

DETERMINACIÓN DEL STOCK DE BIOMASA Y CARBONO EN EL CULTIVO DE PIÑÓN BLANCO (*Jatropha curcas* L.) EN PLANTACIONES DE 2 Y 4 AÑOS DE EDAD

Determination of stock of carbon and biomass in white pinion (*Jatropha curcas* L.) at different times of year

Gunther Pinedo⁽³⁾, Ronald Echeverría⁽¹⁾, Livinston Rengifo⁽²⁾

- (1) Investigador, Programa Nacional de Investigación de Cultivos Agroindustriales - Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) – E.E.A. “El Porvenir”. Carr. Fernando Belaunde Terry Km.13.5, Juan Guerra - San Martín – Perú.
- (2) Asistente de Investigación Programa Nacional de Investigación de Cultivos Agroindustriales - Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) – E.E.A. “El Porvenir”. Carr. Fernando Belaunde Terry Km.13.5, Juan Guerra - San Martín - Perú.
- (3) Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología.
- (4) (email: rochetru_1@hotmail.com; ton_livis22@hotmail.com)

RESUMEN

Con la finalidad de determinar el potencial de captura de carbono en plantaciones de piñón blanco, se elaboró una ecuación alométrica que calcule la cantidad de carbono capturado en plantas de 1 a 4 años. Se seleccionó 5 plantas al azar y por edad para medirlas, utilizando regla de 3 metros, regla de 30 centímetros, pie de rey, se midió el diámetro de la copa y altura del tallo. Posteriormente se estableció las sub parcelas divididas en 4 por edades. Se derribó cada planta, se separó y se pesó la biomasa aérea por componentes, para determinar el peso de las muestras se utilizó balanza romana tipo reloj. Las ramas fueron eliminadas y deshojarlas, se cortó el tallo y se pesaron las ramas, hojas y el tallo (Peso Fresco Total PFT). Se tomaron tres muestras representativas de cada componente (250 gr de hojas, ramas y tallo) denominados Peso Fresco de Muestra (PFM), se colocaron en bolsas de papel Kraff previo rotulado, se secó y se obtuvo el Peso Seco de la Muestra (PSM). Para calcular la biomasa se encuentra primero el contenido de humedad de los componentes y se sustituye en la fórmula de la biomasa total por componentes. Se elaboró la ecuación alométrica: $B = 10^{-4.88456 + 2.32616 * \log(d^3)}$ la cual calculó la cantidad de carbono capturado en el piñón blanco de 46.367 KgCO₂/planta en las 4 edades en época seca y 44.923 KgCO₂/planta en las 4 edades en época húmeda haciendo un total de 91.29 KgCO₂/planta/año. Así se determinó el potencial de captura de carbono que tiene el cultivo de piñón blanco.

Palabras clave: biomasa, captura carbono, piñón blanco.

ABSTRACT

In order to determine the carbon sequestration potential in plantations white pinion, allometric equation was elaborated to calculate the amount of carbon sequestered in plants from 1 to 4 years. Five plants were randomly selected and age to measure them, using rule 3 meters, ruler 30 centimeters, sliding caliper, we measured the diameter of the cup and stem height. Subsequently established the subplots divided in 4 for age. Each plant was demolished, separated and weighed biomass component, to determine the weight of the samples was used roman balance type watch. Branches were and removed to leaves, cut the stem and were weighed branches, leave and stem (Total Fresh Weight PFT). Took three samples representing each component (250 g of leaves, branches and stem) called Sample Fresh Weight (PFM), were placed in paper bags "Kraff" previous labeled, dried and obtained the Dry Weight of Sample (PSM). To calculate the biomass is found first component moisture content and is replaced in the formula of component total

biomass. Allometric equation was elaborated: $B = 10^{-4.88456+2.32616*\log(d3)}$ which calculated the amount of carbon sequestered in the white pinion of 46.367 KgCO₂/plant in the 4 ages in the dry season and 44.923 KgCO₂/plant in the 4 ages in the wet season making a total of 91.29 KgCO₂/plant/year. So we investigated the potential of carbon sequestration has the cultivation of white pinion.

Keywords: biomass, carbon capture, white pinion.

INTRODUCCION

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas de efecto invernadero que se encuentra de forma natural en la atmósfera. Las actividades de origen Antropogénicos, especialmente las derivadas de la generación eléctrica a partir de combustibles fósiles, están provocando que su concentración en la atmósfera se incremente significativamente, contribuyendo al cambio climático en el planeta. Dentro del abanico de posibles soluciones propuestas para reducir las emisiones de CO₂, se encuentran las tecnologías de captura y almacenamiento de CO₂ (CAC), siendo su principal aplicación en las fuentes estacionarias de emisión (Gayoso et al., 2002).

Las tecnologías de captura y almacenamiento de CO₂ (CAC) consisten en la separación del CO₂ emitido por la industria y otras fuentes relacionadas con la energía, para posteriormente comprimirlo y obtener así una corriente concentrada de CO₂, la cual es susceptible de ser transportada e inyectada en un adecuado almacén geológico (Schlegel et al., 2001).

La captura de carbono en plantaciones de piñón blanco, así como en otros tipos de plantaciones, ocurre únicamente durante el desarrollo de las plantas hasta llegar a su estado de madurez. Es en troncos y ramas donde el carbono queda almacenado. La cantidad de carbono (CO₂) que el árbol captura, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la madera del árbol multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono. Entre 40% y 50% de la biomasa de un árbol (madera: materia seca) es carbono. Es necesario conservar los árboles para evitar que el carbono (CO₂) contenido en ellos se emita a la atmósfera.

En la investigación se estimó la biomasa del cultivo en las parcelas, mediante la generación de ecuaciones alométricas con las cuales se podrá calcular con precisión la capacidad del cultivo como captador de carbono.

Estas estimaciones de biomasa, se realizó con el fin de demostrar que el cultivo de "Piñón Blanco" además de ser un cultivo perenne, rentable por su aprovechamiento como cultivo alternativo para biocombustible, es un buen captador de CO₂ atmosférico, que son emitidos por las actividades antropogénicos e industriales.

MATERIALES Y METODOS

Lugar de ejecución

El trabajo se realizó en las parcelas demostrativas de cultivo de piñón blanco, de la Estación Experimental Agraria "El Porvenir" ubicada en el distrito de Juan Guerra. Las parcelas están divididas en cuatro sub parcelas sembradas por épocas progresivas de un año, para un mejor manejo y estudio para su aprovechamiento.

Población y muestra

La población está comprendida por 4655 plantas sembradas en el sistema de siembra tres bolillos: plantas de 4, 3, 2 y 1 año, se recolectó información de 40 plantas en total, distribuidas en dos periodos de 20 cada una, determinada por la época húmeda y la época seca, dividido por hectárea, y por edades.

Método

Se identificaron las plantas a medir, para ello se utilizó regla de 3 metros, regla de 30 centímetros, pie de rey, luego se anotó el número, de ramas la altura de la planta, el diámetro de la copa, altura del tallo. Posteriormente se estableció las sub parcelas divididas en 4 por edades (1, 2, 3 y 4 años). Se tumbó cada individuo y se procedió a separar y pesar la biomasa aérea separando por componentes con ayuda de una sierra, para determinar el peso de las muestras se utilizó una balanza romana tipo reloj. Se quitaron las ramas para luego ser deshojados, se cortó el tallo, luego se pesaron las ramas, las hojas y el tallo por separado, a esto se lo denominó Peso Fresco Total (PFT), y se tomó tres muestras representativas de cada componente (250 gr. de hojas, 250 gr de ramas y 250 gr. de tallo), denominados Peso Fresco de la Muestra (PFM), para luego colocarlos en las bolsas de papel Kraff y rotularlos para el secado y así obtener el Peso Seco de la Muestra (PSM). Para el cálculo de la biomasa se encontró en primer lugar el Contenido de Humedad por componente y luego se reemplazó en la fórmula de Biomasa Total por componente propuesta por (Arévalo et al. 2003).

$$BT = \frac{(PFT(\text{gr}))}{1 + \left(\frac{CH}{100}\right)} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

BT : Biomasa Total

CH : Contenido de Humedad

PFT : Peso Fresco Total

Determinación de la ecuación alométrica para estimar la biomasa

La biomasa es la suma total de la materia orgánica que se encuentra en un ecosistema en un momento determinado y se expresa en términos de peso seco. Para estimar la biomasa, se determinó la ecuación alométrica que más se ajuste a esta especie para ello se utilizó el programa "Origin", teniendo los datos de biomasa total y diámetro por planta, se realizó la línea de tendencia donde se obtuvo un modelo matemático, mediante regresión lineal, obteniendo un coeficiente de determinación "R²" igual a 1, este modelo fue expresado en función al diámetro (3 cm del suelo), y la biomasa para obtener la ecuación alométrica, de la siguiente manera:

$$B = 10^{a+b \cdot \log(d_3)}$$

Dónde:

B : Biomasa

a, b : Parámetros

d₃ : Diámetro a 3 cm del suelo

RESULTADOS

La parte de la planta que presentó mayor cantidad promedio de biomasa en plantaciones de un año fue la rama, seguida de la raíz y el tallo siendo la hoja la parte que menor biomasa presenta. Esto es constante en las demás plantaciones de mayor edad. Gayoso et. al., en el 2002 mencionan que el fuste del árbol

concentra la mayor cantidad de biomasa aérea, representando entre 55 y 77 % del total; luego están las ramas de 5 y 37 %; y por último las hojas y la corteza de fuste entre 1 a 15 % y 5 a 16 %, respectivamente. La biomasa promedio total encontrada durante el muestreo distribuida en sus componentes por edades en la época seca es de; 0.88 kg en plantas de 1 año, 5.77 kg en plantas de 2 años, 8.98 kg en plantas de 3 años y 12.82 kg en plantas de 4 años, lo que sugiere que mientras más edad tenga una planta mayor será la biomasa acumulada. Esta biomasa representa una acumulación promedio de 7.11 kg, sin embargo el aporte de las plantaciones no es uniforme por edades. Estos resultados no varían respecto a la época húmeda, la cual representa una acumulación promedio de 6.91 kg; donde tampoco el aporte de las plantaciones no es uniforme por edades. La contribución porcentual de los diferentes componentes (tallo, rama, hojas y raíces) en la biomasa total de un árbol varía considerablemente dependiendo de la especie, edad, sitio y tratamiento silvicultural (Gayoso et al., 2002).

Cuadro 1. Biomasa total aérea promedio de piñón por edades época seca

Edades	Biomasa (Kg.)				
	Tallo	Ramas	Hojas	Raíz	Total
1	0.12	0.57	0.04	0.15	0.88
2	0.32	4.21	0.28	0.96	5.77
3	0.54	6.72	0.42	1.30	8.98
4	1.10	8.36	1.10	2.26	12.82

La biomasa en plantaciones de 1 año fue mayor en época seca al comparar con la época húmeda; y esta diferencia no cambia al incrementarse la edad de las plantaciones, por lo que podemos afirmar que mientras menor humedad tenga una planta mayor será su biomasa.

Cuadro 2. Promedio de la biomasa total de piñón por épocas

EDAD	EPOCAS	
	SECA	HUMEDA
	(Kg)	(Kg)
1	0.88	0.87
2	5.77	5.53
3	8.98	8.74
4	12.82	12.49

El diámetro de las plantas de piñón varió en un rango de 6.10 a 13.14 cm, y su biomasa de 0.86 a 12.71 kg (después de contenido de cenizas) lo que indica que mientras mayor diámetro tenga una planta mayor será su biomasa. Del mismo modo Montepeque en el 2007 afirmó que para árboles de igual potencial genético y

en condiciones similares de sitio, mientras mayor sea el diámetro, mayor será su biomasa, siempre y cuando se desarrollen en condiciones no limitantes

Cuadro 3. Valores del diámetro y biomasa total en kilogramos

Diámetro (cm)	Biomasa total (Kg)
6.10	0.86
11.56	5.68
12.00	8.86
13.14	12.71

Para obtener resultados de biomasa de piñón, se utilizó la ecuación alométrica, para estimar biomasa aérea, se tomó en cuenta la ecuación determinada en el presente estudio $B = 10^{-4.88456+2.32616*\log(d3)}$, comparado con los resultados de campo, donde se observa una variación de los resultados de biomasa entre los datos de campo y de gabinete, es mínima por lo que se ajusta a lo esperado.

Cuadro 4. Comparación de la biomasa del estudio y la biomasa calculada por ecuación alométrica.

Biomasa del presente estudio	Biomasa calculada por la ecuación alométrica
0.86	0.210028
5.68	6.409504
8.86	7.827439
12.71	12.71994

El promedio de biomasa total, contenido de carbono y captura de CO₂ del piñón blanco en época seca, para plantas de 1 año fue 0.86, 0.382, y 1.399 kg respectivamente y estos valores van aumentando mientras las edades de las plantaciones sean mayores, por lo que volvemos a afirmar que mientras más edad tenga una plantación mayor serán estos parámetros.

En muchos estudios se ha empleado la biomasa de las plantas para estimar su contenido de carbono, a través de la multiplicación de la cantidad disponible en una determinada superficie por un factor que va desde 0,45 hasta el 0,55; ya que varios autores han encontrado que la proporción de carbono contenido en cualquier especie vegetal - en general - es alrededor de 50% de la biomasa (Díaz, 2007). Sin embargo, diferentes estudios denotan la variabilidad del contenido de carbono según especie y tejido del árbol (Gayoso *et al.*, 2002).

Según Gayoso y Schlegel (2001), el contenido de carbono en la planta, es diferente en cada componente (tallos, ramas, hojas y raíces). El contenido de carbono y la captura de CO₂, dependen directamente del crecimiento de la biomasa por edades.

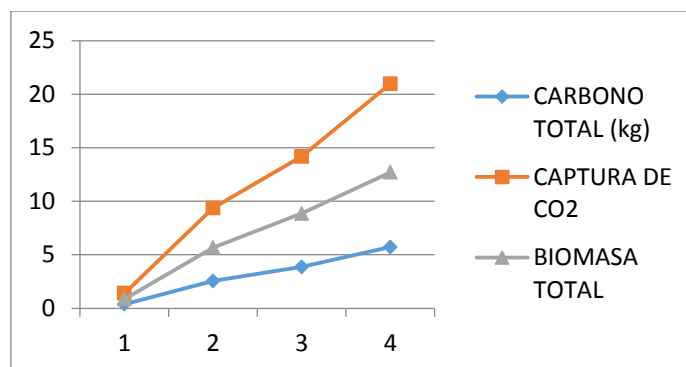


Fig. 1. Contenido de carbono y captura de CO₂ del piñón respecto a la biomasa promedio por edades época seca.

El promedio del contenido de biomasa, carbono y captura de CO₂ del piñón para el primer año fue de 0.86, 0.387 y 1.418 respectivamente en la época seca, siguiendo la tendencia a aumentar mientras las edades de las plantaciones sean mayores. En tanto para época húmeda los promedios del contenido de biomasa, carbono y captura de CO₂ fueron para el primer año 0.85, 0.383 y 1.402 respectivamente también teniendo una tendencia a aumentar mientras las edades de las plantaciones sean mayores.

Cuadro 5. Biomasa total, contenido total de carbono y captura de CO₂, promedio por edades, épocas seca y húmeda.

Edad	Época seca			Época húmeda		
	Biomasa total (Kg)	Carbono total (kg)	Captura de CO ₂ (kg)	Biomasa total (kg)	Carbono total (kg)	Captura de CO ₂ (kg)
1	0.86	0.387	1.418	0.85	0.383	1.402
2	5.68	2.556	9.377	5.46	2.455	9.001
3	8.86	3.987	14.612	8.60	3.870	14.184
4	12.71	5.719	20.960	12.32	5.546	20.336

CONCLUSIONES

Se elaboró la siguiente ecuación alométrica: $B = 10^{-4.88456+2.32616*\log(d3)}$ la cual calculó la cantidad de carbono capturado en el piñón blanco de 46.367 KgCO₂/planta en las 4 edades en época seca y 44.923 KgCO₂/planta en las 4 edades en época húmeda haciendo un total de 91.29 KgCO₂/planta/año. De esta manera se determinó el potencial de captura de carbono que tiene el cultivo de piñón blanco.

La ecuación elaborada: $B = 10^{-4.88456+2.32616*\log(d3)}$, de tipo logarítmica, permite estimar la cantidad de carbono por épocas (seca y húmeda), las cuales pueden ser utilizadas en otras plantaciones de la misma especie. Esta ecuación tiene la ventaja de hacer más fácil la evaluación en el campo.

REFERENCIAS

- Arevalo, L., Alegre, J., Palm, C. 2003. Determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en el Perú. INIA. 1 ed. 24p.
- Díaz, R., Acosta, M., Carrillo, F., Buendía, E., Flores, E., Etchevers, J. 2007. Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula* Schl. et Cham. *Madera y Bosques* 13(1). p. 25-34.
- Gayoso, J., Guerra, J., Alarcón, D. 2002, Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas.
- Gayoso, J., Schlegel, B. 2001. Guía para la formulación de proyectos forestales de carbono. UACH – Chile. 17p.
- Montepeque, M. 2007. Estimación de Biomasa y Contenido de Carbono en Plantaciones de *Eucalyptus Camaldulensis*, en el Municipio de Siquinalá Departamento de Escuintla, Guatemala.
- Schlegel, B., Gayoso, J., Guerra, J. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. UACH – Chile. 26 p.