

## **Variación del contenido de carbono en compartimentos de *Arbutus bicolor***

Marín Pompa, Raúl Solís, José Chacón, Martín Martínez, Ricardo Valdez y José Navar

M. Pompa, R. Solís, J. Chacón, M. Martínez, R. Valdez y J. Navar  
Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales. Constitución 404 sur Zona centro · C.P.  
34000 Durango, Dgo. México.  
INIFAP. Km. 33.3 carretera Chihuahua-Ojinaga, 32910, Ciudad Aldama, Chihuahua, México.  
Universidad Autónoma Chapingo .Centro Regional Universitario Centro-Norte. El Orito, Zacatecas, México.  
mpgarcia@ujed.mx

M.Ramos.,V.Aguilera.,(eds.) Ciencias Agropecuarias, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

## Abstract

Assesing the potential for forest carbon (C) capture requires accurate assessments of C in live tree tissues. Usually has been assumed a conversion factor of 50% of the tree biomass. The objective of the present study was to determine C concentration in the main compartments of *Arbutus bicolor* S. González, M. González et P. D. Sørensen. This species has recently been described and plays an important role in the biodiversity of Mexico's forest. The total C content expressed as a percentage of biomass was determined with the *Solids TOC Analyzer* equipment. Analysis of variance evidenced that C concentration varied among compartments. Tukey's test highlighted that fruits and leaves had the highest values (51.51% y 50.96%, respectively), in contrast with roots recorded the lowest values (46.22%), whereas remaining compartments were non significantly different and showed similar behavior with intermediate values.

We conclude that C content varies substantially among tree compartments. Thus, a 50% generic value is an oversimplification of limited application in regard to estimation of C storage. Our results contribute to improving C estimates and providing a more reliable account of the mitigation potential of forests on climate change.

## 23 Introducción

El género *Arbutus* L. (Ericaceae) incluye al menos 12 especies, tres se presentan en la cuenca del mediterráneo y a lo largo de la costa Oeste de Europa, uno en las islas canarias y ocho en el continente americano, donde constituye un importante componente de bosques templados del Hemisferio Norte. En México presenta su mayor diversificación, con siete de las 12 especies conocidas a nivel mundial González-Elizondo et al., (2012), lo que contribuye a la diversidad florística en nuestro país (Rzedowski, 1978).

*A. bicolor* es una especie representativa en los ecosistemas montañosos del norte de México y de reciente descripción en la literatura científica. Se destaca por su gran valor ambiental, así como la importancia etnobotánica y económica que representa. Tradicionalmente en algunas comunidades las hojas se usan medicinalmente, los frutos son comestibles y su madera se utiliza para confeccionar artesanías. Adicionalmente, su belleza escénica le confiere una importancia paisajística debido a sus atractivos frutos rojos en el otoño-invierno y flores blanco-rosadas en el otoño (González-Elizondo et al., 2013; Sáez et al., 2011).

A pesar de esta información científica, no se han realizado estudios en México tendientes a entender parámetros básicos para conocer su productividad y consecuentemente prescribir las prácticas silvícolas coherentes con el manejo sustentable de ecosistemas forestales (Navar-Chaidez y González-Elizondo, 2009). Paralelamente, las predicciones climáticas sugieren que los bosques sufrirán serios impactos por el aumento de la temperatura y sequías recurrentes (Williams et al., 2012). Dados estos escenarios que ponen en vulnerabilidad a la especie, es importante adoptar estrategias de manejo y conservación. La captura de carbono en especies forestales constituye una alternativa clave para contribuir a las consideraciones de manejo y conservación de las especies, así como para mitigar el cambio climático global (Litton et al., 2004; Acosta-Mireles et al., 2009).

La estimación del contenido de carbono es el primer paso para diseñar tales esquemas de manejo. Diversos estudios han abordado el estudio de especies denotando la variabilidad de su contenido en la biomasa, en función de la especie y el tejido del árbol (Gayoso y Guerra, 2005; Yereña et al., 2012a; Yereña et al., 2012b).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue calcular su contenido de carbono total para sus componentes: raíz, tallo, corteza, rama, ramilla, hoja y fruto. Con ello esperamos que su conocimiento incentive la realización de estudios que la integren en los esquemas de manejo ante el cambio climático global.

### 23.1 Materiales y métodos

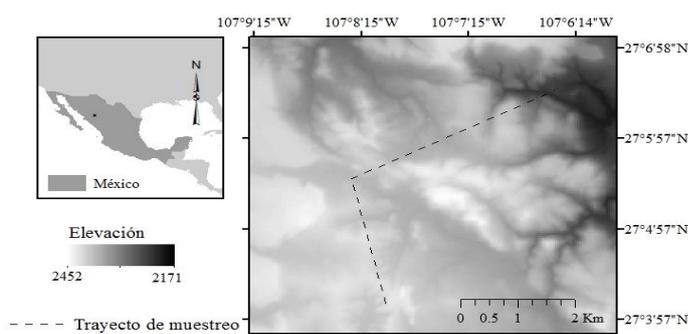
#### Descripción de la especie

*Arbutus bicolor* S. González, M. González et P. D. Sørensen, sp. nov., está muy relacionada con *A. xalapensis* H.B.K. Se diferencia de ésta última por tener las ramillas y pecíolos densamente glandular pubescentes, las hojas marcadamente bicolors con envés blanquecino a ocre pálido debido a la presencia de indumento denso y uniforme de pelos apretadamente crespos, las hojas de color rojo intenso en la senescencia, así como las flores de color rosa o raramente blanco. *A. bicolor* está ampliamente distribuida en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico, alcanzando la vertiente occidental de la Sierra Madre Oriental. Se registran híbridos esporádicos con *A. madrensis* S. González, *A. occidentalis* McVaugh & Rosatti, *A. tessellata* Sørensen y *A. xalapensis*. González-Elizondo et al., (2012).

#### Área de estudio

El área de estudio se ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental (Figura 1). Son terrenos bastante accidentados con elevaciones y depresiones muy irregulares. La vocación y el uso del suelo es forestal; el bosque de esta región está compuesto por vegetación arbórea principalmente de las regiones de clima templado y semifrío, por lo común los géneros presentes son *Pinus*, *Quercus*, *Arbutus*, y *Juniperus* (Pompa-García et al., 2011).

**Figura 23** Localización del área de estudio



#### Proceso secuencial

Aprovechando áreas sometidas a cambios de uso de suelo para tendido de líneas de conducción eléctrica, en un trayecto de 7 km se muestreó un individuo por categoría diamétrica de 5 a 40 cm. Para cada árbol se procedió a la extracción de al menos de 250 gramos en peso verde de los siguientes componentes: raíz (a 30 cm de profundidad), corteza, fuste (a 1.3 m), ramas ( $\geq 0.5 < 2$  cm de diámetro), ramillas ( $< 0.5$  cm de diámetro), hojas y frutos en cada uno de los cuatro puntos cardinales, con el uso de hachas, tijeras y taladros de pressler (para el caso del fuste), mientras que para el caso de las raíces se utilizaron herramientas de excavación.

Previa identificación, las muestras se llevaron al laboratorio y según los procedimientos recomendados por Avendaño et al., (2009) se colocaron en una estufa de secado VWR modelo 1305U a 105 °C, hasta obtener un peso constante; en seguida, se fragmentaron en un molino pulverizador Fritsch modelopulverisette2, para dejarlas en fracciones menores de 10  $\mu$ , que fueron depositadas en bolsas de plástico con su respectiva identificación de acuerdo a la metodología descrita por Yereña et al., (2012a).

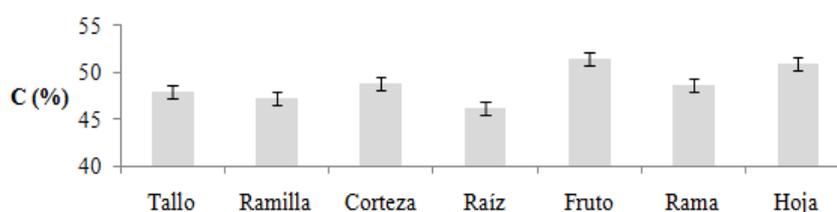
La concentración de carbono total se obtuvo con un equipo Solids TOC Analyzer modelo 1020A de O-I-Analytical, que analiza muestras sólidas mediante combustión completa, a una temperatura de 900 °C; los gases resultantes son medidos a través de un detector de infrarrojo no dispersivo que contabiliza las moléculas de carbono contenidas en ellos (Monreal et al., 2005). Se realizaron al menos 3 repeticiones por muestra procurando que la desviación estándar no rebasara el 0.6% del contenido del carbono (Lamlon and Savidge, 2003).

El diseño experimental empleado para el análisis de los resultados del laboratorio fue completamente al azar. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) con el programa estadístico SAS (2004) para determinar si existían diferencias significativas entre los siete componentes. Cuando se detectaron diferencias estadísticas ( $p=0.05$ ) en el análisis de varianza se procedió a la comparación de medias con una prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

## 23.2 Resultados y discusión

Los análisis del contenido promedio de C para *A. bicolor* mostraron que el porcentaje varió desde 46.22% para el caso de la raíz, hasta 51.51% para el fruto (Figura 2). Las hojas se distinguieron por su alto contenido de C (50.96%), mientras que las ramas, ramillas, corteza y tallo presentaron valores intermedios y muy similares entre sí (48.58%, 47.23%, y 47.88%, respectivamente).

**Figura 23.1** Contenidos de C por componente para *A. bicolor*



Los análisis de varianza mostraron que el modelo del contenido del carbono en función de los componentes, explicó satisfactoriamente su variación ( $R^2=0.74$ ). Las pruebas de significancia sugieren que al menos uno de los tratamientos resultó altamente significativo de los demás ( $F<0.05$ ). La comparación de medias reflejó que los porcentajes promedio de los componentes raíz, fruto y hojas presentaron diferencias significativas, mientras que el tallo, corteza, ramas y ramillas no presentaron diferencias significativas entre sí ( $p>0.05$ ).

Las concentraciones de C en la mayoría de especies usualmente se ha asumido un 50% , dado que la fórmula promedio molecular para plantas vivas así lo reporta (Bert y Danjon, 2006). Consecuentemente, los datos obtenidos en el pasado resultaban sesgados en sus estimaciones del contenido de C en los bosques. Por ejemplo, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006) sugería un valor por defecto de 50%, que en relación a los valores aquí obtenidos resultaría en subestimaciones del 1.51% y 0.96%, para el fruto y la hoja respectivamente.

Ante dicho escenario nuestros resultados adquieren relevancia. Las pruebas realizadas revelan que no hay consistencia del contenido de C entre los componentes del árbol. Ello sugiere congruencia con la literatura reciente que reporta variaciones del contenido C según la especie, la sección del árbol, su edad y condiciones ecológicas (Lamlon and Savidge, 2003; Bert y Danjon, 2006, McClaranet al., 2013).

Los análisis de varianza confirmaron que la concentración de C varía entre componentes. Así los frutos y las hojas presentaron los valores más altos de C ( $p < 0.05$ ). Para Bert y Danjon, (2006) lo anterior se atribuye a que en dichos tejidos se realiza mayormente el proceso de fotosíntesis, que acompañado con azúcares propicia la elevada concentración de carbohidratos. En contraste, la raíz tuvo el más bajo contenido de C, lo que ha sido asociado con los contenidos de almidón caracterizados por bajas concentraciones de C.

El contenido de C en el tallo, corteza y ramas mostró porcentajes similares. Dichos resultados se explican por la composición química de celulosas y lignina que en su mayoría constituyen la madera (Fonseca et al., 2012), a excepción de las ramillas, que almacenan C en forma de carbohidratos y compuestos de reserva destinados para la formación de nuevos tejidos reproductivos o vegetativos (Yerenaet al., 2012a). Recientes estudios realizados para *A. xalapensis* H.B.K. (Jiménez et al., 2013), resaltan los contenidos de C de esta especie lo que concuerda tendencialmente con nuestros datos. Específicamente sus hojas resultaron con el porcentaje más alto de todos los componentes de las especies estudiadas. La corteza, ramas, ramillas y fustes presentaron una tendencia similar. Sin embargo, en dicho estudio omitieron considerar los frutos y las raíces, cuyos valores extremos en nuestros resultados adquieren notoriedad y a nuestro conocimiento constituyen la primer aportación al respecto. Además, ello adquiere mayor relevancia por la reciente descripción de *A. bicolor* que usualmente se confunde con otras especies del mismo género (González-Elizondo et al., 2012). Particularmente, representa una contribución a la florística del norte de México ante el contexto de la difusión de la investigación botánica del presente (Meave et al., 2012).

Los resultados encontrados proveen información sustentada que demuestra la capacidad de *A. bicolor* para almacenar C. Este conocimiento puede conducir a la elaboración de políticas ambientales encaminadas a la conservación y manejo sustentable de ecosistemas forestales. También contribuye a un mejor conocimiento de los flujos de C ante la problemática del cambio climático. Cruz-Cárdenas et al., (2012) señala que el C es la variable edáfica más importante que se asocia con la edad de los bosques. Para López-Mata, et al., (2012) la riqueza de plantas vasculares se correlaciona estrechamente con la acumulación de carbono orgánico en los suelos y por ello amerita mayor investigación. Consecuentemente, su conocimiento constituye un factor clave para establecer estrategias viables encaminadas a la mitigación del CO<sub>2</sub>.

### 23.3 Conclusiones

El presente estudio provee la primer descripción de las variaciones del contenido de C para *A. bicolor*. Los contenidos de C en sus diferentes componentes presentaron diferencias significativas. Se destaca el mayor contenido del fruto (51.51%) y las hojas (50.93%), mientras que el valor más bajo se presenta en la raíz (46.22%). El resto de los componentes almacena cantidades similares sin variación significativa. Consecuentemente, la hipótesis de suponer valores por defecto (i.e. del 50%) en los contenidos del C no resulta razonable, debido a múltiples factores que afectan a las especies y sus componentes.

Los resultados sugieren correspondencia con aquellos reportados para especies del mismo género y resultan relevantes ante la reciente descripción botánica de esta especie. Así mismo, constituyen información estratégica para su posible aplicación ante el cambio climático y flujos de C.

### 23.4 Agradecimientos

Los autores desean agradecer a Socorro González-Elizondo por su apoyo en la identificación botánica del material vegetativo. El financiamiento fue posible gracias al apoyo de movilidad de la UJED.

### 23.5 Referencias

Acosta-Mireles M., Carrillo-Anzures F. y Díaz-Lavariaga M. 2009. Determinación del carbono total en bosques mixtos de *Pinus patula* Schl. et Cham. *TERRA Lationamericana* 27(2):105-114.

Avendaño D., Acosta M., Carrillo F. y Etchevers. J. 2009. Estimación de biomasa y carbono en un bosque de *Abies religiosa*. *Fitotecnia Mexicana* 32(3): 233-238.

Bert D. y Danjon F. 2006. Carbon concentration variations in the roots, stem and crown of mature *Pinus pinaster* (Ait.). *For. Ecol. Manag.* 222: 279–295.

Cruz-Cárdenas G., Villaseñor J.L., López-Mata L. y Ortiz E. 2012. Potential distribution of humid mountain forest in Mexico. *Botanical Sciences* 90(3):331-340.

Fonseca W., Alice F.E. y Rey-Benayas J.M. 2012. Carbon accumulation in aboveground and belowground biomass and soil of different native forest plantations in the humid tropical lowlands of Costa Rica. *New Forest* 43: 197-211. DOI: 10.1007/s11056-011-9273-9.

Gayoso J. y Guerra J. 2005. Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile. *Bosque* 26(2):33-38.

González-Elizondo M.S., González-Elizondo M., Tena-Flores J.A., López-Enriquez L.I., Ruacho-González L., Retana-Rentería F.I. y Delgado-Zamora D.A. 2013. Ericáceas en La Sierra Madre Occidental, México: Diversidad y distribución. *Ibugana* 4: 97–108.

González-Elizondo M.S., González-Elizondo M. y Sørensen P.D. 2012. *Arbutus bicolor* (ericaceae, arbutae), a new species from Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 99:55-72

IPCC. 2006. Forestlands. Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Institute for Global Environmental Strategies (IGES): Hayama, Japan. Volume 4, p. 83.

Jiménez P.J., Treviño G.E. y Yerena Y.J.I. 2013. Concentración de carbono en especies del bosque de pino-encino en la sierra madre oriental. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4(17):50-60

Lamloom S.H. y Savidge R.A. 2003. A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy*. 25(4):381-388.

- Litton C.M., Ryan M.G. y Knight D.H. 2004. Effects of tree density and stand age on carbon allocation patterns in postfire lodgepole pine. *Ecological Applications* 14(2):460-475.
- López-Mata L., Villaseñor J.L., Cruz-Cárdenas G., Ortiz E. y Ortiz-Solorio C. 2012. Predictores ambientales de la riqueza de especies de plantas del bosque húmedo de montaña de México. *Botanical Sciences*. 90(1):27-36.
- Meave J.A., Terrazas T., Ibarra-Manríquez G., Lorea-Hernández F.G., Gallardo-Cruz J. A., Medina-Lemos R., Portilla-Alonso R.M., Sálas-Morales S.H. y Valencia S.A. 2012. Botanical Sciences, nuevo nombre y otras adecuaciones editoriales para el Boletín de la Sociedad Botánica de México. *Botanical Sciences* 90(1), 1-11.
- McClaran M.P., Mcmurtry C.R. y Archer S.R. 2013. A tool for estimating impacts of woody encroachment in arid grasslands: allometric equations for biomass, carbon and nitrogen content in *Prosopis velutina*. *Journal of Arid Environments* 88:39-42
- Monreal C.M., Etchevers B.J., Acosta M., Hidalgo C., Padilla J. R., López M., Jiménez L. y Velásquez A. 2005. A method for measuring above- and below-ground C stocks in hillside landscapes. *Can. J. Soil Sci.* 85: 523-530.
- Navar-Chaidez J.J. y González-Elizondo S. 2009. Diversidad, Estructura y Productividad de Bosques Templados De Durango, México. *Polibotánica* 27: 71-87.
- Pompa-García M., de los Santos-Posadas H.M., Zepeda-Bautista M.E. y Corral-Rivas J.J. 2011. Un modelo dendrométrico para estimación del diámetro normal a partir de las dimensiones del tocón. *Agrociencia* 45(3), 379-387.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. D.F.
- Sá O., Pereira J.A. y Baptista P. 2011. Optimization of DNA Extraction for RAPD and ISSR Analysis of *Arbutus unedo* L. Leaves. *Int. J. Mol. Sci.* 12(6): 4156-4164.
- SAS (Statistical Analysis System). 2004. SAS user's guide statistics. Release 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Yerena Y.J.I., Jiménez P.J., Aguirre C.O.A. y Treviño G.E.J. 2012a. Contenido de carbono total de especies arbóreas y arbustivas en áreas con diferente uso, en el matorral espinoso tamaulipeco, en México. *Bosque* 33(2):145-152.
- Yerena Y.J.I., Jiménez P.J., Aguirre C.O.A., Treviño G.E.J. y Alanís R.E. 2012b. Concentración de carbono en el fuste de 21 especies de coníferas del noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 3(13):49-56.