



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-032

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Evaluación del CO₂ fijado por el arbolado urbano en la ciudad de Palencia

GARRIDO LAURNAGA, F.¹, BRAVO OVIEDO, F.¹ y ORDOÑEZ ALONSO C.¹

¹ Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales ETSIIAA (Palencia) Universidad de Valladolid

Resumen

En el presente estudio se hacen estimaciones de la cantidad de carbono acumulado y capturado anualmente por el arbolado urbano en la ciudad de Palencia (España) donde el valor de las emisiones de CO₂ es de cuatro toneladas y media por habitante/año. Para estimar las emisiones que podrían compensarse a través del carbono proveniente de la biomasa aérea en los distintos barrios de la ciudad, se realizó un inventario de arbolado urbano donde se midieron los parámetros de diámetro a la altura normal, altura del fuste y altura de la copa en un muestreo aleatorio de 1195 árboles de las diferentes especies arbóreas presentes en las zonas verdes de la ciudad con una intensidad de muestreo del 10%. Los 12.820 árboles inventariados acumulan 4100 Mg de carbono, los géneros con mayor cantidad de carbono almacenado a lo largo de su vida fueron *Plátanus*, *Pópulus* y *Acer* entre las frondosas, *Piceas* entre las coníferas y *Chamaerops* entre las Palmáceas. Los géneros con menor cantidad de carbono almacenado a lo largo de su vida fueron *Ligustrum* y *Tilus* entre frondosas y *Taxus* y *Thujas* entre las coníferas. Respecto al carbono secuestrado anualmente destacan el género *Ailanthus* con 63 kg de CO₂/año con diferencias significativas respecto a *Chamaerops* 48 kg CO₂/año y *Secuoiadendron* 47 kg CO₂/año en cuarto lugar estarían los *Salix* con 34 kg CO₂/año. A partir de *Salix*, las diferencias con el resto del arbolado estudiado no son significativamente distintas entre sí. Estableciendo un balance entre emisiones y secuestros podemos considerar que el arbolado urbano de la ciudad de Palencia absorbe solamente el 0,5% de las emisiones de CO₂. Potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero a través del arbolado urbano significa ir hacia ciudades sostenibles acordes con las demandas actuales de las sociedades desarrolladas.

Palabras clave

Inventario, biomasa, carbono, secuestro, balance.

1. Introducción

El incremento en la atmósfera de los llamados gases efecto invernadero (GEIs) y la influencia de estos sobre el cambio climático, tendrán un efecto importante en el siglo XXI, por lo que es esencial tomar las medidas oportunas para frenar las emisiones de gases a la atmósfera e incrementar su captura mediante biomasa. (DIXON et al, 1994). La quema de combustibles fósiles para sustentar las actividades industriales y de transporte junto con la deforestación, resultan ser los principales responsables del aumento en las concentraciones atmosféricas del CO₂. (IPCC, 2005). Las fuentes emisoras antropogénicas de la ciudad de Palencia son principalmente el sector doméstico y los servicios las calderas y aparatos de aire acondicionado en el sector industrial los polígonos industriales. En el transporte incluye turismos, autobuses, camiones y ciclomotores. el coche particular predomina en la ciudad, alcanzando un 78% del total de vehículos. (JCyL 2007). Los jardines y otras zonas verdes urbanas pueden colaborar en la mitigación del cambio climático mediante la acumulación de CO₂ en la fitomasa, los árboles actúan como sumideros de carbono y absorben CO₂ a un ritmo promedio, dependiendo de la especie, la productividad del sitio y los cuidados, de 6 kg por

árbol y año alcanzando su fase de mayor producción de carbono hacia los 10 años de edad. (NOWAK,1994).

No existen estudios en detalle que evalúen el carbono fijado en jardines y zonas verdes en ciudades españolas, salvo la reciente publicación en París del profesor (FIGUEROA et al., Febrero 2007).

2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es (1) analizar la importancia que puede tener el arbolado urbano como “sumidero” de CO₂ en la ciudad de Palencia y (2) determinar que especies captan mas carbono anualmente. Con este segundo objetivo pretendemos que se conozcan las especies mas recomendables a implantar en las zonas verdes urbanas con el criterio de maximizar la captura de CO₂.

3. Metodología

El proceso seguido para la obtención de los datos ha sido el siguiente:

(1) Se dividió la ciudad por barrios, siendo estos: Ave María, Avenida de Madrid, Campo de la Juventud, Centro, El Carmen, El Cristo, La Puebla, Pan y Guindas, San Antonio, San Juanillo, San Pablo, Santa Marina y Santiago (Figura 1). Se elaboró un inventario de arbolado urbano por conteo pie a pie..



Figura 1: Plano de Palencia

Se inventariaron 12.963 árboles en los jardines públicos. No se han inventariado los espacios privados o públicos como hospitales, colegios, zonas industriales, etc. De estos árboles se desestimaron 143 de aquellas especies que se encontrasen en porcentajes inferiores al 1%.

Al mismo tiempo, se realizó un muestreo aleatorio al azar de 1.195 árboles en los que se midió el diámetro normal del árbol en cm, así como la altura del fuste y altura total en m. Se midió el diámetro con cinta Pi y para la altura del fuste y altura total se utilizó un dendrómetro Vertex. Se calculó la biomasa de fuste de cada árbol mediante las ecuaciones de MONTERO et al., (2005). En el caso de especies para las que no se disponía de ecuaciones en el trabajo anterior se utilizó la fórmula general de (BROWN 1998). $BIO = VOL * DM * BEF$

$DM =$ Densidad básica Mg/m^3 . (GUTIERREZ et al., 1997)

$VOL = h * (\pi r^2)$

$BEF =$ Factor expansión biomasa (CREAF, 2002)

Para la estimación del Carbono almacenado se aplicaron los coeficientes relativos a la proporción de carbono presente en la materia seca arbórea KOLLMANN (1959) y el IPCC (1997) que consideran que el 50% de la materia seca de un árbol es carbono. En todos los casos se siguió la metodología aprobada por el IPCC. (www.ipcc.ch). Una vez convertidos los datos de biomasa en carbono, multiplicamos por la relación existente entre el peso total de la molécula de CO_2 (44) y el átomo de carbono (12) igual a 3,67 para obtener los kg de CO_2 capturados por cada kg de carbono acumulado en la biomasa seca del árbol.

$CO_2 \text{ fijado} = \text{Biomasa} * 0,5 * 3,67$ en Mg.

Para el estudio estadístico del carbono unitario anual, se utilizó el test de rango múltiple de Duncan con Prog GLM no balanceado, al ser el número de ejemplares evaluado distinto para cada especie.. Se realizó también un análisis cluster a través de un dendrograma con el programa Statistica utilizando el método de Ward con distancias euclídeas al cuadrado.

4. Resultados

En función de los árboles inventariados y de los muestreados se presentan los resultados obtenidos de CO_2 capturado en la totalidad de la muestra y a nivel individual acumulado y a lo largo de un año.

Tabla 1 Capturas de CO_2 de los árboles localizados en los jardines públicos de la ciudad de Palencia

pies Totales	nº pies muestreados	Promedio de diámetro (cm)	carbono muestreado (Kg)	carbono Total acumulado (Kg)	carbono Anual acumulado (Kg)	carbono Unitario Acumulado (Kg)	carbono Unitario anual (Kg/árbol)
12820	1195	19	376.296	4.099.397	207.128	9059	392

Con respecto al CO_2 acumulado por todos los árboles inventariados destacan entre frondosas los géneros *Plátanus* 1139 Mg, *Acer* 497 Mg y *Pópulus* 576 Mg y entre las coníferas *Cedrus* 314 Mg y *Piceas* 121 Mg por ser los que tienen mayor número de ejemplares (figura 1). Entre los que menos secuestran están los *Ligustrun* 80 t y *Ttilia* 66 t al ser los que menos ejemplares tienen y poca edad. Si analizamos el CO_2 acumulado por individuo a lo largo de su vida y establecemos una edad aproximada en función del diámetro obtenido en el inventario podremos indicar que los géneros que mas carbono tienen acumulado son *Olea* 1278 kg, *Juglans* 739 kg, *Salix* 680 kg, *Ailanthus* 630 kg y *Robinia* 634

kg entre las frondosas y *Sequoiadendron* 2368 kg y *Cedrus* 624 kg entre las coníferas. Entre las palmeras los *Chamaerops* con 1209 kg, al ser los más longevos o los que tiene una mayor tasa de crecimiento (Figura 2).

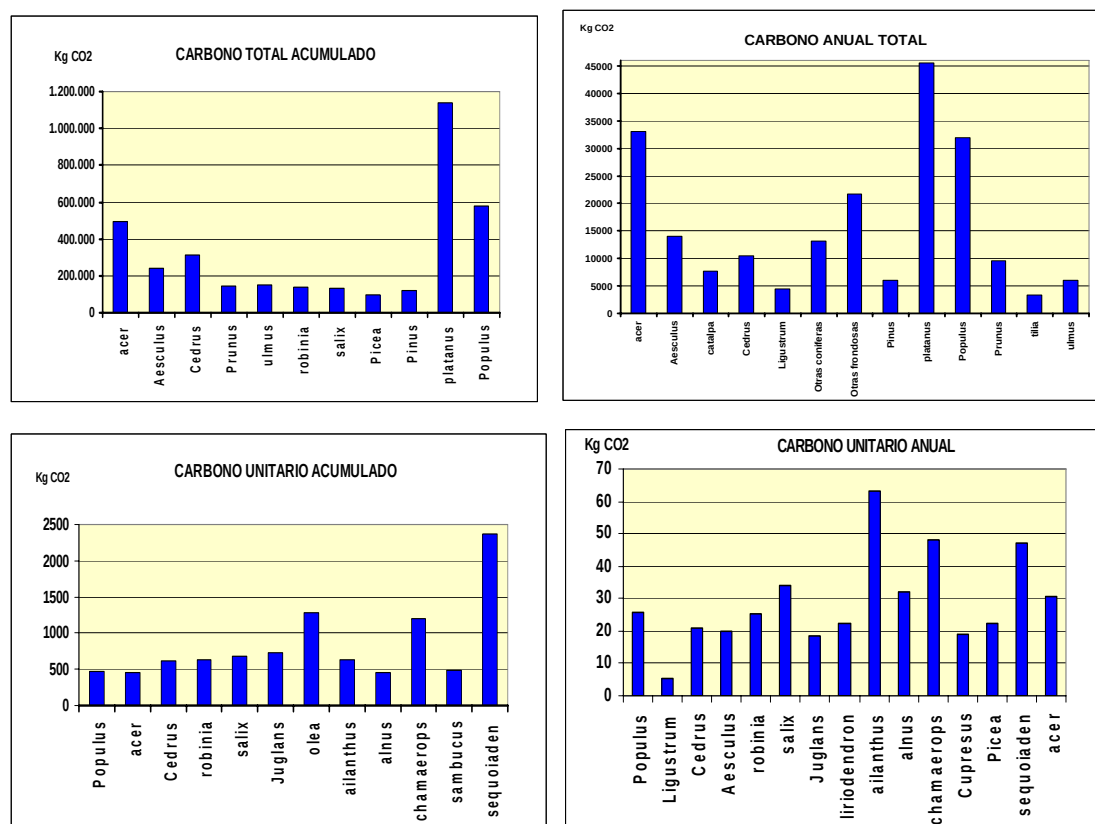


Figura 2: Resultados del CO₂ acumulado por las diferentes especies a lo largo de su vida y durante un año

Finalmente el CO₂ secuestrado anualmente por individuo podemos observar que los géneros que más carbono acumulan son *Ailanthus* 63 kg CO₂/ año, con diferencias significativas respecto al resto, seguido de *Salix* 34 kg CO₂/ año, *Alnus* 32 kg CO₂/ año y *Acer* 30 Kg CO₂/ año entre las frondosas y entre las coníferas *Secuoiadendron* 47 kg CO₂/ año y *Piceas* 22 kg CO₂/ año. Dentro de las palmeras destacan los *Chamaerops* con 48 kg CO₂/ año secuestrado.

Para contrastar estos resultados se realizó un análisis cluster a través de un dendrograma con el programa Statistica utilizando el método de Ward con distancias euclídeas al cuadrado (figura 3)

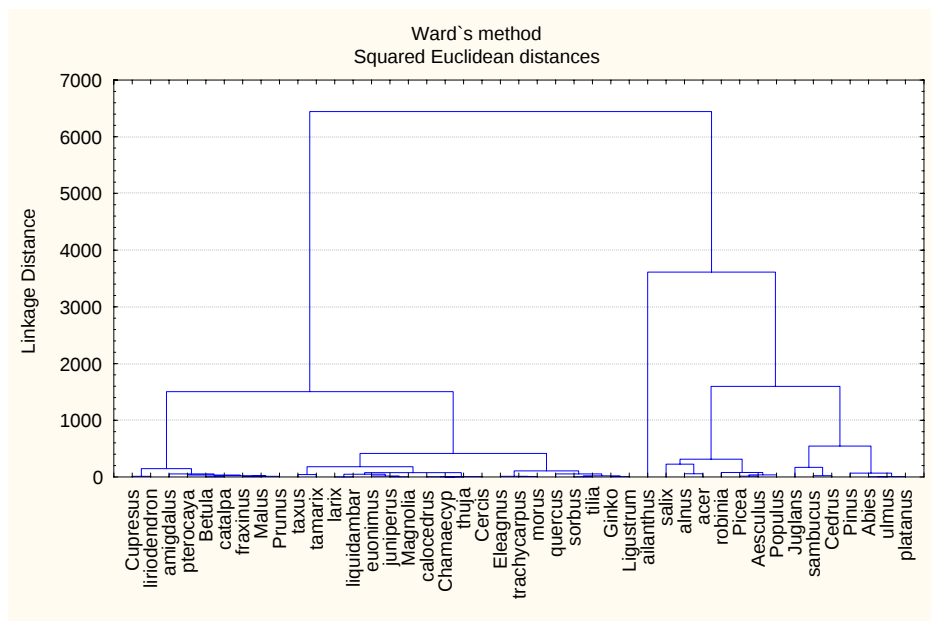


Figura 3 Dendrograma agrupando las sp arbóreas en función del CO₂ acumulado durante un año

Analizando el dendrograma podemos apreciar claramente dos grupos bien diferenciados, desde *Cupressus* a *Ligustrum* situados a la izquierda son los géneros que menos carbono acumulan durante un año y desde *Ailanthus* hasta *Plátanus* que son los que mas carbono acumulan en ese mismo año y los que realmente nos interesan para colocar como arbolado urbano. Se observa también que dentro del grupo de la derecha los *Ailanthus* son los que mas carbono capturan y que el resto a su vez se divide en dos subgrupos, de *Salix* a *Pópulus* capturan mas carbono que de *Juglans* a *Plátanus* que capturan menos.

5. Discusión

En este trabajo se presentan las estimaciones de arbolado urbano utilizando las ecuaciones ya existentes del segundo inventario forestal nacional. Sin embargo debe resaltarse, que el porte y arquitectura de estos árboles en los jardines difieren sustancialmente de los que se pueden encontrar en los hábitat naturales por lo que la validez del uso de las ecuaciones es cuestionable. No obstante el procedimiento empleado puede considerarse válido como primera aproximación de bajo presupuesto para estimar la biomas del arbolado urbano (CLAK et al.,) sobre todo si los resultados se utilizan para hacer comparaciones entre especies y no para adoptar los resultados como valores absolutos. Es evidente la necesidad de mejorar la precisión del trabajo con ecuaciones que se adapten al hábitat urbano y a las especies ornamentales utilizadas.

También añadir que al hacer un inventario no destructivo, la edad de los árboles se calculó de forma aproximada en función de la edad del parque y de la velocidad de crecimiento de la especie, lo cual puede haber producido errores en los cálculos de la biomasa.

Los efectos colaterales que podrían acaecer por el echo de reestructurar la selección vegetal, atendiendo al criterio de maximizar las capturas de CO₂ podrían ser los mayores gastos de mantenimiento, ya que estas especies como *Salix*, *Alnus*, *Acer*, *Robinia*, *Picea*, *Aésculus* y *Populus* son especies de crecimiento rápido y mas exigentes en agua y podas.

Hay que resaltar que siendo el género *Platanus* el mas numeroso con 3627 ejemplares, no sea de los que mas carbono captura 12 kg de CO₂/año, debido fundamentalmente al tipo de poda en cabeza de gato muy frecuente en la ciudad que reduce considerablemente la altura de copa y con ello la cantidad de biomasa.

6. Conclusiones

Las conclusiones del presente trabajo son las siguientes:

1. En Castilla y León, el presente estudio se constituye como el primero que se elabora sobre estimación del potencial de captura de carbono en arbolado urbano.
2. Si la captura potencial promedio anual en el área metropolitana de Palencia es de 207t CO₂ al año y estableciendo un balance entre emisiones y secuestros podemos considerar que el arbolado urbano de la ciudad de Palencia absorbe solamente el 0,5% de las emisiones de CO₂, todos estos datos nos hacen pensar en la imperiosa necesidad de aumentar el arbolado urbano en las zonas verdes de nuestra ciudad.
3. Los géneros que destacan por número de ejemplares según el inventario realizado son (*Acer*, *Aesculus*, *Ligustrum*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*). Destaca el género *Platanus* con más del 28% del total del arbolado urbano de la ciudad de Palencia. Esto podría ser peligroso en caso de pandemia ya que reduciría el número de ejemplares de forma considerable.
4. Teniendo en cuenta los criterios de captura de carbono por los diferentes géneros y buscando una mayor diversidad para la ciudad deberían quizás plantarse frondosas como *Robinias* y *Acer* para las alineaciones, *Ailanthus*, *Alnus*, *Sambucus* y *Liriodendron* en los parques y jardines, *Salix* y *Pópulus* en las zonas de ribera y *Cupresus*, *Pinus*, *Cedrus* y *Piceas* entre las coníferas.

7. Agradecimientos

El Ayuntamiento de Palencia facilitó las labores de toma de datos y documentación para la realización de los muestreos. Los alumnos de la ETS de Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid), colaboraron en la realización los muestreos.

8. Bibliografía

ABANADES, GARCÍA J.C. et al. (2007). El cambio climático en España: Estado de situación. OECC.

BRAVO, F., coord (2007). El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. Fundación gas natural.

BRAVO, F., DEL RÍO, M., DEL PESO, C., Eds (2002). El inventario forestal nacional; elemento clave para la gestión forestal sostenible. Fundación General de la Universidad de Valladolid.

BROWN, S. (2002). Measuring carbon in forest: current status and future challenges. *Environmental Pollution* 116: 363-372.

CREAF (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals). (2004). Els boscos com a font o embornal de carboni. Generalitat de Catalunya.

FIGUEROA, CLEMENTE M.E& REDONDO, GOMEZ S. (2007). Los sumideros naturales de CO₂. Universidad de Sevilla.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO. 2001 (tercer informe de evaluación). OMM.

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2006).Aplicación del protocolo de Kyoto para Castilla-León. Valladolid. CES.

KOLLMAN,F. (1959). Tecnología de la madera y sus aplicaciones, tomo primero IFIE, Madrid.

LOPEZ, GONZALEZ G. (1991) La guía incafo de los árboles y arbustos de la Península Ibérica. Madrid. Incafo.

MONTERO G & RUIZ PEINADO R & MUÑOZ M. (2005) .Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. INIA . Serie forestal.Madrid.

NAVÉS, VIÑAS F. (1995).El árbol en jardinería y paisajismo. Omega .