

ACUMULACION DE CARBONO EN PLANTACIONES MIXTAS Y PURAS EN EL TROPICO HUMEDO

Daniel Shepherd *, Florencia Montagnini
Unidad de Silvicultura de Plantaciones
Área de Manejo y Conservación de Bosques y Biodiversidad
* School of Forestry and Environmental Studies,
Yale University, New Haven, CT, U.S.A.

Abstract

Proper design and management of plantations can increase biomass accumulation rates, making them more effective carbon sinks. We compared biomass production and carbon sequestration by three 6-year-old native tree plantations in pure and mixed-species plots in the Atlantic humid lowlands of Costa Rica. In Plantation 1, *Vochysia guatemalensis* had the highest levels of carbon accumulation ($40.2 \text{ Mg C ha}^{-1}$) followed by *Jacaranda copaia* ($40.1 \text{ Mg C ha}^{-1}$) and the four-species mixed stands ($39.0 \text{ Mg C ha}^{-1}$). In Plantation 2, the mixed plantations and *Dipteryx panamensis* (19.9 and $19.57 \text{ Mg C ha}^{-1}$) had the highest carbon accumulation. In Plantation 3, *Hyeronima alchorneoides* had the highest values ($15.8 \text{ Mg C ha}^{-1}$) followed by *V. ferruginea* ($13.4 \text{ Mg C ha}^{-1}$) and the four-species mixture ($11.4 \text{ Mg C ha}^{-1}$). The results suggest that several native tree species in the region have a potential for high carbon accumulation and that changing plantation design can increase the biomass accumulation rates of tree plantations.

Introducción

El uso de plantaciones forestales para la acumulación de carbono de la atmósfera se ha incrementado en la última década (Andrasko 1990, Cairns & Meganck 1994). El uso de plantaciones puede ser múltiple: rehabilitación de suelos, beneficios económicos directos, y absorción de carbono. Sin embargo, deberían probarse diseños alternativos, incluyendo las plantaciones mixtas, para determinar la manera más efectiva y productiva de acumular carbono, especialmente en áreas degradadas. Las plantaciones mixtas bien planificadas proveen productos más diversos que las plantaciones puras, contribuyendo a disminuir los riesgos ante la inseguridad de los mercados, además de disminuir la incidencia y severidad de ataque de ciertas plagas, complementar el uso de recursos del ecosistema, y otros beneficios (Wormald 1992, Montagnini *et al.* 1995).

En este trabajo medimos la producción de biomasa aérea de doce especies nativas en tres plantaciones experimentales en rodales mixtos y puros en la región húmeda del Atlántico de Costa Rica. Resultados anteriores habían indicado la capacidad de las plantaciones mixtas de producir niveles relativamente elevados de biomasa (Montagnini & Porras 1998). En el presente estudio se realizaron mediciones a los seis años de edad. Aunque es difícil extrapolar a una rotación completa, los resultados sugieren opciones para aumentar la acumulación del carbono atmosférico, en alternativas económicamente factibles para los agricultores.

Metodología

El estudio se desarrolló en La Estación Biológica La Selva, cantón Sarapiquí, provincia de Heredia, Costa Rica (10°22'N, 83°59'W, 35-137 msnm). La temperatura promedio es de 24°C y la precipitación anual promedio es de 4000 mm. Las plantaciones se establecieron en 1991 en un área de pastizal abandonado. El área experimental es plana y uniforme. Los suelos son Fluventic Dystropepts, derivados de aluviones volcánicos. Son profundos, bien drenados, libres de rocas, con contenido de materia orgánica bajo o mediano (2.5-4.5%), textura moderadamente pesada, ácidos (pH < 5.0) y poco fértiles (Sancho & Mata 1987).

Las plantaciones consistían de 12 especies nativas: Plantación 1: *Jacaranda copaia*, *Vochysia guatemalensis*, *Calophyllum brasiliense* y *Stryphnodendron microstachyum*; Plantación 2: *Terminalia amazonia*, *Dipteryx panamensis*, *Virola koschnyi* y *Albizia guachapele*; Plantación 3: *Hyeronima alchorneoides*, *Pithecellobium elegans*, *Genipa americana* y *Vochysia ferruginea*. Las parcelas de 32 x 32 m² se encuentran en bloques al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos: parcelas puras de cada especie, una parcela mixta con las 4 especies, y una parcela de regeneración natural (Montagnini & Porras 1998).

En el presente estudio, las plantaciones se ralearon por segunda vez, eliminando la mitad de los árboles de las parcelas que habían sido raleadas 3 años atrás, dejando a las plantaciones a una distancia de 4 m x 4 m (625 árboles/ha). En cada parcela se seleccionaron tres árboles para determinaciones de biomasa. Se separó el material en troncos, ramas y hojas, se pesó en el campo, y se tomaron sub-muestras para llevar a estufa a 70°C.

Se usó la relación peso seco: peso húmedo para corregir los datos de campo. La biomasa promedio por árbol se multiplicó por el número de árboles por hectárea, corrigiendo según la mortalidad, para obtener biomasa por hectárea. El contenido de carbono fue calculado asumiendo que la biomasa es aproximadamente un 50% de carbono (Brown & Lugo 1982).

Resultados y Discusión

En la Plantación 1, *Jacaranda copaia* en rodales mixtos tuvo la mayor biomasa aérea por árbol, más del doble que en plantación pura (Fig. 1). Más del 90% de la biomasa total se encontró en el tronco. En segundo lugar se encontraba *Vochysia guatemalensis*, también con mayor biomasa en plantación mixta que en pura. Por el contrario, los árboles de *Calophyllum brasiliense* tuvieron más del doble de biomasa en plantación pura que en mixta. Al extrapolar a biomasa por hectárea, las plantaciones puras de *V. guatemalensis* tuvieron la mayor biomasa (91.2 Mg ha⁻¹), seguidas por la plantación mixta de 4 especies (90.1 Mg ha⁻¹), *J. copaia* y *C. brasiliensis* (Shepherd & Montagnini 1999). Sin embargo, la biomasa total de la plantación mixta fue mayor que la suma de ¼ de hectárea de cada una de las especies plantada en rodales puros (10.8 + 21.0 + 22.8 + 0 = 54.6 Mg ha⁻¹).

En la Plantación 2, *Terminalia amazonia* en rodales mixtos tuvo la mayor biomasa por árbol (Fig. 2) seguido por *Dipteryx panamensis* en rodales mixtos, mientras que *Albizia guachapele* en plantación mixta tuvo la menor biomasa. La mayor biomasa total por hectárea se encontró

en la plantación mixta de 4 especies, seguida por *D. panamensis*, *T. amazonia*, y *V. koschnyi* (Shepherd & Montagnini 1999). Nuevamente, la biomasa de la plantación mixta (57.0 Mg ha^{-1}) fue mayor que la suma de $\frac{1}{4}$ de hectárea de cada una de las especies plantada en rodales puros ($7.06 + 13.7 + 12.8 + 12.4 = 46.0 \text{ Mg ha}^{-1}$).

En la Plantación 3, *Hyeronima alchorneoides* en mixtas tuvo la mayor biomasa, seguida por *Vochysia ferruginea* y *H. alchorneoides* en plantaciones puras (Fig. 3). *H. alchorneoides* tuvo la mayor biomasa por hectárea, seguida por *V. ferruginea* y la plantación mixta. Tal como en las otras dos plantaciones, la suma de la biomasa de $\frac{1}{4}$ de hectárea de cada especie en plantación pura ($2.32 + 11.0 + 5.94 + 10.5 = 29.8 \text{ Mg ha}^{-1}$) fue menor que la biomasa de la plantación mixta (36.0 Mg ha^{-1}).

Figure 1. Average dry weight per tree in the four different tree species of Plantation #1

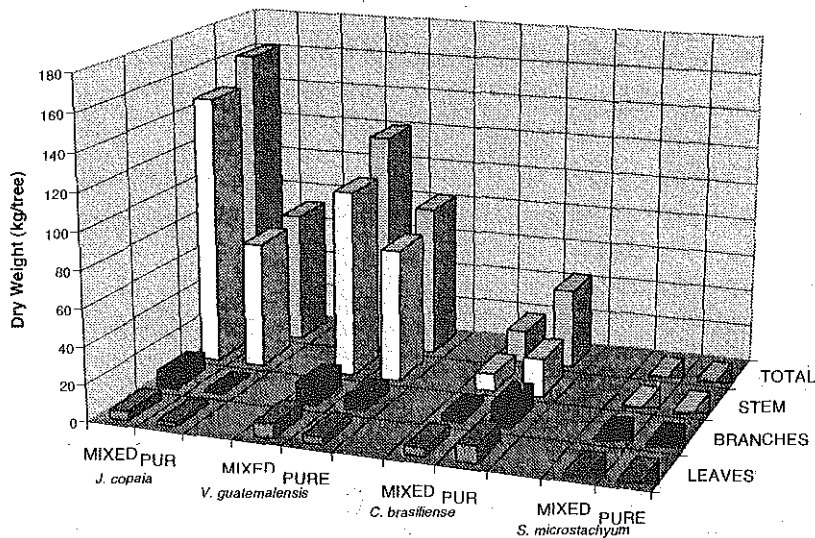


Figure 2. Average dry weight per tree in the four different tree species of Plantation #2

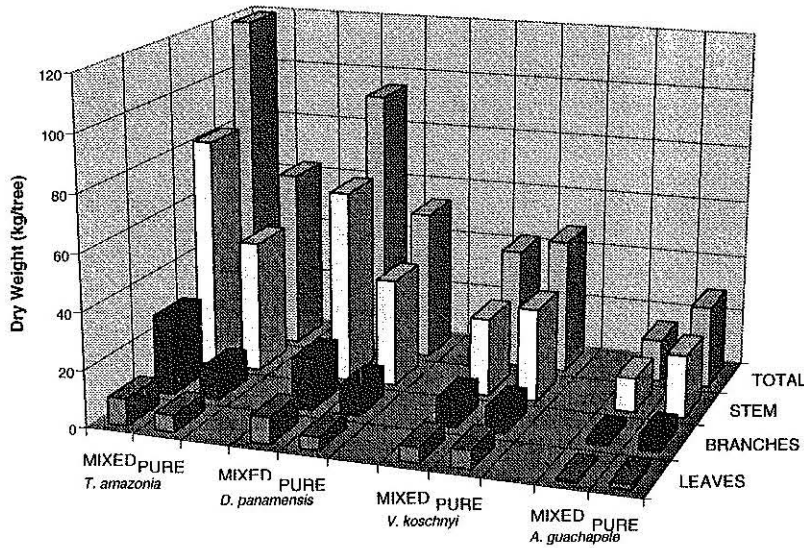
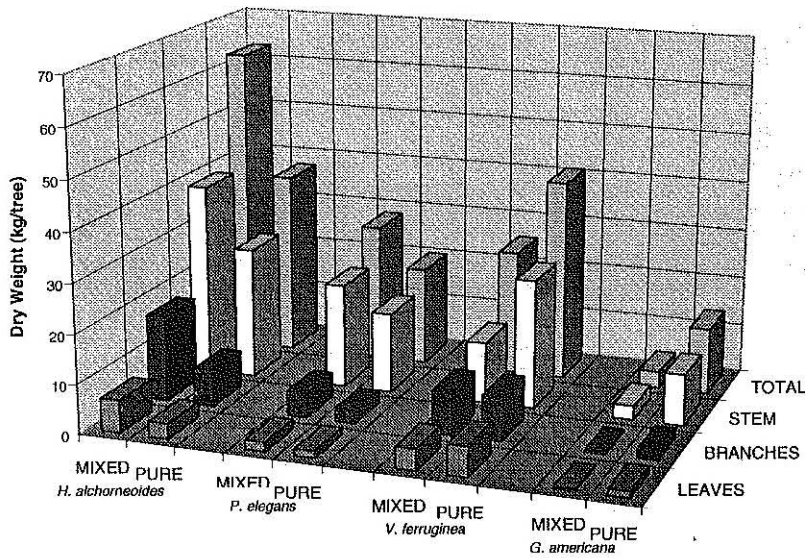


Figure 3. Average dry weight per tree in the four different tree species of Plantation #3



Aparentemente en condiciones mixtas, con menor competencia intra-específica, las especies mencionadas crecen mejor en diámetro, lo cual es consistente con resultados anteriores (Montagnini *et al.* 1995, Montagnini & Porras 1998). Las parcelas mixtas en la Plantación 2 tuvieron mayor biomasa por hectárea, y en las otras dos plantaciones las parcelas mixtas dieron valores intermedios. Sin embargo, en las tres plantaciones, las parcelas mixtas tuvieron mayor biomasa que la suma de $\frac{1}{4}$ de hectárea de cada una de las especies que la componen en plantación pura. Esto sugiere que las plantaciones mixtas, si son planificadas considerando la respuesta de cada especie, pueden producir mayor biomasa que si en la misma área de terreno se plantara con parcelas puras.

El uso de especies de crecimiento rápido y lento en la misma plantación tiene la ventaja adicional de producir madera en diferentes rotaciones, con productos más rápidos pero de menor precio, y otros más lentos pero de mejor valor de mercado. La madera de las especies más lentas es también un reservorio de carbono a más largo plazo. La tasa de acumulación de carbono en la Plantación 1 fue 1.74-6.86 Mg C ha⁻¹ año⁻¹, el doble que en Plantación 2 y el triple que en Plantación 3, valores comparables con otras plantaciones tropicales (Schroeder 1992).

Los bosques acumulan más del 90% del carbono terrestre (Andrasko 1990). Aunque las plantaciones forestales acumulan carbono a una tasa más rápida que los bosques naturales, los bosques primarios conservan más carbono por hectárea. Sin embargo, las opciones para acumular carbono atmosférico deben ser integradoras e incluir las plantaciones forestales, ya que éstas pueden contribuir a la toma de carbono, y al mismo tiempo proveer beneficios económicos a los agricultores (Schroeder & Ladd 1991).

Literatura citada

- ANDRASKO, K. 1990. Global warming and forests: An overview of current knowledge. *Unasylva* 41: 3-11.
- BROWN, S. & LUGO, A. E. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica* 14: 161-187.
- CAIRNS, M. A. & MEGANCK, R. A. 1994. Carbon sequestration, biological diversity, and sustainable development: Integrated forest management. *Environmental Management* 18 (1): 13-22.
- MONTAGNINI, F., GONZÁLEZ, E. J., PORRAS, C. & RHEINGANS, R. 1995. Mixed and pure forest plantations in the humid neotropics: A comparison of early growth, pest damage and establishment costs. *Commonwealth Forestry Review* 74(4): 306-314.
- MONTAGNINI, F., & PORRAS, C. 1998. Evaluating the role of plantations as carbon sinks: An example of an integrating approach from the humid tropics. *Environmental Management* 22: 459-470.
- SANCHO, F. & MATA, R. 1987. Estudio detallado de suelos. Estación Biologica La Selva. Organización para estudios tropicales. San Jose, Costa Rica.
- SCHROEDER, P. 1992. Carbon storage potential of short rotation tropical tree plantations. *Forest Ecology and Management* 50: 31-41.
- SCHROEDER, P., & LADD, L. 1991. Slowing the increase of atmospheric CO₂: A biological approach. *Climatic Change* 19: 283-290.
- SHEPHERD, D. & MONTAGNINI, F. 1999. Carbon Sequestration Potential in Mixed and Pure Tree Plantations in the Humid Tropics. *Journal of Tropical Forest Science*. Submitted.
- WORMALD, T. J. 1992. *Mixed and pure forest plantations in the tropics and subtropics*. FAO Forestry Paper 103. FAO Technical Papers. FAO, Rome. 152 pp.