ALMACENAMIENTO DEL CARBONO ORGÁNICO EN CAMBOATÁ-BLANCO (*Matayba elaeagnoides* RADLK.) EN SUCESIÓN SECUNDARIA DE UN BOSQUE ESTACIONAL DECIDUO[1]

ORGANIC CARBON STOCK IN CAMBOATÁ-BRANCO (*Matayba elaeagnoides* RADLK.) IN SECONDARY SUCESSION OF SEASONAL DECIDUOUS FOREST

Flávia Gizele König Brun [2]
Eleandro José Brun [3]
Solon Jonas Longhi[4]

Fecha de recepción: 14/07/2008
Fecha de aceptación: 05/12/2008

1. Parte de la Disertación de Maestría en Ingenieria Forestal – UFSM de la primera autora.
2. Eng. Ftal., M.Sc. Doctoranda en Recursos Forestales ESALQ/USP – Rua Visconde do Rio Branco, 451/141 – Barrio Alto, Piracicaba/SP/Brasil. CEP: 13419-110. E-mail: flaviagizele@yahoo.com.br.
3. Eng. Ftal. Dr. Profesor de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná – Campus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – Dois Vizinhos/PR/Brasil. CEP: 85660-000. E-mail: eleandrobrun@utfpr.edu.br.
4. Eng. Ftal., Prof. Dr. DCFL/CCR/UFSM (Bolsista CNPq) – Av. Roraima, 1000, Prédio 44, Sala 5268 – Campus UFSM, Bairro Camobi, Santa Maria/RS/Brasil. CEP: 97.105-900. E-mail: solon@pesquisador.cnpq.br.

SUMMARY

The organic carbon (C) stock was studied in *Matayba elaeagnoides* in one secondary phase of a seasonal seciduous forest, in Santa Tereza/RS. With biomass accumulation data and C content in the fractions leaves, live branches, dead branches, bark and wood, as well as the in growth evaluations from the arboreous individuals with circumference at breast height ≥ 10 cm, done in 1996, 1999 and 2003, in permanent plots; models were elaborated to describe the C accumulation. The selected models were: $C=b0+b1.h_c^2$ (leaves), $C=b0+b1.h_c^2+ b2\ 1/1,3-d$ (dead branches), $C=b0+b1.d$ (barks) and $C=b0+b1.d^2$ (live branches and wood). The priority of C allocation was: wood > live branches > barks > dead branches > leaves. The specie presented decline behavior inside of the forest and C dynamics, given the superiority in values of the mortality rate (3,3%) in relation to individuals' entrance rate (0,8%), that, hereafter, it can qualify the species as source of carbon in the succession.

Key words: forest succession, biomass, growth, carbon sequestration.

RESUMEN

Se estudió el carbono orgánico (C) acumulado en *Matayba elaeagnoides* en una sucesión secundaria de bosque estacional decidual, en Santa Tereza/RS/ Brasil. Se usaron datos de biomasa acumulada y proporción de C en las fracciones hojas, gajos vivos, gajos muertos, corteza y madera, así como en evaluaciones de crecimiento de los árboles con CAP≥10 cm, realizadas en 1996, 1999 y 2003, en parcelas permanentes, se elaboraron modelos para describir la acumulación de C en la especie. Los modelos seleccionados para la descripción de la cantidad de C fueron: $C=b0+b1.h_c^2$ (hojas), $C=b0+b1.h_c^2+ b2\ 1/1,3-d$ (gajos muertos), $C=b0+b1.d$ (corteza) y $C=b0+b1.d^2$ (gajos vivos y madera). La prioridad de alquiler del C fue: madera>gajos vivos>corteza>gajos muertos>hojas. La especie presentó comportamiento de declínio dentro de la dinámica del bosque y de C, por la superioridad de la tasa de mortandad (3,3%) en relación al de ingreso de individuos (0,8%) lo que, en el futuro, puede calificar la especie como fuente de C en la sucesión.

Palabras clave: sucesión forestal, biomasa, crecimiento, secuestro de carbono.

INTRODUCCIÓN

La acción antrópica devastadora sobre los bosques ocasionó el aumento de la concentración de gases de polución por las quemas y la mala utilización del suelo, generando efectos como la menor asimilación del carbono por la reducción de la masa fotosintética viva. Se cita que desde el año 1850 hasta el presente, la deforestación viene contribuyendo con aproximadamente un tercio de aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera (MARCENE *et al.* 2006). GLENDAY *et al.* (2006) estiman que 13.000.000 ha de bosque tropicales están siendo destruidas cada año por la deforestación, emitiendo de 5-8 Giga toneladas de carbono en la atmósfera.

Dentro de este escenario, la relevancia de los bosques como forma de reducción de gases del efecto invernadero, por medio de la bioacumulación en sus tejidos, logro *status* de forma principal de mitigación

del calentamiento global. En este sentido, surgió una nueva demanda dirigida a las investigaciones de restauración y dinámica de bosques naturales, que es la de cuantificar el potencial de estos ecosistemas forestales y discutir la eficacia en la reducción de los niveles de CO_2 atmosférico (MELO y DURIGAN, 2006). Para que se lleve a cabo este intento, es importante que las especies componentes de estos bosques sean estudiadas, así como su potencial de acumulación de carbono, para fundamentar proyectos de uso de las mismas.

Con base en estos aspectos el estudio tuvo por objetivo cuantificar el almacenamiento de C acumulado en Camboatá-blanco (*Matayba elaeagnoides*) a lo largo del desarrollo de sucesión secundaria de un Bosque Estacional Decidual, en Santa Tereza/RS/Brasil.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en Santa Tereza/Río Grande do Sul/Brasil. El bosque secundario tiene aproximadamente 53 años de edad, localizado en las coordenadas geográficas 29º09'29''Sul y 51º41'49''Oeste, altitud de 180 m. El clima de la región es tipo Cfa segundo Köppen (MORENO, 1961), temperatura, lluvias bien distribuidas en el año, precipitación media anual de 1800 mm; temperaturas del mes más frío entre -3º y 18°C, media del mes mas cálido es superior a 22ºC y media anual alrededor de 18°C.

Los suelos del área de estudio se caracterizan como una asociación entre Cambissolo Húmica alumínica típico, eutrófico, La chernozenico, con profundidad variando de rasos a profundos, presentando un perfil de secuencia con horizontes A–B–C, con Nevosuelos litolicos, rasos (STRECK *et al.* 2002).

En el área aparecen 48 especies, pertenecientes a 39 géneros y 23 familias, entre las cuales, las de mayor riqueza de especies fueron Leguminosas (8 especies), Lauráceas (5), Flacourtiaceae, Mirtáceas y Sapindáceas (4). Estas 5 familias abarcaron 52,1% de las especies muestradas. En cuanto al número de individuos, la familia Sapindáceas representó 46,2%, seguida de Leguminosas (16,8%) y Meliáceas (10,2%) (VACCARO, 1997).

El Camboatá-blanco es una Sapindácea, típica de formaciones secundarias, ocurriendo de Minas Gerais hasta el RS, donde está bastamente dispersa por todos los bosques primarios y secundarios de las formaciones latifoliadas del Alto Uruguay, Plan alto Medio, Sierra del Sureste y Fralda de la Sierra General. Tiene porte medio, hasta 25 m de altura, diámetro entre 40-60 cm. Puede ser usada en la recomposición forestal de márgenes de ríos, reservas y en áreas de vegetación secundaria, señalando la preservación, pues los frutos atraen la avifauna (LONGHI, 1995).

Para la validez del incremento y de la dinámica del C en las especie fueron utilizados datos de 10 parcelas permanentes de 10 m x 20 m sistemáticamente distribuidas, donde fueron medidos: Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP), altura total (h_t) y altura de inserción de la copa (h_{ic}), de todos los individuos con CAP≥10 cm (VACCARO, 2002). Las mediciones fueron realizadas en los años de 1996, 1999 y 2003. La variable altura de copa (h_c) fue obtenida por la diferencia h_t - h_{ic}.

Para entender mejor la dinámica del C, se estimaron las tasas de ingreso y mortandad de individuos, adaptándose para eso los criterios establecidos para esta etapa sucesional descritos en VACCARO (2002), procediendo por la base de cálculo del período de 1996 a 2003, empleándose las siguientes expresiones matemáticas:

$$TAI_j = \frac{\sum_{ij}(I_i/m_i*12)}{N_j}*100 \quad (1)$$

$$TAM_j = \frac{\sum_{ij}(M_i/m_i*12)}{N_j}*100 \quad (2)$$

Donde: TAI_j = Tasa anual media de ingreso de la especie j, expresado en porcentaje; TAM_j = Tasa anual media de mortandad de la especie j, en porcentaje; $\sum_{ij}$ = Sumatorio de las parcelas i de la especie j; I_i = Número de árboles en la parcela i entre 1996 y 2003; M_i = Número de árboles que murieron en las parcela i entre 1996 y 2003; m_i = Intervalo entre mediciones de la parcela i, en meses; N_j = Número de árboles vivos de la especie j en 1996.

Con base en la muestra desarrollada por BRUN (2004), todos los individuos con CAP≥10 cm fueron medidos e identificados. Las plantas fueron derrumbadas con moto-sierra, y los troncos fueron medidos según el método de Smalian (FINGER, 1992).

Después de eso, los árboles fueron separados en fracciones del tronco, corteza del tronco, gajos vivos, hojas y gajos muertos. A partir del tronco, se consideró gajos todo el material leñoso por encima del punto de inversión morfológica. La masa fresca de las hojas, gajos vivos y muertos, corteza y madera fueron determinados con balanza de gancho, en el bosque.

Para el muestreo de las fracciones madera y corteza, fueron retiradas, con el uso de moto-sierra, tres discos de 5 cm de espesor, el de 5%, 50% y 95% de largor del tronco. De estos tres discos, se separó la corteza de la madera y se evaluó sus masas húmedas. A partir de la relación masa seca/masa húmeda de las muestras de estas fracciones, se estimó el porcentual de madera y de corteza de cada muestra y entonces la masa seca total de las mismas, para el tronco entero.

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Ecología Forestal de la Universidad Federal de Santa

María, donde fueron secadas en estufa con circulación y renovación de aire a 75ºC por 72 horas y pesadas en balanza de precisión, señalando la determinación de la masa seca de las fracciones. Las muestras fueron molidas en molino willey, con filtro de 30 *mesh* y los contenidos de C fueron obtenidos conforme la metodología de TEDESCO *et al.* (1995). El almacenamiento de C, en kg ha^{-1}, fue calculado a partir de la biomasa seca (kg) y de los almacenamiento de C para cada componente de la biomasa, fortaleciendo el contenido total del mismo y su incremento medio anual (IMC).

El modelaje de la cantidad de C acumulado partió de las variables cantidad de C en la fracción, Diámetro a la Altura del Pecho (d), altura total (h_t) y altura de copa (h_c). Un análisis de correlación inicial entre h_c y d para las fracciones de la copa (hojas, gajos vivos y muertos) y entre d y h_t para las fracciones del fuste (corteza y madera) fue realizada de forma de evaluar el error de Interacción entre las variables. Las correlaciones con valor <0,6 fue baja. En los casos en que ambas variables independientes presentaban tal condición, se las utilizaba para la elaboración de modelos de doble entrada conteniendo las dos variables (altura y diámetro).

El modelaje para cada fracción fue realizado por el procedimiento *Stepwise*, opción *Forward* del Software S.A.S 8.0. Para la opción del procedimiento *Forward* se debe partir de la variable independiente más correlacionada con la variable dependiente para pasar al paso siguiente, incluir una variable más que presente mayor correlación parcial y posteriormente ser evaluadas por el test F (SCHNEIDER, 1998). Los parámetros analizados para la selección del mejor modelo fueron: Coeficiente de Determinación (R^2), Error estandar de estimación (S_{yx}) (kg C/árboles) y Valor de F calculado (F).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta las correlaciones establecidas entre la cantidad de C en las diferentes fracciones de la biomasa de los árboles y las variables dendrométricas mensuradas para la construcción de los modelos matemáticos, para la estimativa en las diferentes fracciones formadoras de la biomasa. El C de las fracciones hojas y gajos muertos obtuvo mayor correlación proporcional con la variable h_c. Los gajos vivos presentaron comportamiento semejante a las fracciones del fuste (corteza y madera), con correlaciones más significativas con d del que en relación a h_c y h_t. Tal hecho se debe a que esas fracciones presentan un comportamiento de acumulación de C en sus tejidos.

Las plantas presentan mecanismos de asimilación de CO_2 flexibles para suplir las necesidades de los órganos de las plantas, siendo controlada conforme la demanda (manutención, crecimiento y acumulación), donde, en la planta, los productos asimilados en los sitios de producción (tejidos fotosintéticamente activos "fuente" (hojas y gajos vivos)) son transportados continuamente hacia otros locales, donde serán consumidos o acumulación (zonas de crecimiento, semillas, frutos y tejidos de deposición, "drenos").

Tabla 1: Correlación de Pearson entre la cantidad de carbono en las diferentes fracciones de la biomasa de *Matayba elaegnoides* (Camboatá-blanco) con las variables mensuradas.
Table 1: Pearson correlation between the carbon quantity in the different biomass fractions of *Matayba elaegnoides* (Camboata-branco) with the measured variables.

Fracción	d	h_c	h_t
Hojas	0,715	0,920	
Gajos vivos	0,875	0,807	
Gajos muertos	0,781	0,827	
Corteza	0,970		0,762
Madera	0,986		0,702

Donde: d = diámetro a la altura del pecho; h_c = altura de copa y h_t = altura total.

Por tanto, para un desarrollo armónico de la planta como un todo es esencial que cada uno de los órganos y tejidos reciba la cantidad necesaria de asimilación y que este abastecimiento sea efectuado en el tiempo correcto, por medio de cambios de prioridad en el abastecimiento, para que sea posible mantener suplida una zona de franco crecimiento y al mismo tiempo evitar que un tejido u órgano senescente sea súper-abastecido. LARCHER (2000),

Para la construcción del modelo de la estimativa de la cantidad de C en las hojas del *Matayba elaeagnoides*, fue inserta solo la variable h_c^2 a un nivel de tolerancia de 0,5%. El test de significancia para los parámetros de la ecuación fue altamente significativo a 99,5% de probabilidad de confianza, siendo que para el coeficiente angular (b1) el valor de F' fue igual a 57,78. El error estandar de estimación fue de apenas 0,022 kg de C por árboles, y un coeficiente de determinación igual 0,948, con excelente precisión y óptimo ajuste (Tabla 2).

En la fracción gajos vivos fue inserta apenas la variable d^2 a un nivel de tolerancia de 0,5% para las estimativas de la cantidad de C aprobado en esta fracción. El test de significancia para los parámetros de la ecuación fue altamente significativo a un nivel de 99,6% de probabilidades de confianza, siendo que para el coeficiente angular (b1) el valor de F' fue igual a 11,9. El error estandar de estimación fue de 1,001 kg de C por árboles, y un coeficiente de determinación igual 0,78 indicando una buena precisión.

Tabla 2: Parámetros estadísticos obtenidos en el modelaje de la cantidad de C en las hojas, gajos vivos, gajos muertos, corteza y madera, para árboles de *Matayba elaeagnoides*, en kg, en función de las variables independientes.
Table 2: Statistical parameters from the modeling process of the C quantity in the leaves, live branches, dead branches, bark and wood, in *Matayba elaeagnoides* in kg trees^{-1}, in function of independent variables.

Paso Nº.	Regresiones	Parámetros estadísticos				R^2	S_{yx}	F
		B_j	S_{yx} B_j	F'	Prob>F			
Fracción hojas								
01	C_f= b0 + b1 h_c^2	b0= 0,0018	0,017	0,01	0,9205	0,9481	0,022	57,78
		b1= 0,00425	0,001	57,78	0,0051			
Fracción gajos vivos								
01	C_{gv}= b0 + b1 d^2	b0= -0,3013	0,712	0,18	0,7006	0,7871	1,001	11,09
		b1= 0,0176	0,005	11,09	0,0447			
Fracción gajos muertos								
01	C_{gm}= b0 + b1 h_c^2	b0= 0,0518	0,061	0,72	0,4848	0,862	0,080	12,54
		b1= 0,0090	0,003	12,54	0,0713			
02	C_{gm}= b0 + b1 h_c^2 + b2 1/1,3-d	b0=-0,3291	0,018	347,56	0,0341	0,999	0,005	1.781,6
		b1= 0,0154	0,000	2.137,2	0,0138			
		b2=-1,7090	0,077	489,40	0,0288			
Fracción corteza								
01	C_c= b0 + b1 d	b0= -0,9736	0,3553	7,51	0,0713	0,94	0,295	47,04
		b1= 0,2381	0,0347	47,0	0,0063			
Fracción madera								
01	C_m= b0 + b1 d^2	b0= -1,358	0,890	2,33	0,224	0,985	1,252	198,2
		b1= 0,093	0,007	198,2	0,001			

Siendo: C_f= cantidad de C en la fracción hojas por árbol (kg); C_{gv}= cantidad de C en la fracción gajos vivos por árbol (kg); C_{gm}= cantidad de C en la fracción gajos muertos por árbol (kg); d = diámetro a la altura del pecho (cm); h_c= altura de copa (m); C_c= cantidad de C en la fracción corteza por árbol (kg); C_m= cantidad de C en la fracción madera por árboles (kg); B_j= parámetros de la ecuación; S_{yx} B_j= error estandar de estimación de los parámetros B_j; F'= valor de F calculado para test de hipótesis de los parámetros; Prob>F= probabilidad mayor que el valor de F calculado; R^2= coeficiente de determinación; S_{yx}= error estandar de estimación, expresado en (kg); F= valor de F de la ecuación.

Para gajos muertos, dada la proximidad entre los valores establecidos por la correlación, fue elaborado un modelo de doble entrada conteniendo d y h_c, para garantizar una mayor precisión estadística, aunque la mayor interacción presentada fue para h_c. En el paso 1, para la estimativa de la cantidad de C en los gajos muertos, fue incluida la variable h_c^2. El test de significancia para los parámetros de la ecuación fue altamente significativo al nivel 99,7% de probabilidad de confianza, siendo que para el coeficiente angular b1 el valor de F' fue igual a 12,54.

En el paso 2, fue incluida la variable independiente 1/1,3-d, siendo el valor del test F' del parámetro b2, vinculado a la variable, igual a 489,4, también significativo al nivel de 99,9% de probabilidad de confianza. El error estandar de estimación fue de 0,005 kg de C por árboles, y el coeficiente de determinación fue de 0,99. En el paso 3, la inclusión de más una variable independiente en el modelo no fue posible para un nivel de 0,5% de tolerancia. Debido a que los parámetros estadísticos F calculados de la regresión y los valores de F' para los coeficientes de la ecuación presentan mayor precisión en el paso 2, se ha seleccionado la referida ecuación para la estimativa de la cantidad de C contenida en la fracción gajos muertos.

En las estimativas del modelo para la cantidad de C para la fracción corteza fue insertada solo la variable d^2 a un nivel de tolerancia de 0,5% para las estimativas de la cantidad de C alojado en esta fracción. El test de significancia para los parámetros de la ecuación fue altamente significativo a un nivel de 99,9% de probabilidad de confianza, siendo que para el coeficiente angular (b1) el valor de F' fue igual a 47,04. El error estandar de estimación fue de 0,2953 kg de C por árbol, y un coeficiente de determinación de 0,94 indicando buena precisión para el modelo.

En el modelo para la cantidad de C en la fracción madera, fue insertado solo la variable d^2 a un nivel de tolerancia de 0,5% para las estimativas de la cantidad

de C prestados en esta fracción. El test de significancia para los parámetros de la ecuación fue altamente significativo a un nivel de 99,9% de probabilidad de confianza, siendo que para el coeficiente angular (b1) el valor de F' fue igual a 198,16. El error estandar de estimación fue de 1,25 kg de C por árboles, y un coeficiente de determinación de 0,98, indicando buena precisión para el modelo.

Con base en la cantidad acumulada de C en las diferentes fracciones (Tabla 3), se observa que la fracción con el mayor potencial de acumulación fue la madera, la cual representó en media 73,5% del C acumulado, seguido de los gajos vivos, con 13,5%, siendo que las demás fracciones (hojas, gajos muertos y corteza), juntas presentaron solo 13,0% del C de la biomasa total.

Ocurrió una disminución de C en las fracciones hojas y gajos muertos, que resultaron respectivamente en incrementos medios de -0,3 kg C ha^{-1} $año^{-1}$ y -0,9 kg C ha^{-1} $año^{-1}$, en cuanto que las fracciones gajos vivos y madera obtuvieron incrementos de 4,4 kg C ha^{-1} $año^{-1}$ y 22,4 kg C ha^{-1} $año^{-1}$, indicando la evolución del bosque a un estadio forestal más avanzado.

Según LARCHER (2000), las comunidades en estadio de sucesión inicial, pasan por una fase de construcción de la comunidad (crecimiento), donde es pequeña la masa de troncos y raíces, que es dependiente de la asimilación producida por las hojas, durante la fase joven de la planta, lo que lleva a una producción primaria alta y a un excedente de substancias orgánicas, así toda la comunidad crece rápidamente. Aún, con el envejecimiento, se dirige para la fase madura, en la cual la biomasa se mantiene primeramente positiva, y más tarde, tiende a un valor nulo. Por tanto, cuanto mayor el porte del árbol, más desfavorable se vuelve la relación entre los tejidos verdes (hojas) y no-verdes (madera, corteza y gajos), resultando en una ganancia fotosintética suficiente solo para reponer el follaje y mantener la respiración de una enorme masa de troncos, ramas y raíces en crecimiento.

La condición enunciada se confirma a través de los estudios de VACCARO (2002), que afirma que el crecimiento del bosque secundario de la presente área, en relación a un estadío secuencial de terrero deforestado adyacente, con cerca de 30 años de abandono de uso, fue de – 2,55 % y que la gran mortandad de individuos en este grupo de sucesión conduce a la misma para un estadío secuencial posterior. Esto puede ser observado para en presente especie, que presenta una tasa de mortandad de 3,3% y tasa de ingreso de nuevos individuos de solo 0,8%.

BRUN (2004) relató que la cantidad de C ubicadas en las raíces gruesas y finas en el bosque secundario fue de 17,6 Mg ha^{-1}, mientras que en el estadío secuencial anterior (terrero deforestado) es de apenas 13,5 Mg ha^{-1}, reforzando la tendencia propuesta, de que la especie se encontraría en su estado maduro dentro de la sucesión, donde los aportes de C son esencialmente translocados para la manutención y formación de los tejidos de los troncos y raíces.

Además de eso, el modelo estructural del bosque secundario en estudio, propuesto por VACCARO (1997), demostró que la referida especie, dentro de la sucesión, se presenta en el estrato intermedio, comportándose como en constante competencia, principalmente por luz. Eso resulta en un desarrollo de copas de pequeña proporción a lo largo de su crecimiento, lo que explica el incremento negativo de C en hojas y la gran incidencia de gajos muertos de la copa, que se vuelven la principal fuente de C para el suelo, pues son fracciones con período relativamente corto de descomposición. Eso coloca a la especie, en el presente momento, como acumuladora, pues las emisiones oriundas del proceso de descomposición de las fracciones aún son compensadas por el potencial de acumulación de las otras especies de la sucesión.

Tabla 3: Contenido de C (kg ha^{-1}) e incremento (kg ha^{-1} $año^{-1}$) en los diferentes compartimientos de la biomasa de *Matayba elaeagnoides* en el periodo de 1996 a 2003 en el Bosque Estacional Decidual, Santa Tereza/RS/Brasil.

Table 3: Carbon quantity (kg ha^{-1}) and the increase (kg ha^{-1} ano^{-1}) in the different biomass fractions of *Matayba elaeagnoides*, in the period between 1996 and 2003, in the Seasonal Deciduous Forest of Santa Tereza/RS/Brazil.

Año	Fracciones (kg ha^{-1})						Nº arboles ha^{-1}
	Hojas	G. vivo	G. muerto	Corteza	Madera	Biomasa	
1996	8,4	225,5	26,1	190,2	1.233,2	1.683,4	175
1999	10,6	238,4	30,6	197,0	1.300,4	1.777,0	170
2003	6,1	256,4	20,0	203,7	1.389,8	1.876,0	145
Media	**8,4**	**240,1**	**25,6**	**196,7**	**1.307,8**	**1.778,8**	**163**
IMC (kg ha^{-1} ano^{-1})	**-0,3**	**4,4**	**-0,9**	**1,9**	**22,4**	**27,5**	**-**

El potencial de acumulación de C en la fracción gajos muertos fue extremadamente sensible a las perturbaciones, pues en medida que se reduce el grado de perturbación del bosque, es mayor la cantidad de C en la fracción. El estudio de MEDEIROS (2004) señala el acumulo de C en la regeneración natural, en una formación nativa altamente perturbada, después de 20 años de acciones antrópicas, donde la especie se presentó con árboles de diámetros variando entre 3,2 y 4,8 cm, llegando a un valor de solo 0,08 kg C ha^{-1}, en cuanto en el presente estudio, donde el tiempo transcurrido por la perturbación es de 53 años, se observó 20,0 kg C ha^{-1}. En el estudio de WATZLAWICK *et al.* (2004), en área con menor grado de degradación, el acumulo en esta fracción fue de 102,5 kg C ha^{-1}. La fracción hojas demostró un comportamiento estático para el almacenamiento de C cuando comparadas las formaciones forestales en sus diferentes pasantías de sucesión. Gajos vivos, corteza y madera mantuvieron una tendencia ascendente en el acumulo.

Con base en el perfil estructural del bosque en estudio (VACCARO, 1997), se observa que la especie no se presenta en el grupo formador de los estratos. Según el autor, en el cambio del estado secundario para el maduro, se nota una reducción de 50% en el número de individuos por hectárea, y que las mayores tasas de mortalidad son de individuos pertenecientes al grupo ecológico secundario tardío, al cual la especie pertenece, indicando el declínio de la misma dentro del bosque, con el seguimiento de la sucesión.

CONCLUSIONES

Los modelos matemáticos para estimar la cantidad de C acumulado en las fracciones de la biomasa aérea fueron: $C = b0 + b1\ h_c^2$ (hojas); $C = b0 + b1\ h_c^2 + b2\ 1/1{,}3 - d$ (gajos muertos); $C = b0 + b1\ d$ (cortezas) y $C = b0 + b1\ d^2$ (gajos vivos y madera).

La prioridad de prestamos del C fue: madera > gajos vivos > corteza > gajos muertos > hojas.

La especie presentó comportamiento de declínio dentro de la dinámica del bosque y del C, por la superioridad en valores de la tasa de mortalidad (3,3%) en relación a la tasa de ingreso de individuos (0,8%), que, en el futuro, puede calificar la especie como fuente de C en la sucesión.

El comportamiento de la especie en cuanto a su dinámica del carbono es semejante a su dinámica sucesional en el bosque, dónde es una especie secundaria inicial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de Río Grande do Sul (FAPERGS) por la ayuda financiera concedida para la recolección de datos y al Consejo de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) por la concesión de la beca de maestría a la primera autora.

BIBLIOGRAFÍA

BRUN, E. J. 2004. Biomassa e nutrientes na Floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza, RS. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

FINGER, C. A. 1992. Fundamentos de biometria florestal. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 269 pp.

GLENDAY, J. 2006. Carbon storage and emissions offset potential in an East African Tropical Rain Forest. Forest Ecology and Management, n. 235, pp. 72 – 83.

LARCHER, W. 2000. Ecofisiología vegetal. São Paulo: Rima, 531 p.

LONGHI, R.A. 1995. Livro das árvores: árvores e arvoretas do sul. Porto Alegre: Editora L&PM, 176 pp.

MARCENE, E.A.; Corte, A. P; Sanquetta, C. R.; Schneider, C. R. 2006. Variação nos teores e estoques individuais de carbono fixado com o crescimento de *Gmelina arborea* Roxb. na região litorânea do Paraná, Brasil. Scientia Forestalis, n. 71, pp 55 – 63.

MEDEIROS, J.A.F. 2004. Quantificação de biomassa e carbono orgânico na regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista–Nova Prata, RS. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MELO, A.C.G.; Durigan, G. 2006. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. Scientia Forestalis, n. 71, pp 149 – 154.

MORENO, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Sec. Agricultura, 73 pp.

SCHNEIDER, P. R. 1998. Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal, Santa Maria: CEPEF, 236pp.

STRECK, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D.; Klamt, E.; Nascimento, P.C.; Schneider, P. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS. 107 pp.

TEDESCO, M.J.; Gianello,C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. 1995. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS. 118 pp. (Boletim Técnico).

VACCARO, S. 1997. Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza - RS. Santa Maria, 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

VACCARO, S. 2002. Crescimento de uma Floresta Estacional Decidual, em três estágios sucessionais no Município de Santa Tereza, RS, Brasil. Santa Maria, 137 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria,

WATZLAWICK, L. F.; Balbinot, R.; Sanquetta, C. R.; Caldeira, M. V. 2004. Teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista. In: Sanquetta, C. R.; Watzlawick, L. R.; Balbinot, R.; Ziliotto, M. A. B. Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas, pp. 95-110.