



Ingeniero forestal graduado de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional (mcordoba41@hotmail.com)

Monitoreo y reporte de captura de carbono en plantaciones de bambú *Guadua angustifolia* Kunth en Costa Rica

..... || Michael Córdoba Alvarado ||



En los últimos años el mundo ha puesto su atención en las diversas funciones ecológicas de los ecosistemas, las cuales, representan los pilares de la diversidad biológica mundial y el balance de los procesos biogeoquímicos. No obstante, el reconocimiento de su importancia ha ido mucho más allá, donde dichas funciones se reconocen como un beneficio directo a las sociedades humanas y en la actualidad a nivel mundial se habla de que estos beneficios brindan servicios de carácter ambiental.

Costa Rica ha sido un pionero en temas de conservación y protección de los recursos, ha forjado una estrategia nacional en cuanto a la sostenibilidad ambiental y ha adquirido compromisos internacionales ambientales de gran relevancia. También, en el 2007 el país se propuso alcanzar la carbono neutralidad para el año 2021 y el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, retos que abren la oportunidad de convertir proyectos de fijación de carbono, adaptación, reducción y compensación en ejes importantes para contribuir al desarrollo económico y al desarrollo competitivo del sector forestal y el país en general.





Plantación de bambú. Fotografía: Proyecto Bambú UNA.

Según Cruz (2009), el bambú, y más específicamente la especie *Guadua angustifolia*, posee características favorables para su implementación en programas o mecanismos de compensación de emisiones de gases de efecto invernadero. El mismo autor asegura que la especie posee gran potencial para la captura y fijación de carbono, con valores de 149.9 toneladas de carbono por hectárea a los 7 años de la plantación, lo que equivaldría aproximadamente a 549 toneladas de CO₂ por hectárea removidas de la

atmósfera. No cabe duda que la especie representa una oportunidad para la generación de ingresos a los productores, que además sería un importante incentivo, contribuir al desarrollo sostenible y cumplir con los mencionados compromisos ambientales del país.

Reconociendo este potencial, la existente oportunidad y los múltiples beneficios compartidos tanto económicos, sociales y ambientales, la Fundación para el desarrollo del bambú en Costa Rica (FUNDEBAMBÚ) y el Fondo

Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) han creado un acuerdo que plantea como objetivo identificar y generar créditos de carbono mediante plantaciones de bambú para la captación de recursos financieros, los cuales serán aplicados, según expresa de manera literal el convenio, para acciones de mitigación y adaptación al cambio climático y la mejora de las condiciones económicas de los productores de bambú.

Ante esta opción, surge una inminente necesidad de contar con lineamientos que guíen la manera de proceder y faciliten la medición, monitoreo y reporte de las remociones de CO₂ por medio de las plantaciones de bambú para la generación de créditos de carbono planteados en el convenio. Ante esta necesidad, desde el Proyecto Desarrollo Productivo del Bambú en Costa Rica que se lleva a cabo en la Escuela de Ciencias Ambientales de la UNA, busca llenar dichos vacíos mediante la generación de una herramienta para el reporte de remociones que permita la puesta en marcha de un plan piloto de generación de créditos de carbono a nivel nacional.

Con el objetivo de generar herramientas para el monitoreo e información de la capacidad de almacenamiento de biomasa y carbono en plantaciones de *Guadua angustifolia* se llevaron a cabo tres objetivos específicos. Estos incluyen la realización de un inventario y la remediación de otro en la zona de Pérez Zeledón; la construcción de un modelo alométrico para la predicción de la cantidad de

carbono almacenado en cañas comerciales de bambú guadua; la elaboración de una herramienta para el cálculo y procesamiento de inventarios en plantaciones de esta especie.

En primera instancia se recopilieron datos bibliográficos sobre crecimiento, incrementos en volumen, biomasa y carbono, relación entre el DAP (diámetro a la altura del pecho, 1.30 m) y la biomasa (Kg), así como la relación DAP-carbono (Kg) por caña. Además, se revisaron modelos alométricos para la predicción de la cantidad de biomasa y carbono acumulado para *G. angustifolia*. Esta información se procedió a ordenarla y clasificarla según las distintas condiciones de los guaduales para las cuales sea pertinente utilizarla. La información utilizada para la cuantificación de biomasa y carbono dependió de las condiciones propias del guadual y de las dimensiones de las cañas presentes. La información obtenida se utilizó de dos maneras: para la creación de un cuadro con información tomada de Cruz (2009) en el cual se establece la relación entre la clase diamétrica con la biomasa (kg) y el carbono (kg) por caña. Luego se usó un modelo alométrico para la cuantificación de biomasa y carbono para *Guadua angustifolia*, realizado por Fonseca y Rojas (2016), utilizable en guaduales que ya no presentan comportamiento en sepas.

Se diseñó una metodología que fue ajustada según se avanzó en la realización de los inventarios. Dicha metodología funciona como protocolo para el diseño y ejecución de los inventarios de



Figura 1. Inventario realizado en finca la Bonita, cantón de Pérez Zeledón.

medición y monitoreo del almacenamiento de carbono. En ella se establecen las recomendaciones y pautas metodológicas para ejecutar los inventarios y para el uso de la herramienta. Esta metodología fue construida de manera que respondiera a las necesidades de información y está basada en métodos y variables comúnmente utilizados para inventarios en plantaciones de bambú. En ella se detalla la forma para establecer los inventarios, considerando aspectos como el diseño y tipo

de muestreo, tamaño de la muestra y la forma de calcularla, tamaño y forma de las unidades muestréales (parcelas), las variables a medir, así como el método de medición y la forma del establecimiento de las unidades de muestreo. Dicha metodología se basó en los trabajos de [Cruz \(2009\)](#), [Fonseca & Rojas \(2016\)](#), [Chavarría \(2017\)](#) e ICONTEC (Colombia).

En el campo se desarrollaron las mediciones del inventario anteriormente inicialmente establecido en el 2019 en

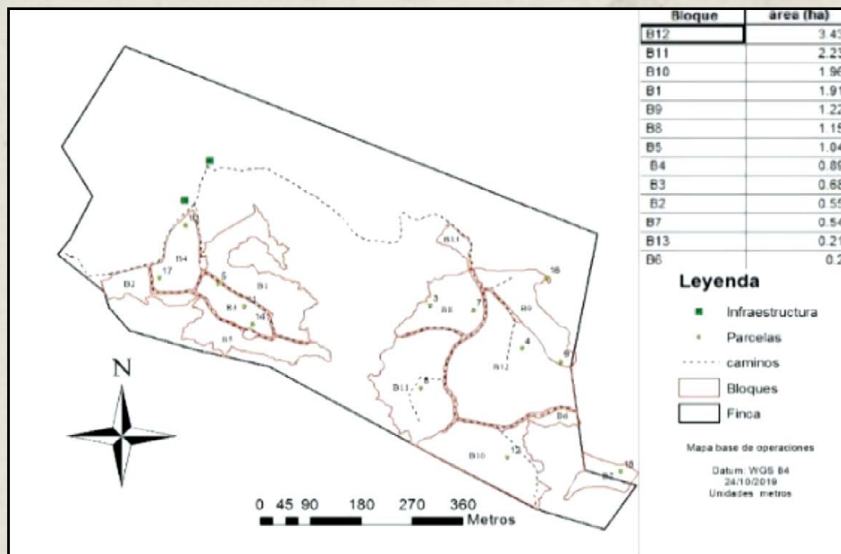


Figura 2. Diagrama del muestreo realizado, finca La Bonita, Pérez Zeledón.

Pérez Zeledón (10.5 hectáreas) (**Figura 2**). Se definió la acumulación de carbono y biomasa para el 2020, con la finalidad de estimar los cambios en el almacenamiento de carbono, y así generar datos preliminares sobre el potencial de captura de carbono de las plantaciones en el país. A su vez, se estableció otro inventario en un área ubicada en el cantón de Parrita, provincia de Puntarenas (guadual de 1.6 hectáreas) para ampliar la cantidad de sitios que estarán siendo monitoreados en los siguientes años. Todos los inventarios se realizaron de acuerdo a la metodología diseñada y procesados mediante la herramienta elaborada.

El modelo alométrico fue elaborado con una base de datos de 50 cañas medidas bajo método destructivo (derribada y medida) que contaba el proyecto previamente. La base de datos contaba con información de volumen real del bambú

(excluye el espacio vacío de la caña) y también se contó con información de laboratorio sobre densidad específica para la especie y fracción de carbono de la biomasa, con lo cual se estimó la cantidad de carbono almacenado en las secciones de dichas cañas que se consideraran comerciales. Con los datos de almacenamiento

de carbono en las cañas, se construyó un modelo alométrico mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios, el cual mediante el ingreso de las variables diámetro de la base de la pieza comercial y su longitud, permite predecir la cantidad de carbono que se encuentra almacenado.

Por último, la herramienta elaborada se trata de una hoja de Excel que permite, calcular a partir de los datos generados en un inventario en campo, un cálculo rápido de la cantidad de biomasa, carbono y CO₂ equivalente, así como los estadísticos de error de muestreo asociados a un determinado inventario. La herramienta permite procesar inventarios de plantaciones tanto adultas como recién establecidas.

Entre los resultados destaca que para el sitio en Pérez Zeledón existe un cambio positivo en el almacenamiento de carbono,

con un aumento de 9.22 Mg de carbono por hectárea con respecto al año anterior, pasando de 2.71 Mg a 11.94 Mg de carbono por hectárea, lo que es equivalente a un aumento de 33.87 Mg de CO₂ para este periodo. Esta es una plantación joven de 4 años que se encuentra en crecimiento, dado que no ha alcanzado su madurez. En cuanto al inventario establecido en la zona de Parrita, se estimó que existe un total 21.72 Mg de carbono almacenados por hectárea en promedio lo que es equivalente a 79.64 Mg de CO₂. Todos los inventarios poseen errores de muestro menores al 15 %.

El modelo alométrico elaborado y ajustado posee indicadores estadísticos positivos en los que destaca un R cuadrado de 0.94 y un coeficiente de sesgo del 5 %. El modelo seleccionado es un modelo logarítmico (ln=logaritmo natural) donde las variables son largo de la pieza (L) y diámetro de la base de la pieza (D. basal). La fórmula del modelo es: $\log(\text{Carbono}) = -2.71956 + 1.37898 * \ln(D. \text{ basal}) + 0.76294 * \ln(L)$.

Por último, se construyó exitosamente la herramienta (**Figura 3**), la cual se puede acceder de manera gratuita contactando al Proyecto Desarrollo Productivo del Bambú en Costa Rica de la Escuela de Ciencia Ambientales de la Universidad Nacional.

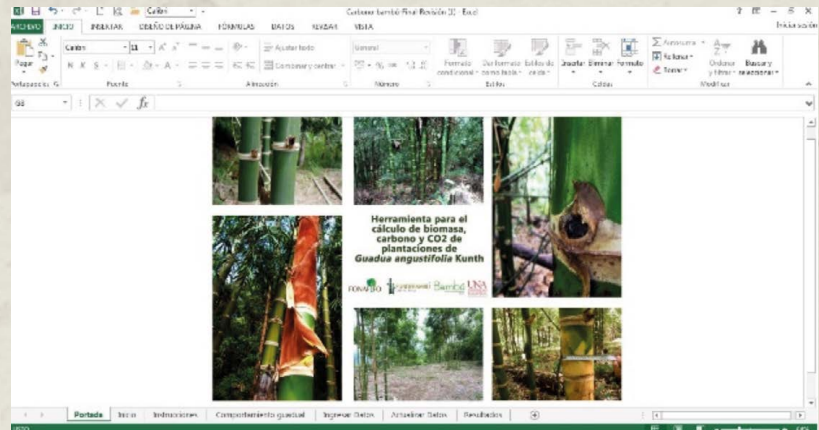


Figura 3. Hoja de presentación de la herramienta elaborada.

Este estudio demuestra técnicamente el aporte que tiene el bambú en nuestro país. Las herramientas desarrolladas facilitan ampliamente la cuantificación de carbono en plantaciones de bambú y de los productos básicos que estas generan. Con ellas ahora es más rápida y fácil la obtención de información y a la vez, permiten obtenerla con mayor rigurosidad técnica, siendo estos aspectos cruciales para el futuro reconocimiento en esquemas de pago por servicios ambientales. Así, es evidente el potencial que tienen las plantaciones de bambú en iniciativas, políticas y compromisos ambientales de nuestro país.

Referencias

- Cruz Ríos, H. (2009). Ensayo Biomasa y Atrapamiento de Carbono en Bambú Guadua. Bambú Guadua Premier. <http://www.bambuguaduapremier.com/PDF/BIOMASAYATRAPAMIENTODECARBONOENBAMBU.pdf>
- Fonseca, W. & Rojas, M. (2016). Acumulación y Predicción de Biomasa y Carbono en Plantaciones de Bambú en Costa Rica. *Ambiente y Desarrollo*, XX(38), 85-98.