

MODELOS ALOMETRICOS PARA ESTIMACION DE CARBONO EN ALISO
(Alnus acuminata O. Ktze) **BAJO SISTEMA AGROFORESTAL EN LA**
SIERRA ECUATORIANA¹

Johanna Muñoz H.², Raúl Ramos V.³, José Riofrío S.⁴, Carlos Nieto C.⁵

1. INTRODUCCION

La creciente preocupación sobre los efectos potencialmente desastrosos del calentamiento global en varias regiones del mundo se está enfrentando con la incapacidad de muchos países de reducir sus emisiones netas de gases de invernadero en la medida y en la extensión requeridas por el Protocolo de Kyoto (Michel, 2002).

Está comprobado que las actividades humanas son causantes de cambios en la composición de la atmósfera. Los incrementos en la concentración de CO₂, N₂O y otros gases en la atmósfera son los causantes del efecto invernadero. Entre las actividades humanas causantes del incremento de gases en la atmósfera están: el uso desmedido de combustibles fósiles, por la industria y el transporte y las actividades agropecuarias, entre ellas el cambio de uso del suelo, por tala de la foresta, las quemadas y el uso de insumos industriales (Mintzer, 1992).

Entre 1989 y 1990 las emisiones de CO₂ provenientes del uso de combustibles fósiles se estimó en 6.0 ± 0.5 Gt de Carbono (C) (Gt = 10^9 t = gigatón = mil millones de toneladas), comparada con 5.7 ± 0.5 Gt C emitidas en 1987 (IPCC, 1990). Por otro lado, el flujo neto de CO₂ emitido por cambio en el uso del suelo (principalmente por deforestación), se ha estimado en 1.6 ± 1 Gt C para la década de los 80 (IPCC, 1992).

El Protocolo de Kyoto y las subsecuentes Conferencias de las Partes (COP) de la Convención de Cambio Climático han despertado interés sobre el potencial de los ecosistemas Forestales y Agroforestales para fijar carbono, ya que la única forma de limpiar el CO₂ de la atmósfera es a través de la fotosíntesis. Considerar este servicio ambiental y evaluarlo en términos ecológicos puede estimular proyectos forestales dentro del marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (Benítez *et al*, 2002).

La capacidad de los bosques y de los diferentes sistemas agroforestales para captar el carbono, se concentra tanto en la biomasa aérea como en la radicular, por lo tanto la evaluación se desarrolla por medio de un inventario de la biomasa total existente en el sistema, expresando los valores en toneladas de carbono por hectárea para lo cual se utiliza la fracción de carbono que dentro de las políticas del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), recomienda utilizar 0,5 como fracción de carbono en materia seca en caso de no existir datos disponibles.

¹ Basado en tesis de pre grado. Cuantificación del carbono almacenado en dos sistemas agroforestales probados en la Estación Experimental Santa Catalina, Cutuglagua – Pichincha. (En edición)

² Egresada de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto Colombia

³ Técnico Responsable del Programa de Forestería de la Sierra EESC – INIAP. rramos@catie.ac.cr

⁴ Egresado de la Facultad de Recursos Naturales, Escuela Politécnica del Chimborazo. Riobamba Ecuador.

⁵ Director Ejecutivo de la “Fundación Desde el Surco”

La cuantificación de carbono almacenado en un bosque o una especie forestal específica, se realiza a través de la estimación de biomasa, conociendo como tal a la cantidad total de materia orgánica viva de la parte aérea de las plantas, expresada como toneladas en peso seco al horno por unidad de área (Brown,1997). Dicha estimación se puede realizar por el método destructivo que consiste en cortar los árboles y realizar las mediciones respectivas, o por el método no destructivo, el cual estima la biomasa por medio de análisis de regresión. Los modelos alométricos, son ecuaciones matemáticas que relacionan la biomasa con las mediciones de la vegetación leñosa en pie (Diámetro a la Altura del Pecho, altura comercial, altura total, crecimiento diamétrico) (Araújo *et al*, 1999).

En el presente trabajo se utilizan datos de biomasa seca estimada de 30 árboles raleados de sistema agroforestal evaluado en la sierra ecuatoriana.

2. OBJETIVO GENERAL

Probar el ajuste de ecuaciones alométricas, para estimar el contenido de carbono almacenado en Aliso (*Alnus acuminata*. O. Ktze) bajo un sistema agroforestal evaluado en la sierra ecuatoriana, a los doce años de su instalación.

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Descripción del campo experimental

La evaluación de la biomasa y carbono se realizó en un experimento agroforestal de doce años de edad, instalado en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, ubicada en la Parroquia Cutuglahua, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, a 3050 m de altitud, 0° 22' Latitud Sur y 78° 23' de Longitud Oeste, 12° C de temperatura promedio y 1200 mm de precipitación anual. Los suelos corresponden al orden Andisoles, de textura franca y de topografía relativamente plana.

Descripción del experimento.

La especie evaluada es el componente arbóreo de un sistema agroforestal, que está formado por dos hileras de árboles de 30 m de largo, con 30 árboles y 30 arbustos, separados en forma alternada a 1 m dentro de hileras y a 2 m entre hileras. Las barreras están orientadas de Norte a Sur. El área ocupada por el sistema es de 2808 m², incluidos caminos.

Metodología de toma de datos

- **Determinación de biomasa y carbono**

Se aplicó un sistema de raleo del 50% del total de los árboles en el sistema agroforestal, para permitir que este todavía sea funcional para otras evaluaciones; y se tomó una muestra de 9 árboles, que corresponde al 15 % del total de la población, para la cuantificación de biomasa y carbono, por el método destructivo. Antes de comenzar el muestreo se midió el DAP y altura de los árboles.

Para el muestreo de biomasa por el método destructivo se dividió en cuatro componentes cada árbol: Fuste (diámetro > 5 cm), Ramas Gruesas (diámetro 3 - 5 cm.), Ramas Delgadas (diámetro < 3 cm) y Hojas, con el fin de obtener el peso fresco y biomasa de cada una de estas partes.

- **Biomasa de Fuste y ramas**

Para determinar la biomasa del fuste se cortaron y pesaron trozas de 1.20 m de longitud; posteriormente de cada troza se cortó una rodaja de 3 cm de espesor para determinar el porcentaje de materia seca en el laboratorio (en estufa a 75 °C hasta llegar a peso constante). Se determinó por separado la biomasa de ramas gruesas y delgadas; se pesó en el campo el total de ramas y se tomó una muestra de 1 kg, para determinar el porcentaje de materia seca en el laboratorio, empleando la misma metodología tanto para fuste como para ramas, utilizando la siguiente fórmula:

$$B = (P \times \% MS) \div 100$$

Donde:

B = Biomasa de cada componente
P = Peso de cada componente (fuste o ramas)
MS = Materia Seca (%)



Foto 1. Muestreo de troza para determinación de materia seca.



Foto 2. Separación de componentes del árbol.

- **Hojas**

Se consideró como hojas lo que corresponde al limbo y pecíolo. Para determinar la biomasa se pesaron el total de hojas en el campo y se tomó una muestra de 200 g (aprox.), para determinar el porcentaje de materia seca en el laboratorio, y luego se aplicó la siguiente fórmula.

$$B_h = (P_h \times \% MS) \div 100$$

Donde: Ph = Peso total de las hojas



Foto 3. Peso de hojas de aliso en campo.

- **Biomasa total (Bt)**

Es la sumatoria de la biomasa de fuste, biomasa de ramas y biomasa de hojas.

$$B_t = B_f + B_r + B_h$$

4. RESULTADOS ESPERADOS

Generación y selección de modelos

Los datos fueron analizados con el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS). Los modelos se seleccionaron considerando parámetros estadísticos, la relación entre los valores observados y los estimados, la lógica y aplicabilidad del modelo en el campo. Estadísticamente se consideró el coeficiente de determinación (R²), El coeficiente de determinación ajustado (R² –ajustado), Raíz del cuadrado medio del error, suma de cuadrados de los residuales, PRESS y prueba de F (análisis de varianza): Pr > F para el modelo, la prueba de sesgo de estimación del modelo, utilizando la diferencia agregada (DA).

5. BIBLIOGRAFIA

- Araujo, T.M., Higuchi, N., De Carvalho Junnior, J.A. 1999 “Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Parana, Brazil”. *Forest Ecology and Management*. 117: 43-52.
- Benitez, P., De Koning, F., Lopez, M., Paredes, H. 2002. Estimación de carbono en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales en el Noroccidente del Ecuador. Informe TWF-31s. Del Programa de Apoyo Ecológico (TÖB) de la Cooperación Técnica Alemana GTZ. Eschborn – Alemania. 2 p.
- Brown, S. 1997 (a). Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono. In Congreso Forestal Mundial (11, Antalya, Turquía). Actas. Antalya, Turquía, Ministry of Forestry. p.107-128.
- IPCC, 1992. Climate Change 1992. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge.
- Michel, R. 2002. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. FAO. Roma – Italia.
- Mintzer, I. 1992. *Confronting Climate Change. Risk Implications and Responses*. Cambridge, University Press, Cambridge.
- Ruiz, A. 2002. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Mantiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 106 p.