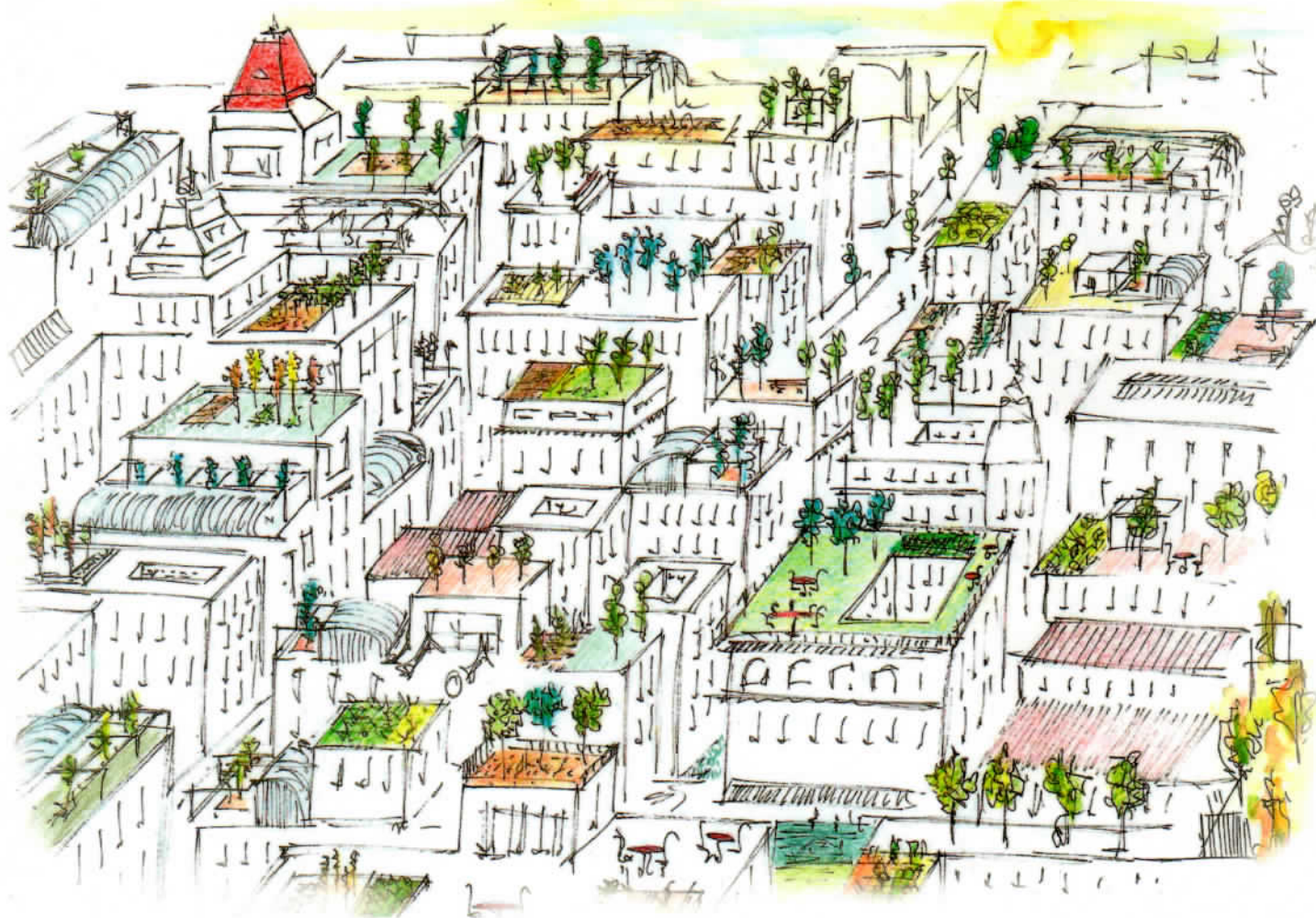


AGRICULTURA URBANA INTEGRAL

ORNAMENTAL Y ALIMENTARIA
Una visión global e internacional

Editores y coordinadores
Julian Briz - Isabel de Felipe



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

Título: *Agricultura urbana integral. Ornamental y alimentaria. Una visión global e internacional*

Coordinación y edición de textos:

© Julián Briz, Isabel de Felipe



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Distribución y venta:

Paseo de la Infanta Isabel, 1
28014 Madrid
Teléfono: 91 347 55 41
Fax: 91 347 57 22

Diseño y maquetación:

Daniel Fernández-Caro Chico
Editorial Agrícola Española, S. A.

Tienda virtual: www.magrama.es
centropublicaciones@magrama.es

Diseño de portada e ilustraciones:

Claudia Sicilia

Impresión y encuadernación:

Imprenta ROAL (Madrid)

NIPO: 280-15-029-6

ISBN: 978-84-491-1440-3

Depósito Legal: M-2912-2015

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Datos técnicos: Formato: 21x27 cm. Caja de texto: 14,4x20,6 cm. Composición: dos columnas. Tipografía: Caecilia. Encuadernación: Rústica cosida a hilo vegetal. Papel: Igloo Silk 100% reciclado de 115 g. Cubierta: Igloo Silk de 350 g. Tintas: 4/4.

En esta publicación se ha utilizado papel libre de cloro, de acuerdo con los criterios medioambientales de la contratación pública.

ÍNDICE

PRÓLOGO	11
INTRODUCCIÓN	13
PRESENTACIÓN	15
AGRADECIMIENTOS	17

PARTE I: ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y DE GESTIÓN

CAPÍTULO 1.....	23
EL RETO DE LA AGRICULTURA EN EL NUEVO MARCO DE LAS CIUDADES VERDES Isabel de Felipe	
CAPÍTULO 2.....	43
HACIA UNA GOBERNANZA EFICIENTE EN LA AGRICULTURA URBANA Julián Briz, José M. Durán	
CAPÍTULO 3.....	67
LA AGRICULTURA URBANA EN LA RECUPERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS Miguel Gómez Villarino, M ^a Teresa Gómez Villarino, Domingo Gómez Orea	
CAPÍTULO 4.....	91
APROXIMACIÓN ECONÓMICA A LOS HUERTOS URBANOS Miguel Gómez Villarino, M ^a Teresa Gómez Villarino, Domingo Gómez Orea, Carlos Esponda Juárez	
CAPÍTULO 5.....	113
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA AGRICULTURA URBANA INTEGRAL Julián Briz, Isabel de Felipe, Pablo Aguinaga	
CAPÍTULO 6.....	139
MODELOS DE NEGOCIO EN EL SECTOR DE LA AGRICULTURA URBANA Laura Marcos	

PARTE II: LA AGRICULTURA URBANA EN EUROPA

CAPÍTULO 7.....	153
MULTIFUNCIONALIDAD, PRESERVACIÓN Y RETOS FUTUROS DE LA AGRICULTURA PERIURBANA EN LA EUROPA MEDITERRÁNEA Nerea Morán, Verónica Hernández, Ana Zazo, Marian Simón	
CAPÍTULO 8.....	171
AGRICULTURA Y JARDINERÍA EN BERLÍN Dra. Heide Hoffmann, Dra Kerstin Roehrich	
CAPÍTULO 9.....	191
URBAN AGRICULTURE IN FRANCE: RENEWAL AND INNOVATIONS Christine Aubry, Jeanne Pourias, Anne Cécile Daniel	
CAPÍTULO 10.....	205
LA AGRICULTURA INTERURBANA EN LA AGLOMERACIÓN DE GRANADA: OTRO TIPO DE CIUDAD VERDE Javier Calatrava Requena	
CAPÍTULO 11.....	235
AGRICULTURA INTEGRAL URBANA EN MADRID Teresa Briz, Alvaro Borrego	
CAPÍTULO 12.....	251
ANÁLISIS DE LAS MOTIVACIONES PARA CULTIVAR UN HUERTO URBANO: EL CASO DE LOS JUBILADOS DE VALLADOLID (ESPAÑA) Victoria Cabo, Félix Revilla, Beatriz Urbano	



PARTE III: LA AGRICULTURA URBANA EN LATINOAMÉRICA

CAPÍTULO 13.....	271
LA AGRICULTURA URBANA EN LA ARGENTINA. UNA HERRAMIENTA DE AYUDA PARA LOS SECTORES DE BAJOS INGRESOS Alberto Boyadjian	
CAPÍTULO 14.....	281
AGRICULTURA URBANA EN REGIÓN METROPOLITANA DE RÍO DE JANEIRO: DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL DE SOSTENIBILIDAD Juliana Arrud, Wellington Mary, Raphaella Santos de Souza, Daiane Antonio dos Santos	
CAPÍTULO 15.....	307
LA AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN LA CIUDAD DE EL ALTO-BOLIVIA, ¿ES POSIBLE PRODUCIR ALIMENTOS SANOS Y BARATOS A MÁS DE 4.000 MSNM? Hugo Chambilla, Ana Dorrego, Natty Pari	
CAPÍTULO 16.....	323
AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN CUBA Jose Antonio Acevedo, Martha Gomez, Teresita López, Berta Díaz	
CAPÍTULO 17.....	341
AGRICULTURA URBANA Y CUBIERTAS NATURADAS EN EL DISTRITO FEDERAL DE MÉXICO Elisa Colon, Nuria Preciado	
CAPÍTULO 18.....	357
AGRICULTURA EN TERRITORIOS URBANOS: BOGOTÁ REGIÓN, COLOMBIA Carolina Forero, Diego Gutiérrez, Andrés Ibáñez	

PARTE IV: ARTE, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN LA AGRICULTURA URBANA

CAPÍTULO 19.....	371
EL ARTE EN LA ARQUITECTURA Joaquín Sicilia	
CAPÍTULO 20.....	389
URBES Y MEGALÓPOLIS, APUNTES PARA UNA REFLEXIÓN Antonio Pou	
CAPÍTULO 21.....	399
TÉCNICAS DE CULTIVO EN AGRICULTURA URBANA Fidel Fernández Fábrega	
CAPÍTULO 22.....	411
TECNOLOGÍA EN NUEVOS HUERTOS URBANOS EN AZOTEAS Isabel Castillo	
CAPÍTULO 23.....	417
TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN Y ANÁLISIS ESPACIAL APLICADAS A LA AGRICULTURA URBANA Yolanda Torres, José Juan Arranz	
CAPÍTULO 24.....	427
BENEFICIOS ENERGÉTICOS DE LAS PAREDES VEGETALES Francesca Olivieri, César Bedoya	
CAPÍTULO 25.....	441
LA PIEL DE LA ARQUITECTURA, HUERTOS VERTICALES ESCOLARES Y JARDINES EN MOVIMIENTO Alex Puig, Marc Grañen	
CAPÍTULO 26.....	453
LA UTILIZACIÓN DE AGUAS RECICLADAS EN LA JARDINERÍA DE FACHADAS Y TERRAZAS Leonor Rodríguez	

CAPÍTULO 27.....	465
LA GESTIÓN DEL RIEGO CON AGUA REGENERADA EN PARQUES Y JARDINES	
Elena Comesaña	
CAPÍTULO 28.....	475
FORMACIÓN Y CONSULTORÍA EN AGRICULTURA URBANA	
Alexei Cortina	
CAPÍTULO 29.....	485
LA HORTICULTURA URBANA COMUNITARIA EN MADRID: UNA REALIDAD SOCIAL EMERGENTE	
Pablo Llobera, Jose Luis Fernández, Alberto Peralta	
CAPÍTULO 30.....	501
LA AGRICULTURA URBANA, NECESIDAD, RESPONSABILIDAD Y PAISAJE	
M. Antonio Zárate	



CAPÍTULO 24

BENEFICIOS ENERGÉTICOS DE LAS PAREDES VEGETALES

Francesca Olivieri

Profesora titular

César Bedoya

Catedrático

Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN

La aplicación de estrategias que promuevan la eficiencia energética y la sostenibilidad en el sector de la construcción es una tarea de fundamental importancia que estamos llamados a llevar a cabo como ciudadanos, profesionales e investigadores. Este trabajo se enmarca dentro de los trabajos de investigación desarrollados durante los últimos años que, dentro de la línea más general de análisis de sistemas a la vez energéticamente eficientes y beneficiosos para la mejora del confort de los usuarios, se han centrado en la caracterización de los efectos sobre edificios y medioambiente derivados de la aplicación de fachadas vegetales en el ámbito arquitectónico.

Palabras clave: fachada vegetal, eficiencia energética, isla de calor urbano, confort, edificio experimental, modelo predictivo.

ABSTRACT

The implementation of strategies to promote energy efficiency and sustainability

in the construction sector constitutes a fundamental assignment which citizens, professionals and researchers are expected to accomplish. This research work is in the context of the research studies developed last years. By following a more general line of research which analyzes systems which are energy efficient and beneficial for the improvement of the user's well-being at the same time, the thesis focuses on the characterization of the effects on buildings and environment, which come from the application of green walls in the field of architecture.

Key words: Green wall, energy save, Urban Heat Island, comfort, experimental building, predictive model

Las fachadas vegetales son componentes del edificio y, como tales, influyen en el flujo de calor que atraviesa la superficie que ocupan. A diferencia de otros elementos constructivos, las superficies vegetales son elementos vivos que interactúan con el ambiente y el edificio de maneras muy diversas, lo que supone efectos tan significativos como los siguientes:

modelo representa la diferencia de temperatura entre el módulo sin vegetación y el módulo con vegetación en cuatro puntos (suelo, techo, superficies interior y exterior de la fachada vegetal).

$$E(yt) = \alpha_0 + \alpha_1\mu_0 + \alpha_2\mu_i + \alpha_3\mu_e \quad \text{Ecuación 1}$$

En síntesis, conociendo las principales características del clima (temperatura, humedad relativa e irradiancia) del lugar donde se quiera colocar la fachada vegetal, es posible estimar su comportamiento térmico respecto a una fachada convencional. La estimación del comportamiento se realiza a través de la predicción de las diferencias de temperatura entre las superficies exterior e interior de las fachadas y en el interior, cerca del techo y cerca del suelo.

Los datos obtenidos representan valores promedio, calculados en cinco franjas horarias, que recogen cada una las horas del día con comportamiento térmico similar. El hecho de que se trate de valores promedio en lugar de valores instantáneos facilita el cálculo necesario para la estimación del posible ahorro energético derivado de la instalación de la fachada vegetal.

El modelo resulta muy práctico, de rápida y sencilla utilización. Además la información requerida para su empleo es fácilmente accesible, estando al alcance de todos los involucrados en el campo de la edificación. A través de este modelo, se pretende proporcionar a todos los que investigan y trabajan en la aplicación y en el desarrollo de fachadas vegetales una herramienta que, siendo a la vez asequible y fiable, posibilite la estimación de los posibles beneficios derivados de la utilización de las fachadas vegetales, como alternativa viable a otros tipos de fachada.

En relación a la reducción del efecto de isla de calor urbana (conocido con el acrónimo UHI *Urban Heat Island* en inglés) debido a las paredes vegetales, los estudios llevados a

cabo hasta el momento son en número inferior respecto a aquellos que tratan los beneficios térmicos en el interior del edificio. Aún así, en los últimos años, se han publicado interesantes resultados, que abren el camino a la realización de nuevas investigaciones en este campo.

Alexandri y Jones (12) utilizaron un modelo bidimensional para estudiar el efecto de las cubiertas y las fachadas verdes en el microclima urbano. Demostraron que, debido a la redistribución de la radiación en el interior de las capas vegetales, los intercambios totales por radiación eran menores en cerramientos con acabado vegetal que en cerramientos convencionales. Si las envolventes vegetales fueran instaladas en áreas urbanas amplias, la vegetación enfriaría las masas de aire que entraran, consiguiendo descender la temperatura del aire a nivel de calle. Los autores concluyen que el efecto de refrigeración por bajada de temperatura del aire es más intenso en los climas cálidos y secos, como Atenas, pero también las regiones húmedas pueden beneficiarse del enfriamiento del aire a través de las superficies vegetales.

Wong et al. (13) en un estudio realizado en Singapur analizaron, entre otras cosas, el efecto sobre la temperatura del aire de diferentes tipos de muros vegetales. Tras analizar ocho sistemas diferentes, concluyó que los efectos de los muros vegetales en la temperatura ambiente dependían en gran medida del tipo de muro. Así el efecto de los muros sin sustrato era prácticamente inapreciable, mientras que los muros con sustrato inorgánico resultaron ser los más efectivos. La reducción de la temperatura del aire se percibió hasta 0,60 m de distancia del muro, llegando a ser 3,33 °C a 0,15 m.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Eumorfopoulou, E., and Aravantinos, D. *The contribution of a planted roof to the thermal pro-*

- tection of buildings in Greece. *Energy and Buildings* 27, 1 (1998), 29–36.
- (2) Eumorfopoulou, E., and Kontoleon, K. Experimental approach to the contribution of plant-covered walls to the thermal behaviour of building envelopes. *Building and Environment* 44, 5 (2009), 1024–1038.
- (3) K.J. Kontoleon, E. a. Eumorfopoulou, The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone, *Build. Environ.* 45 (2010) 1287–1303.
- (4) Wong, N. H., Tan, A. Y. K., Tan, P. Y., and Wong, N. C. Energy simulation of vertical greenery systems. *Energy and Buildings* 41, 12 (2009), 1401–1408.
- (5) Cheng, C., Cheung, K. K., and Chu, L. Thermal performance of a vegetated cladding system on facade walls. *Building and Environment* 45, 8 (2010), 1779–1787.
- (6) Jim, C., and He, H. Estimating heat flux transmission of vertical greenery ecosystem. *Ecological Engineering* 37, 8 (2011), 1112–1122.
- (7) Perini, K., Ottelé, M., a.L.a. Fraaij, Haas, E., and Raiteri, R. Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. *Building and Environment* 46, 11 (2011), 2287–2294.
- (8) Bedoya Frutos, C., Olivieri, F., Neila González F.J., Propuesta constructiva de fachada vegetal industrializable, IV Congreso mundial de Ingenieros Agrónomos y Profesionales de la Agronomía, Madrid, 28-30 de octubre de 2008.
- (9) Olivieri, F., Neila, J., Bedoya, C., Energy saving and environmental benefits of metal box vegetal facades, *WIT Transactions on Ecology and the Environment* "Management of natural resources, sustainable development and ecological hazards II", WIT Press, ISSN 1743-3541, (2010), 325-335.
- (10) Olivieri, F., Redondas, D., Olivieri, L., Neila, J., Experimental characterization and implementation of an integrated autoregressive model to predict the thermal performance of vegetal facades. *Energy and Buildings* 72, (2014), 309-321.
- (11) Olivieri, F., Olivieri, L., Neila, J., Experimental study of the thermal-energy performance of an insulated vegetal façade under summer conditions in a continental mediterranean climate. *Building and Environment* 77, (2014), 61-76.
- (12) Alexandri, E., Jones, P., and Beausoleil-Morrison, I. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment* 43, 4 (2008), 480–493.
- (13) Wong, N. H., Kwang Tan, A. Y., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P. Y., Chan, D., Chiang, K., and Wong, N. C. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment* 45, 3 (Mar. 2010), 663–672.