



IMPACTOS DE LOS HUERTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE MADRID

Autor@s:

Ivanka Puigdueta Bartolomé

Ángela Nevado García

David Pereira Jerez

Javier Mazorra Aguiar

Alberto Sanz Cobeña (IP)



IMPACTOS DE LOS HUERTOS URBANOS EN LA CIUDAD DE MADRID

Autor@s:

Ivanka Puigdueta Bartolomé

Ángela Nevado García

David Pereira Jerez

Javier Mazorra Aguiar

Alberto Sanz Cobeña (IP)



El itdUPM es un centro transversal que canaliza e impulsa la contribución de la Universidad Politécnica de Madrid a la agenda de desarrollo humano y sostenibilidad, y, en particular, a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, aprobados en 2015 por la Asamblea General de Naciones Unidas.



Foro Agrario es una fundación sostenida por un conjunto de entidades y asociaciones compuestas principalmente por ingenieros agrónomos, cuya finalidad es fomentar el conocimiento y el debate sobre los grandes temas que afectan a la agricultura y al mundo rural.



Obra publicada bajo la licencia de
Creative Commons. Reconocimiento
-No comercial- Compartirlgual 4.0

Diseño realizado por Muak Studio muak.cc

ÍNDICE

Presentación

Objetivos generales	5
AgroUrban-itdUPM	6

Salud

Calidad del aire

Contexto y objetivos	7
Metodología	8
Resultados	9

Salubridad Alimentaria Contaminación de Suelos

Contexto y objetivos	10
Metodología	11
Resultados	12

Cambio Climático

Hábitos en la ciudad

Contexto y objetivos	13
Metodología	15
Resultados	18

Educación

Huertos escolares

Contexto y objetivos	20
Metodología	20
Resultados	21

Figuras, tablas, mapas	22
Referencias	23

Objetivos Generales



En el marco de este proyecto realizado con el apoyo de Foro Agrario (P160017394) nos hemos centrado en el estudio de la interacción existente entre huertos urbanos, ciudadanía, medio ambiente y salud.

La presencia de huertos en las ciudades puede proporcionar importantes beneficios para la salud. Además de su contribución a la mejora de la salud mental y el bienestar de las personas que habitan las ciudades, los huertos urbanos son espacios verdes que filtran la contaminación atmosférica, mejorando la calidad del aire que respiramos. En esta área de conocimiento hemos cuantificado la reducción de dióxido de nitrógeno y

ozono troposférico en la atmósfera por la acción de varios huertos urbanos en la ciudad de Madrid.

Los huertos urbanos, además, son lugares de encuentro en los que se producen interacciones sociales y en donde las personas que se relacionan ejercen una influencia mutua. Estas interacciones pueden dar lugar a transformaciones en los hábitos de consumo. En esta línea de trabajo, con el fin de cuantificar el impacto en el cambio climático de tales transformaciones sociales, se ha medido el impacto de la participación en huertos urbanos sobre la huella de carbono individual.

La ubicación de estos huertos en espacios urbanos con altos niveles de contaminación, por actividades pasadas y presentes, hace que sea necesario evaluar el riesgo para la salud que pueda suponer la ingesta de los alimentos que proveen. Por ello, en este estudio analizamos la presencia en huertos urbanos

de un grupo de contaminantes potencialmente perjudiciales para la salud humana: los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs).

Con los resultados de este estudio, queremos contribuir al diseño de políticas públicas que mejoren la salud de las personas que habitamos Madrid y fomenten la transformación hacia una sociedad cuyo impacto ambiental no ponga en peligro el valioso, y ya seriamente amenazado, equilibrio planetario.

Este proyecto ha sido realizado por el grupo AgroUrban-itdUPM en colaboración con las siguientes personas, grupos de investigación y organizaciones: Ignacio González Fernández (CIEMAT), Jose Luis Cruz Macein (IMIDRA), Sergio Álvarez Gallego (UPM-ETSIA Caminos, Canales y Puertos), Miguel Izquierdo Díaz y Eduardo de Miguel García (UPM-ETSI Minas y Energía), y Patricia Almendros García, Alba Castillejo Cobeña y Juan Mingot Marcilla (ETSIAAB).

Los huertos urbanos son catalizadores de cambio hacia un modelo de ciudad más sostenible.

AgroUrban itdUPM

El grupo para el estudio del sistema agroalimentario y sus impactos en el ámbito urbano **AgroUrban** es un equipo de trabajo dentro del Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano de la Universidad Politécnica de Madrid (itdUPM). **Con especial interés en aspectos ligados al cambio global y la sostenibilidad, trabajamos en temas relacionados con la contaminación urbana, el cambio climático, la agroecología y la innovación social.**

Fig.1

Líneas de trabajo iniciadas del grupo AgroUrban-itdUPM

Análisis de la reducción de la contaminación atmosférica por óxidos de nitrógeno y ozono troposférico por la acción de huertos urbanos.

Colabora CIEMAT
Ciemat
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

Estimación de la **mitigación indirecta de las emisiones de GEI** (gases de efecto invernadero) por el cambio de hábitos asociado a los huertos urbanos.

Colaboran IMIDRA
UPM-ETSIA Caminos



Estudio y propuesta de indicadores de **incidencia de los huertos escolares sobre la sensibilidad ambiental, los patrones de consumo y la salud.**

Divulgación y formación en agricultura urbana.



AIRE

CAMBIO CLIMÁTICO

EDUCACIÓN



PARTICIPACIÓN

SUELOS

AGROECOLOGÍA

Estudio de la **participación ciudadana en procesos de innovación social.** Propuesta de un centro en agricultura urbana y agroecología en la **Quinta Torre Arias.**

Colabora
Plataforma Ciudadana
Quinta de Torre Arias
(PQTA)



Propuesta de iniciativas de **apoyo a la transición agroecológica** en el Campus de Moncloa.

Colabora OCT,
GIAUS-UPM



Cuantificación de **contaminantes en suelo y hoja en huertos** comunitarios urbanos.

Colabora
UPM-ETSI Minas



Salud

Calidad del aire



Contexto y objetivos La Directiva Europea 2008/50/CE establece los objetivos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos de la contaminación atmosférica sobre la salud humana y el medio ambiente en su conjunto (Tablas 1 y 2). Sin embargo, **la concentración de contaminantes atmosféricos en el aire de la ciudad de Madrid supera ampliamente los límites establecidos.**

El incumplimiento de esta normativa produce importantes costes económicos, medioambientales y de salud pública. En términos económicos, cada kilogramo de ozono troposférico (O₃) y dióxido de nitrógeno (NO₂) eliminado o no emitido supone el ahorro de 219,76€ y 30€ (Amann et al., 1998; Corjan et al., 2011),

respectivamente, por el coste que suponen las enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica.

Ante esta situación surge la necesidad de buscar soluciones estables que ayuden a reducir la concentración de contaminantes atmosféricos en el aire que respiramos.

Los huertos urbanos son islas de vegetación situadas entre los focos de contaminación que existen en la ciudad. Como tales, **sirven para filtrar los contaminantes atmosféricos, contribuyendo a reducir su concentración.** En este trabajo hemos valorado el impacto de los huertos urbanos de Madrid en la reducción de la contaminación atmosférica.

DIÓXIDO DE NITRÓGENO Y OZONO TROPOSFÉRICO VALORES LÍMITE

Tab. 1

Valores límite establecidos para el dióxido de nitrógeno por la Unión Europea.

Tab. 2

Valores límite establecidos para el ozono troposférico por la Unión Europea. Objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana.

Contaminante atmosférico	Valor límite horario (Directiva 2005/50/CE)	Valor límite anual (Directiva 2005/50/CE)
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	200 µg/m ³ (>18 veces/año)	40 µg/m ³
Contaminante atmosférico	Máxima diaria de las medidas móviles octohorarias	
OZONO TROPOSFÉRICO	120 µg/m ³ (>25 veces en promedio de 3 años)	

HUERTOS SELECCIONADOS

Mapa. 1

Localización huertos seleccionados para estimar la capacidad de absorción de contaminantes atmosféricos por parte de las especies vegetales.

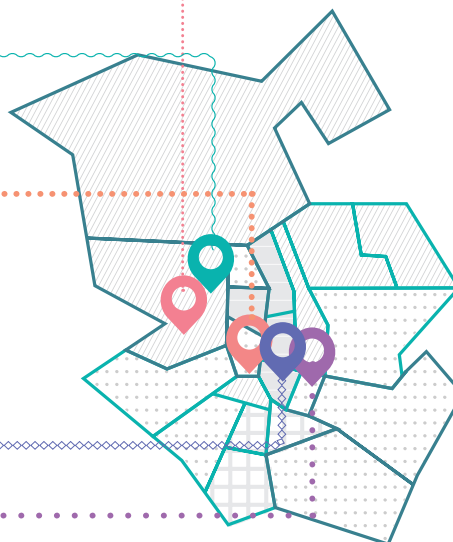
CANTARRANAS

HUERTO DEHESA DE LA VILLA

ESTA ES UNA PLAZA

HUERTO DEL RETIRO

HUERTO SIGLO XXI



Metodología Para cuantificar el efecto de los huertos urbanos como reductores de la contaminación atmosférica se ha escogido el modelo DO_3SE (*Deposición de Ozono por Intercambio Estomático*). Este modelo fue desarrollado para estimar la influencia nociva del ozono troposférico sobre la vegetación. En este trabajo se ha utilizado para la estimación tanto de la influencia del ozono troposférico (O_3) como del dióxido de nitrógeno (NO_2).

Se ha empleado la versión interfaz del modelo ($DO_3SE_INTv2.0$), que propor-

ciona la estimación total y estomática del flujo de ozono de un lugar específico basándose en datos meteorológicos y de concentración de ozono locales.

Para obtener los resultados del modelo fueron introducidos una serie de datos horarios relativos a las condiciones meteorológicas (temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento) y a la contaminación atmosférica. Estos valores son específicos para cada huerto, en función de su ubicación en la ciudad de Madrid.

Además, los resultados generados dependen de la capacidad de la planta para absorber contaminantes atmosféricos. Los resultados de este modelo se basan en la capacidad de una especie hortícola.

La estimación se ha llevado a cabo en cinco huertos de la *ReHd Mad!*, elegidos por su diversidad en sus distancias relativas a focos de contaminación atmosférica (*Mapa 1*).

Resultados

Calidad del aire

Los resultados del análisis muestran una absorción anual de más de 190 kg de O_3 y 7,5 kg de NO_2 (Figura 3) por los cuatro huertos urbanos estudiados. El huerto que más contaminantes absorbe es el de Dehesa de la Villa, como consecuencia de la mayor superficie cultivada en este huerto.

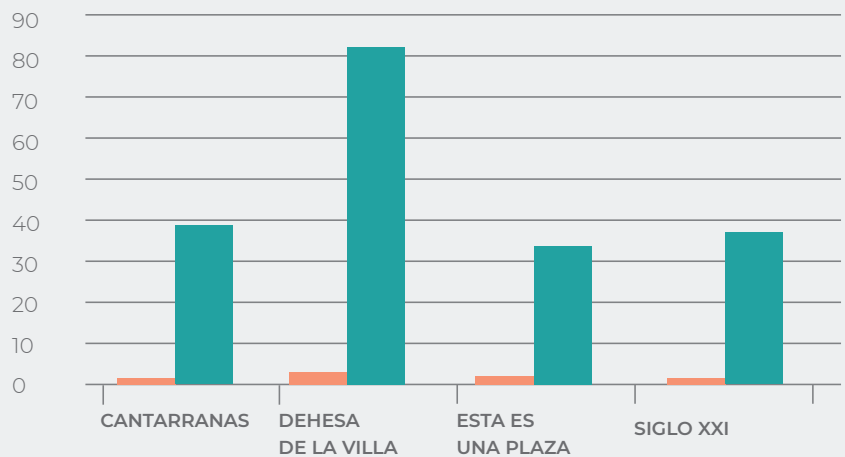
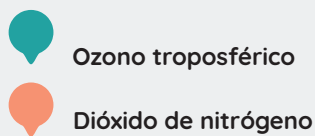
La capacidad mitigadora de estos espacios es, por tanto, relevante. En términos económicos, la reducción de los contaminantes atmosféricos por la acción de estos cuatro huertos urbanos es de más de 40.000 euros anuales (Figura 4).

Los huertos urbanos actúan como filtros de la contaminación atmosférica generada por el tráfico rodado, los hogares y las industrias.

ABSORCIÓN ANUAL DE CONTAMINANTES (kg)

Fig. 2

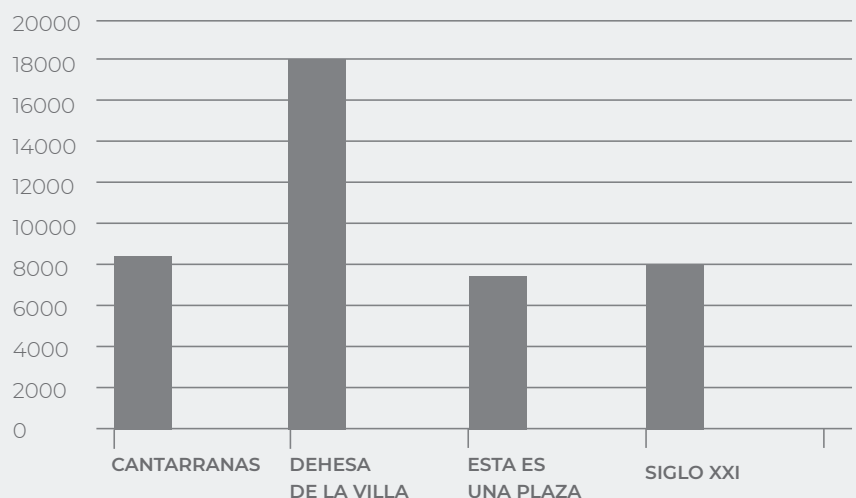
Absorción anual de dióxido de nitrógeno y ozono troposférico (kg).



AHORRO ECONÓMICO (€)

Fig. 3

Valoración económica del ahorro anual por la acción de cuatro huertos urbanos.



Salubridad Alimentaria

Contaminación de suelos



Contexto y objetivos En los últimos años han aparecido en la ciudad de Madrid numerosos huertos urbanos, dando lugar a espacios verdes donde las vecinas y vecinos se encuentran y relacionan, mejorando la cohesión dentro de los barrios. Estos espacios son refugios de gran valor en el entorno altamente motorizado de la ciudad.

Su principal función es la de facilitar momentos de ocio alternativo y contacto con lo natural, siendo su función alimentaria, por regla general, residual (los ali-

mentos cosechados están en el rango de 0-5 kg por persona al año). Sin embargo, dada su ubicación en un entorno urbano con altos niveles de contaminación atmosférica, y, en ocasiones, en terrenos en los que han podido producirse actividades contaminantes, resulta de interés estudiar la exposición de la ciudadanía madrileña a riesgos alimentarios por la ingesta de productos cultivados en estos espacios, así como por el contacto dérmico con las partículas del suelo, su ingesta o inhalación durante la realización de labores agrícolas.

Los huertos urbanos son refugios de gran valor en un entorno altamente motorizado de la ciudad.

SUELOS CONCENTRACIÓN DE METALES

Tab. 3

Valores de riesgo agregado en huertos urbanos de Madrid para población adulta e infantil, y nivel de riesgo considerado aceptable para la salud humana. Fuente: Izquierdo et al. (2015), De Miguel et al. (2016).

	Elementos	adultos/as	niños/as	Riesgo aceptable
Riesgo Toxicidad sistémica	Metales	0,34	3,06	< 1
	Metaloides	0,02	0,19	
Riesgo de cáncer	Metales	$7,78 \times 10^{-6}$	$1,39 \times 10^{-5}$	< 1×10^{-5}
	Metaloides	$2,54 \times 10^{-6}$	$6,38 \times 10^{-6}$	



Estudios anteriores han analizado la contaminación de los suelos de huertos urbanos madrileños por metales pesados y metaloides, observándose grandes diferencias de concentración de estos contaminantes, dependiendo de los usos históricos y la cercanía a focos de contaminación (Izquierdo et al., 2015; De Miguel et al., 2016). Según los resultados obtenidos, no hay riesgo por exposición a metal(oid)es para las personas adultas

que consumen alimentos de huertos urbanos. Sin embargo, considerando un escenario con una población infantil y en un caso hipotético con supuestos muy conservadores, en el que las niñas y niños jugaran en estos espacios recreativos y se alimentasen exclusivamente de estos alimentos, se podría superar el nivel de riesgo admisible para la salud humana (Tabla 3).

En este proyecto hemos analizado la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) en el suelo de los huertos urbanos. Este grupo de contaminantes son originados por la combustión incompleta de cualquier tipo de materia orgánica, como los combustibles fósiles, por lo que en las ciudades son principalmente generados por el tráfico rodado y la calefacción doméstica.

Metodología Para el análisis del riesgo sobre la salud por la exposición a PAHs se analizó el suelo de 5 huertos comunitarios de la ReHd Mad!, seleccionados por su diversidad en la exposición a contaminantes (Figura 2). En cada emplazamiento se recolectaron dos tipos de

muestras de suelo: una de suelo original y otra de suelo cultivado (al que se han agregado enmiendas orgánicas). Se analizó la presencia de los 16 PAHs prioritarios según la lista elaborada por la USEPA por cromatografía de gases con espectrometría de masas (méto-

do de referencia NEN-ISO 18287). Los resultados han sido comparados con los niveles para la protección de la salud humana para uso agrícola, que en caso de excederse requerirían una valoración de riesgos.

Resultados Contaminación en suelos

Los resultados muestran diferencias significativas entre los emplazamientos y compuestos analizados. La concentración de todas las sustancias está por debajo de los niveles genéricos de referencia (NGR) para uso agrícola (RD 9/2005) a excepción del benzo(a)pireno, que supera los límites en dos de los huertos analizados (Tabla 4).

Estos resultados muestran la necesidad de profundizar en el análisis de la pre-

sencia de PAHs en los suelos de los huertos urbanos de Madrid. La superación del límite aceptable para el benzo(a)pireno en dos de los huertos estudiados no señala necesariamente un riesgo para la salud humana.

Para tener certidumbre sobre el riesgo humano, sería recomendable analizar la concentración de PAHs en muestras vegetales, para poder determinar la transferencia suelo-planta.

CONCENTRACIÓN DE PAHs HUERTOS ANALIZADOS

Tab. 4

Concentración de PAHs en suelos analizados y niveles de referencia legalmente establecidos.

PAHs analizados	NGR - RD 9/2005 (mg/kg)	Rango concentraciones (mg/kg)
Naftaleno	1	LOD - 0,029
Acenaftileno	-	LOD - 0,012
Acenafteno	6	LOD
Fluoreno	5	LOD - 0,015
Fenantreno	-	LOD - 0,032
Antraceno	45	LOD - 0,016
Fluoranteno	8	LOD - 0,089
Pireno	6	LOD - 0,070
Benzo(a)antraceno	0,2	LOD - 0,045
Criseno	20	LOD - 0,049
Benzo(b)fluoranteno	0,2	LOD - 0,067
Benzo(k)fluoranteno	2	LOD - 0,026
Benzo(a)pireno	0,02	LOD - 0,038
Dibenzo(ah)antraceno	0,03	LOD
Benzo(ghi)perileno	-	LOD - 0,026
Indeno(123cd)pireno	0,3	LOD - 0,031

Cambio Climático

Hábitos en la ciudad



EMISIONES

Producción/Consumo

Fig. 4

Comparación emisiones ligadas al consumo frente a las ligadas a la producción. Fuentes: MAPAMA (2017), Ivanova et al. (2017)

Contexto y objetivos Los **hábitos individuales** tienen un gran impacto sobre el cambio climático a escala global. Los productos y servicios consumidos por la ciudadanía española suponen la emisión de **524 MtCO₂e anuales**¹ (Ivanova et al., 2017), superando a las de los sectores productivos a nivel nacional (Figura 4). Esto confiere a las decisiones individuales un gran poder transformador.

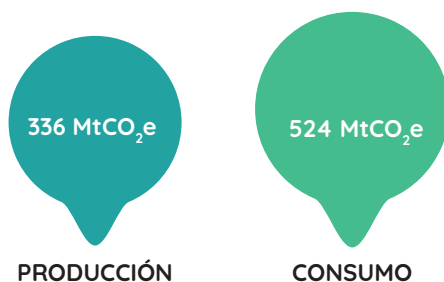
En esta línea de trabajo analizamos la influencia de los huertos urbanos en la construcción de espacios urbanos con menor impacto ambiental. En esta ocasión, hemos analizado su posible influencia en la transición ciudadana hacia hábitos más sostenibles en alimentación y movilidad en la ciudad de Madrid. Las decisiones individuales en estos ámbitos corresponden al 42% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las y los consumidores (Figura 5).

La alimentación² está en el origen de una quinta parte de las emisiones de GEI individuales, pero las decisiones tomadas en este ámbito pueden producir una gran diferencia. El impulso de **cambios**

en la dieta es una de las medidas más eficaces para lograr la estabilización de las emisiones de GEI en niveles no peligrosos, pudiendo lograr la reducción de dos tercios de las emisiones de la alimentación (Hedenus et al., 2014) (Figura 6).

El tipo de sistema de producción (ecológico versus convencional), **el origen de los alimentos** (la distancia entre los lugares de producción y consumo) y la elección de **productos de temporada** son características de nuestras elecciones alimentarias que ofrecen una gran oportunidad de reducción de las emisiones.

La movilidad³ es otro de los grandes componentes de las emisiones de GEI en las ciudades, representando la cuarta parte de la HC individuales. La elección de uno u otro medio de transporte se traduce en una gran diferencia en la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera (Figura 7), y por tanto las decisiones tomadas al respecto pueden tener un gran poder transformador.



¹ Mega toneladas de CO₂ equivalentes, correspondiente a la suma del poder calorífico de los diferentes gases de efecto invernadero.

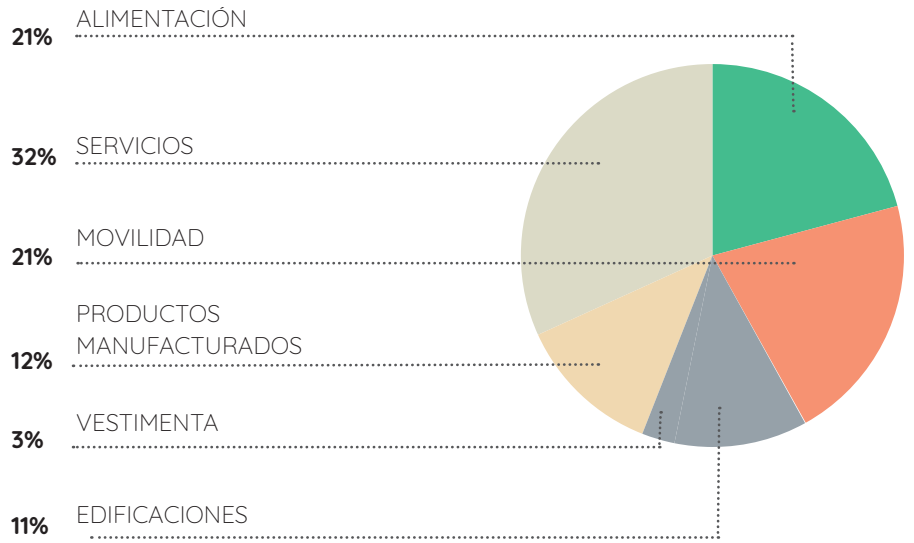
² En este trabajo, las emisiones asociadas a la alimentación son las que suceden durante la producción, transformación y distribución de los alimentos para consumo humano.

³ En este trabajo, las emisiones asociadas a la movilidad son las producidas durante la fabricación de vehículos e infraestructuras de transporte, mantenimiento y uso de los mismos.

EMISIONES
CIUDAD DE MADRID

Fig.5

Origen de las emisiones correspondientes al consumo de las personas en Madrid.
Fuente: Ivanova et al. (2017)



ORIGEN EMISIONES
CONSUMO

Gt CO₂eq/año

Fig.6

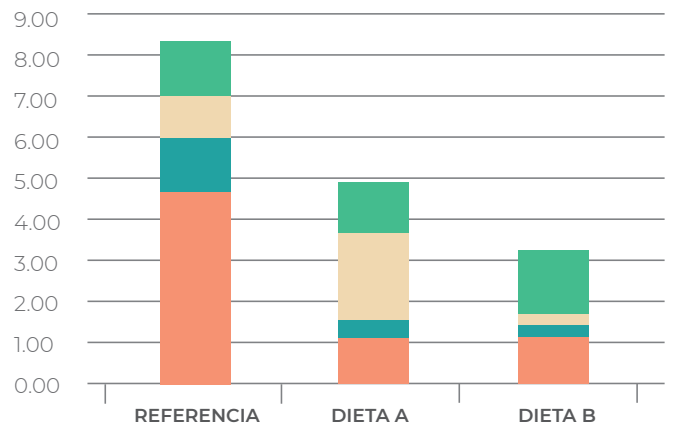
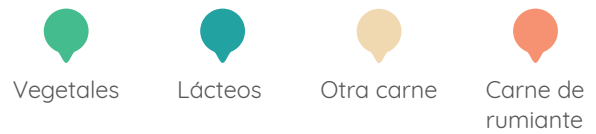
Emisiones totales en 2050 asociadas a tres dietas distintas con igual contenido calórico.

Referencia: se mantienen las tendencias actuales y se aplican medidas de mitigación técnica.

Dieta A: el 75% de los lácteos y carne de rumiante son sustituidos por carne de no rumiantes.

Dieta B: el 75% de los productos de origen animal son sustituidos por cereales y legumbres.

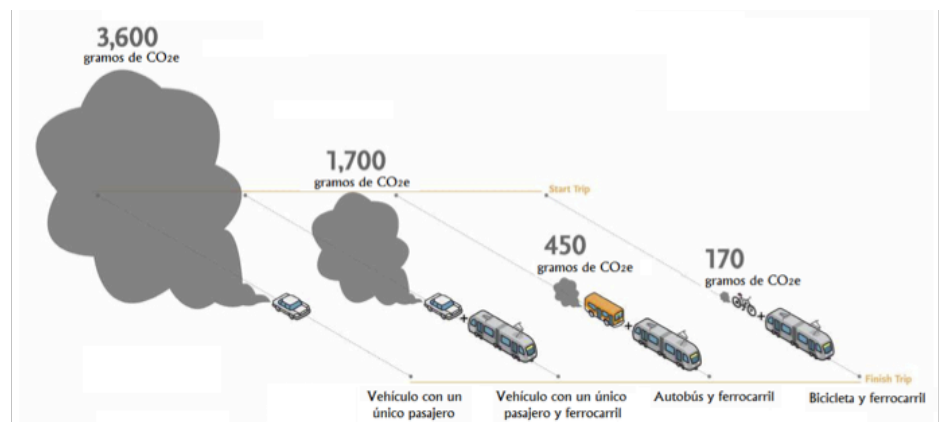
Fuente: Hedenus et al. (2014).



EMISIONES GEI
PERSONA/TRÁFICO

Fig.7

Emisiones de GEI asociadas a diferentes opciones de transporte para una misma distancia. Fuente: Metro.net, basada en Chester et al. (2013)



Metodología Para evaluar el impacto potencial de la participación en los huertos urbanos sobre la emisión de GEI de las personas de Madrid se ha analizado la variación de la huella de carbono (HC) correspondiente a los hábitos seleccionados (alimentación y movilidad) en dos poblaciones diferenciadas (“hortelan@s urban@s” y “no hortelan@s”) respecto a un periodo de referencia. La población “no hortelan@s” nos permite comprobar que los cambios producidos en las personas que participan en huertos urbanos son específicos de esta población, y no una tendencia general ocurrida en la ciudad de Madrid. Los hábitos seleccionados son el consumo alimentario en los

hogares (excluyendo el sector HORECA) y los gastos en transporte relativos a turismos, ferrocarril, autobús y avión (excluyendo motos y bicicletas).

El cambio de hábitos de las dos poblaciones fue medido mediante encuestas distribuidas entre julio y agosto de 2017 (n = 245). Fue asumido que los cambios observados en las personas que participan en huertos urbanos son extensibles a todas las personas que se involucren en un huerto, dando lugar a un cambio en su HC. El cálculo de las emisiones correspondientes a este cambio en la HC para el conjunto de la población madrileña es considerado en este estudio como

el potencial de los huertos urbanos como herramienta de mitigación indirecta del cambio climático.

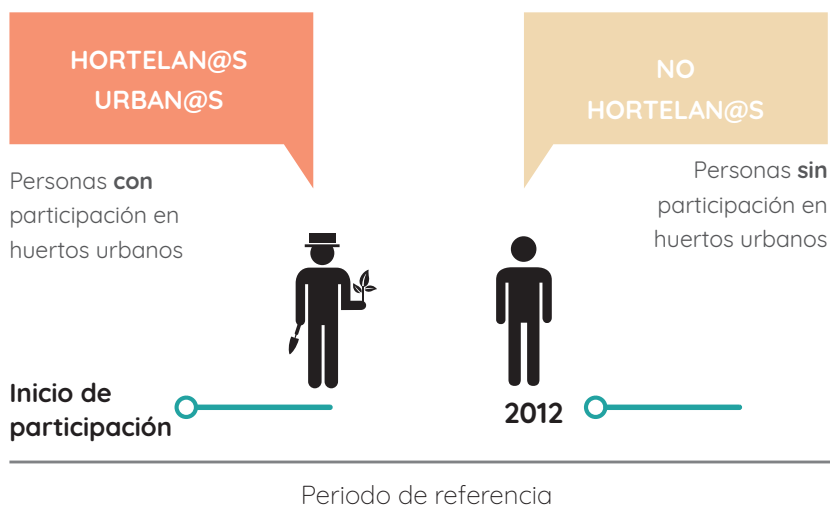
Para cuantificar este potencial, se estimaron las emisiones de GEI correspondientes a los hábitos seleccionados mediante un análisis “input-ouput” basado en encuestas oficiales de gastos de consumo (MAPAMA). Este análisis es conservador, pues sólo una fracción de las emisiones correspondientes a la alimentación y movilidad han sido consideradas, y el cálculo de la HC se encuentra por debajo de resultados observados en estudios similares.

- 1 Cálculo de la HC media per cápita en Madrid relativa a los hábitos seleccionados en alimentación y movilidad.
- 2 Estimación del cambio de comportamiento de las dos poblaciones.
- 3 Cálculo del potencial de los huertos urbanos como herramienta de mitigación indirecta del cambio climático en la ciudad de Madrid.

VARIACIÓN HC POBLACIONES

Fig. 8

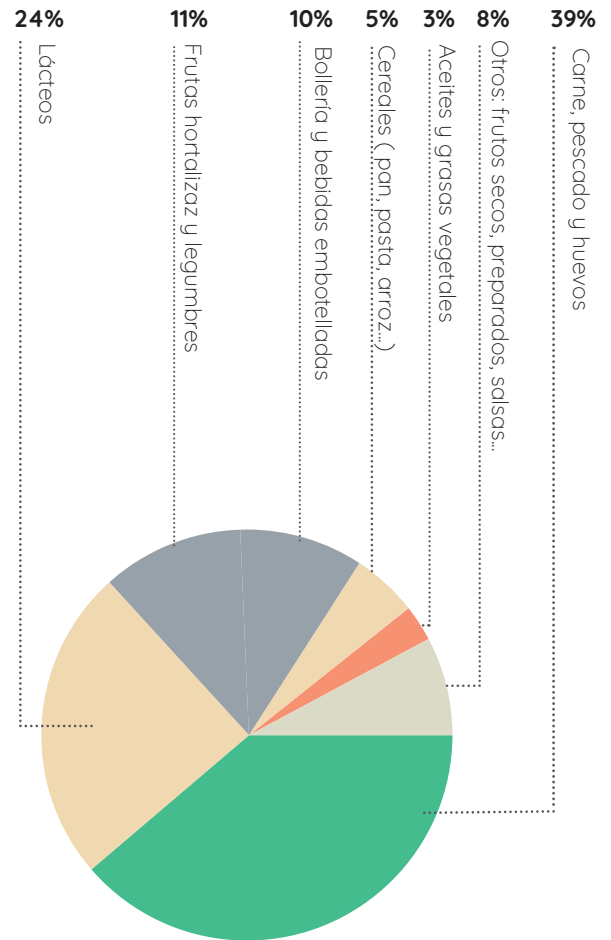
Periodo de referencia para la estimación del cambio de comportamiento.



DISTINTAS ELECCIONES, DISTINTAS EMISIONES

TIPO DE DIETA

Se calcularon las emisiones anuales asociadas a las categorías alimentarias consumidas por un(a) ciudadan@ medi@. Para ello, se realizó un análisis input-ouput basado en los datos de consumo de la Comunidad de Madrid (agosto 2015-julio 2016). **Según los resultados del análisis, el 63% de las emisiones de GEI la dieta de la ciudadanía madrileña corresponde al consumo de alimentos de origen animal** (Figura 9).



**EMISIONES GEI
DIETA MADRID**

Fig. 9

Distribución de la huella de carbono (KgCO₂e) del consumo alimentario medio en los hogares madrileños

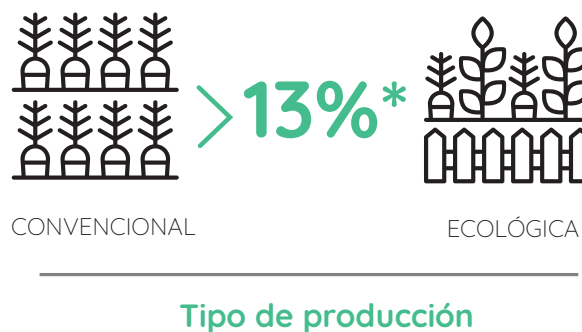
MODALIDAD DE CULTIVO

El impacto del consumo de alimentos ecológicos fue calculado sobre el 43% de los productos alimentarios consumidos en los hogares (en KgCO₂e): carnes de vacuno y porcino, frutas, verduras, legumbres, cereales, frutos secos, aceites y grasas vegetales, aceitunas, café, té, zumos y bebidas alcohólicas. Para estos alimentos, **las emisiones de GEI ligadas a la producción bajo sistemas de cultivo ecológico son, de media, un 13% menores** (gCO₂e/Kg producto) que las producidas bajo sistemas de producción convencionales (Figura 10).

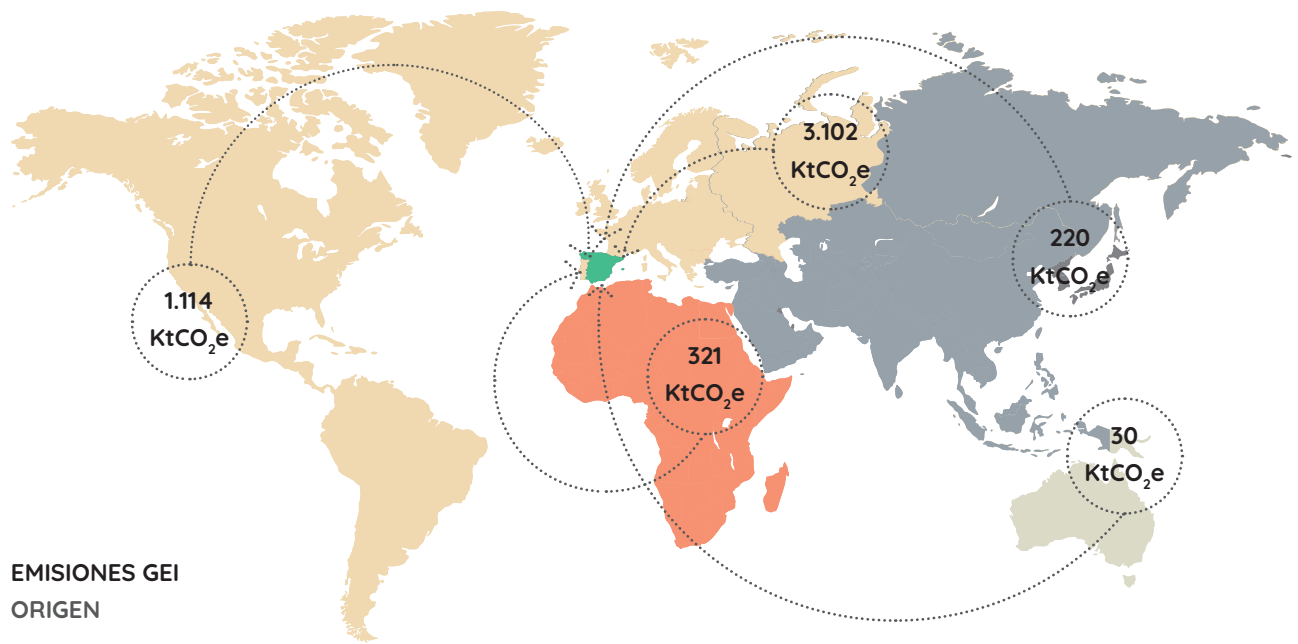
EMISIONES GEI PRODUCCIÓN

Fig. 10

Diferencia de emisiones de GEI en sistemas de producción convencional y ecológico.



*Calculado para: carnes de vacuno y porcino, frutas, verduras, legumbres, cereales, frutos secos, aceites y grasas vegetales, aceitunas, café, té, zumos y bebidas alcohólicas.



EMISIONES GEI ORIGEN

Fig. 11

Emisiones de GEI por el transporte de alimentos de larga distancia.

ORIGEN DE LOS ALIMENTOS

La reducción de las emisiones asociadas al consumo de alimentos de cercanía fue estimada a partir del cálculo de las emisiones del transporte de larga distancia, que no se produce en el caso de alimentos de origen local o nacional. **Anualmente se importan en España 25 Gt de productos para consumo alimentario humano** (un porcentaje de las cuales son re-exportadas a terceros países). Estos alimentos, que viajan por tierra, mar y aire, llevan asociada la emisión de casi 5 GtCO₂e (Figura 11)

MOVILIDAD

Cálculo realizado a partir de la Encuesta de Presupuestos Familiares del INE de 2016 y la base de datos sobre emisiones Exiobase. **Se establecieron tres tipos de movilidad: transporte público, transporte privado y avión.**

Resultados Cambio Climático



Cambios en la alimentación Los resultados de las encuestas muestran que las personas que participan en huertos urbanos señalan haber realizado cambios en sus patrones alimentarios diferentes a los del resto de la población madrileña. Estos cambios resultarían en una reducción de su HC.

Dieta Desde la incorporación a un huerto urbano, las “hortelan@s urban@s” perciben haber reducido su consumo de alimentos con alta HC, como los productos cárnicos y lácteos, e incrementado el consumo de frutas, verduras y legumbres, productos cuya HC es baja (*Tabla 5*). La población control (“no hortelan@s”) reporta menores reducciones de algunos alimentos con alta HC (vacuno, porcino), e incluso incrementos en otros (pescado). El cambio de hábitos alimentarios de la población “hortelan@s urban@s” supone un ahorro per cápita de 45,25 KgCO₂e/año, frente a 1,82 KgCO₂e/año que supone el cambio de hábitos de la población control.

Origen y modalidad de cultivo “Las dos poblaciones señalan haber incrementado su consumo de alimentos de cercanía (lo-

cales o nacionales) durante el periodo de referencia, pero el incremento es mayor en las “hortelan@s urban@s” que en la población control (29% y 13%, respectivamente).

El consumo de alimentos ecológicos se ha incrementado en un 37% entre las personas que participan en huertos urbanos, mientras que en la población “no hortelan@s” el aumento ha sido del 1,4%.

El cambio de hábitos en la selección de alimentos por origen y modalidad de cultivo entre la población “hortelan@s urban@s” se corresponde con el ahorro de 95,42 KgCO₂e/año per cápita, frente a los 16,78 KgCO₂e/año que supone la mayor incorporación de alimentos de cercanía y ecológicos en la población control.

Cambios en la movilidad Al igual que ocurre en los hábitos alimentarios, las personas que participan en huertos urbanos han modificado sus patrones de movilidad urbana desde su incorporación en el huerto, y estos cambios son distintos a los indicados por en la población control.

Ambas poblaciones señalan haber reducido el uso del avión (7,6% en “hortelan@s urban@”, 2,8% “no hortelan@s”) Las personas que participan en huertos urbanos indican una reducción en el uso del transporte tanto privado y público, y un aumento en el uso de la bicicleta, mientras que la población control indica un aumento en el uso del transporte privado y público y una reducción en el uso de la bicicleta.

Los cambios de hábitos en movilidad reportados en las personas que participan en huertos se corresponden con el ahorro de 40,51 KgCO₂e/año per cápita. Por el

La extensión del cambio de comportamiento de las personas que participan en huertos urbanos al resto de la ciudadanía madrileña supondría una reducción de emisiones de GEI equivalente a las producidas por el sector industrial madrileño.

contrario, los cambios de hábitos de la población control suponen un incremento en su HC de 51,76 KgCO₂e/año.

Impacto del cambio de hábitos sobre la huella de carbono En total, el ahorro potencial en las emisiones de GEI por el cambio de hábitos asociado a la participación en un huerto urbano sería de, al menos, 135,96 KgCO₂e/año per cápita. La disminución de las emisiones en la población estudiada corresponde al incremento del consumo de productos ecológicos y locales, a la reducción del porcentaje de productos de origen animal en la dieta,

y a la selección de medios de transporte menos contaminantes. Este ahorro en emisiones corresponde a cerca del 10% de la porción analizada de la HC madrileña media en los ámbitos de alimentación y movilidad (Figura 12).

El potencial de los huertos urbanos como herramienta de mitigación indirecta del cambio climático, es, por tanto, importante, ya que, para el total de la ciudadanía madrileña, un cambio de comportamiento similar pondría el ahorro anual de 430 KtCO₂e. Estas emisiones son equivalentes a las producidas anualmente por el sector

industrial madrileño en su conjunto (543 KtCO₂e, Subdirección General de Energía y Cambio Climático, 2016).

Los cálculos realizados corresponden a las percepciones de cambio de hábitos alimenticios y de movilidad, que en total representan el 42% de la HC individual. Es de esperar, por tanto, que el potencial de los huertos urbanos como catalizadores de cambio social hacia modelos de ciudadanía con menor impacto climático sea aun mayor.

DIETA HÁBITOS

Tab. 5

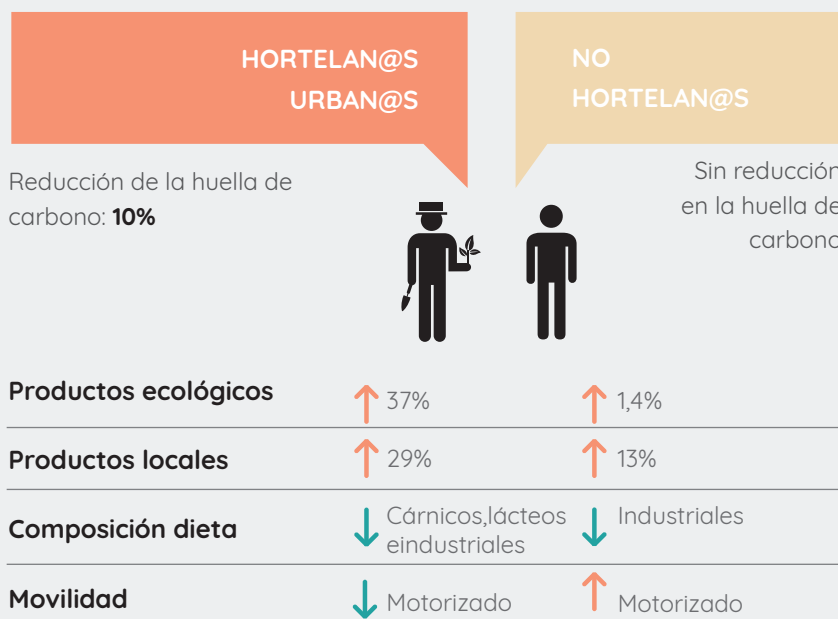
Cambio en los hábitos alimentarios (%).

	HORTELAN@S URBAN@S	NO HORTELAN@S
Carne de vacuno	-22.08%	-16.50%
Carne de porcino	-26.20%	-12.39%
Carne de ave	-11.65%	+6.17%
Pescado	-7.35%	+14.77%
Lácteos	-2.95%	-1.43%
Frutas, verduras y legumbres	+41.08%	+32.58%
Bollería y bebidas embotelladas	-29.95%	-36.72%

HÁBITOS POBLACIONES

Fig. 12

Cambio de patrones alimentarios y de movilidad en las dos poblaciones y repercusión en emisiones de GEI.



Educación

Huertos escolares



Contexto y objetivos Desde el Ayuntamiento de Madrid se lleva a cabo el programa “Educar hoy por un Madrid más sostenible”. Se trata de un programa de educación ambiental que tiene como objetivo la mejora del medio ambiente para lograr que la ciudad de Madrid sea un ecosistema urbano saludable y mejorar la calidad de vida de la ciudadanía.

A través del módulo “Naturaleza y biodiversidad”, el Ayuntamiento de Madrid pretende dar a conocer la biodiversidad urbana, reconocer el papel de las personas como agentes de cambio en las relaciones naturales y sociales, y promover la conservación de la biodiver-

sidad en sentido más amplio. Dentro de este programa se encuentra la Red de Huertos escolares ecológicos, a la cual pertenecen un total de 27 centros.

Nuestro objetivo en esta línea de trabajo es valorar la influencia de la presencia de los huertos escolares en aspectos ligados a la vida del alumnado, profesorado y familiares.



Metodología En primer lugar, se estableció contacto con los colegios integrados en la Red de Huertos escolares, solicitando su participación para la obtención de la información necesaria. Se les solicitó la respuesta a una encuesta sobre cuestiones relativas a las características del huerto, los objetivos que cumple en la escuela y el éxito en la consecución de tales objetivos.

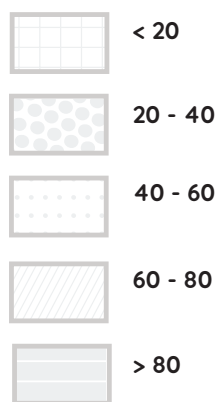
Con la información obtenida, se seleccionó un conjunto de colegios en los que se centró la segunda parte del estudio. En esta segunda fase se continuó la extracción de información sobre los huertos y su función, pero fue dirigida a profesorado, alumnado y progenitores.

Los resultados obtenidos se analizaron teniendo como referencia el análisis factorial de las variables socioeconómicas de los barrios a que pertenece cada huerto escolar: nivel de renta, desempleo y estudios superiores.

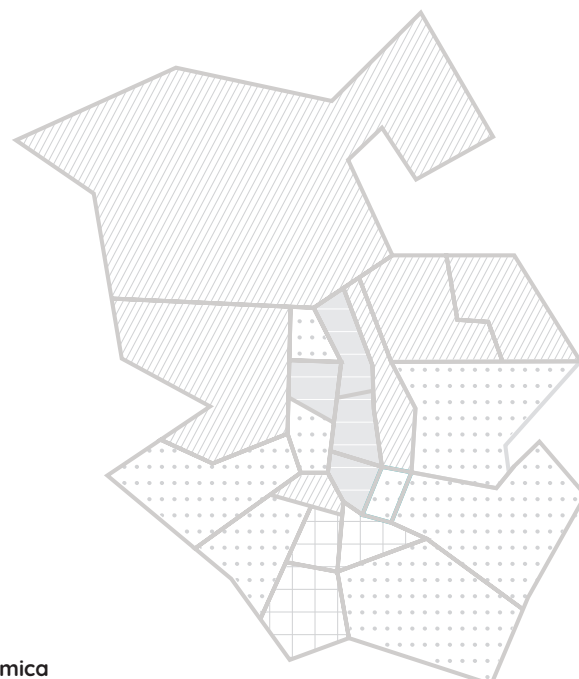
HUERTOS URBANOS CIUDAD DE MADRID

Mapa.2

Distribución espacial del valor promedio final de los indicadores socioeconómicos y la localización territorial de las desigualdades.



Legenda **Indicador de Situación Socioeconómica**



Resultados

Huertos escolares



En la mayoría de los casos, los huertos escolares fueron creados al inicio del programa del Ayuntamiento. Algunos Centros de Educación Especial (CEE) contaban ya con huertos escolares, integrados en talleres de transición a la vida adulta. Los objetivos perseguidos con la creación de huertos escolares son diversos, desde preparación del alumnado

para su inserción en el mercado laboral (principalmente en el caso de los CEE) hasta ocupación del tiempo de recreo en el horario del comedor.

Según las encuestas realizadas, estos objetivos se están cumpliendo en su mayoría, pero se encuentran algunas dificultades. Principalmente, éstas están ligadas a la falta de implicación del personal docente y las familias. La participación e interés del alumnado es, por lo general, muy positiva, aunque se observan más dificultades en los colegios de distritos con menor renta. Por otro lado, existen diferencias en los objetivos

perseguidos por los huertos escolares según el nivel socioeconómico del barrio en que se sitúa el centro.

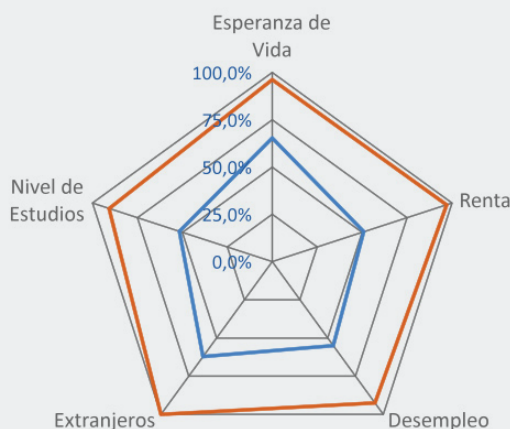
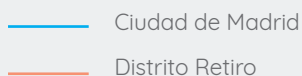
En los colegios ubicados en barrios con mejores condiciones socioeconómicas, los huertos cumplen una función de educación ambiental y alimentación saludable. En contraste, en los colegios ubicados en distritos de menor renta, los huertos escolares se orientan hacia la construcción de un ambiente motivador que contribuya a la mejora de los rendimientos académicos.

INDICADORES DE DESARROLLO

DISTRITO RETIRO

Fig. 13

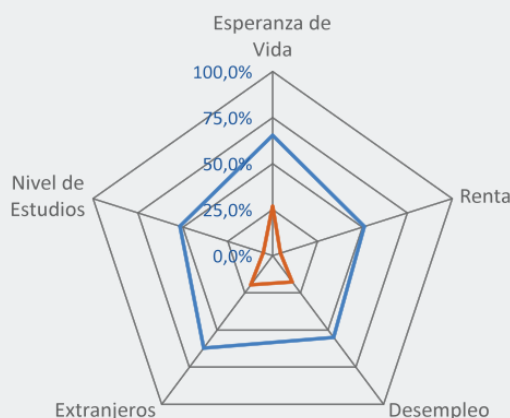
Gráfico radial de los indicadores socioeconómicos del distrito del Retiro en comparación con los datos medios de la ciudad de Madrid.



DISTRITO USERA

Fig. 14

Gráfico radial de los indicadores socioeconómicos del distrito de Usera en comparación con los datos medios de la ciudad de Madrid.



SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Tab.6

Clasificación de los distritos de la ciudad de Madrid según la situación socioeconómica.

MÁS FAVORABLE	INTERMEDIA	MENOS FAVORABLE
Arganzuela Retiro Salamanca Chamartín Chamberí Fuencarral-El Pardo Moncloa-Aravaca Hortaleza Barajas	Tetuán Moratalaz Ciudad Lineal San Blas-Canillejas Centro	Latina Carabanchel Usera Puente de Vallecas Villaverde Villa de Vallecas Vicálvaro

Figuras

- 1 / Líneas de trabajo iniciadas del grupo AgroUrban-itdUPM.
- 2 / Absorción anual de dióxido de nitrógeno y ozono troposférico (kg).
- 3 / Valoración económica del ahorro anual por la acción de cuatro huertos urbanos.
- 4 / Comparación emisiones ligadas al consumo frente a las ligadas a la producción. *Fuentes: MAPAMA (2017), Ivanova et al. (2017).*
- 5 / Origen de las emisiones correspondientes al consumo de las personas en Madrid. *Fuente: Ivanova et al. (2017).*
- 6 / Emisiones totales en 2050 asociadas a tres dietas distintas con igual contenido calórico. Referencia: se mantienen las tendencias actuales y se aplican medidas de mitigación técnica.
- 7 / Emisiones de GEI asociadas a diferentes opciones de transporte para una misma distancia. *Fuente: Metro.net, basada en Chester et al. (2013).*
- 8 / Periodo de referencia para la estimación del cambio de comportamiento.
- 9 / Distribución de la huella de carbono (KgCO₂e) del consumo alimentario medio en los hogares madrileños
- 10 / Diferencia de emisiones de GEI en sistemas de producción convencional y ecológico.
- 11 / Emisiones de GEI por el transporte de alimentos de larga distancia
- 12 / Cambio de patrones alimentarios y de movilidad en las dos poblaciones y repercusión en emisiones de GEI.
- 13 / Gráfico radial de los indicadores socioeconómicos del distrito del Retiro en comparación con los datos medios de la ciudad de Madrid
- 14 / Gráfico radial de los indicadores socioeconómicos del distrito de Usera en comparación con los datos medios de la ciudad de Madrid.

Mapas

- 1 / Localización huertos seleccionados para estimar la capacidad de absorción de contaminantes atmosféricos por parte de las especies vegetales.
- 2 / Distribución espacial del valor promedio final de los indicadores socioeconómicos y la localización territorial de las desigualdades.

Tablas

- 1 / Valores límite establecidos para el dióxido de nitrógeno por la Unión Europea.
- 2 / Valores límite establecidos para el ozono por la Unión Europea. Objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana.
- 3 / Valores del riesgo agregado en huertos urbanos de Madrid para población adulta e infantil, y nivel de riesgo considerado aceptable para la salud humana. *Fuente: Izquierdo et al. (2015), De Miguel et al. (2016).*
- 4 / Concentración de PAHs en suelos analizados y niveles de referencia legales.
- 5 / Cambio en los hábitos alimentarios.
- 6 / Clasificación de los distritos de la ciudad de Madrid según la situación socioeconómica.

