

**PROPUESTA DE MÉTODO RÁPIDO Y SENCILLO PARA ESTIMAR EL
ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN LA BIOMASA TOTAL DEL BOSQUE MUY
HÚMEDO TROPICAL (bmh-T) DEL BAJO CALIMA, BUENAVENTURA, VALLE DEL
CAUCA.**

**MILLER EDUARDO MAYORCA MAYORGA
LUISA FERNANDA MURILLO ARIAS**

**Trabajo de tesis presentado como requisito para optar por el título de
Ingeniero Forestal**

Hernán Jair Andrade Castañeda; Ph.D.

Director

Milena Andrea Segura Madrigal; M.Sc.

Co-Director

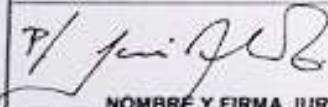
**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL
INGENIERÍA FORESTAL
IBAGUÉ
2016**

COMITÉ DE INVESTIGACIONES				
ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO				
(Acuerdo Consejo de Facultad Ingeniería Forestal 355 de 2013)				
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO				
Propuesta De Método Rápido Y Sencillo Para Estimar El Almacenamiento De Carbono En La Biomasa Total Del Bosque Muy Húmedo Tropical (Bmh-T) Del Bajo Calima, Buenaventura, Valle Del Cauca				
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S):				
Miller Eduardo Mayorca Mayorga				
DIRECTOR				
Hernán Jair Andrade Castañeda Ph.D. y Milena Andrea Segura Madrigal M.Sc.				
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 1				
Ingeniero Fernando Fernandez Mendez				
CALIFICACIÓN JURADO 1	Informe Escrito (65%)	4.5	Sustentación (35%)	4.5
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 2				
Ingeniero Manuel Guillermo Yaya Mejia				
CALIFICACIÓN JURADO 2	Informe Escrito (65%)	4.5	Sustentación (35%)	4.5
CALIFICACIÓN PONDERADA	Jurado 1	4.5	Jurado 2	4.5
CALIFICACIÓN FINAL	Reprobado		Aprobado	
Sobresaliente	Meritorio		Laureado	
RANGOS DE EQUIVALENCIA:				
Calificación menor de tres cero (3.0)			REPROBADO	
Calificación entre tres cero (3.0) y tres nueve (3.9)			APROBADO	
Calificación entre cuatro cero (4.0) y cuatro cuatro (4.4)			SOBRESALIENTE	
Calificación entre cuatro cinco (4.5) y cuatro nueve (4.9)			MERITORIO	
Calificación de cinco cero (5.0)			LAUREADO	
OBSERVACIONES				

FIRMAS	
 NOMBRE Y FIRMA JURADO 1	 NOMBRE Y FIRMA JURADO 2
 COORDINADOR INVESTIGACIONES	

CIUDAD: Ibagué	FECHA DE SUSTENTACIÓN: 02/09/2016
-----------------------	--

COMITÉ DE INVESTIGACIONES ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO (Acuerdo Consejo de Facultad Ingeniería Forestal 355 de 2013)				
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO Propuesta De Método Rápido Y Sencillo Para Estimar El Almacenamiento De Carbono En La Biomasa Total Del Bosque Muy Húmedo Tropical (Bmh-T) Del Bajo Calima, Buenaventura, Valle Del Cauca				
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S): Luisa Fernanda Murillo Arias				
DIRECTOR Hernán Jair Andrade Castañeda Ph.D. y Milena Andrea Segura Madrigal M.Sc.				
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 1 Ingeniero Fernando Fernandez Mendez				
CALIFICACIÓN JURADO 1	Informe Escrito (65%)	4.5	Sustentación (35%)	4.5
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 2 Ingeniero Manuel Guillermo Yaya Mejia				
CALIFICACIÓN JURADO 2	Informe Escrito (65%)	4.5	Sustentación (35%)	4.5
CALIFICACIÓN PONDERADA	Jurado 1	4.5	Jurado 2	4.5
CALIFICACIÓN FINAL	4.5	Reprobado		Aprobado
Sobresaliente		Meritorio	X	Laureado
RANGOS DE EQUIVALENCIA: Calificación menor de tres cero (3.0) Calificación entre tres cero (3.0) y tres nueve (3.9) Calificación entre cuatro cero (4.0) y cuatro cuatro (4.4) Calificación entre cuatro cinco (4.5) y cuatro nueve (4.9) Calificación de cinco cero (5.0)				
		REPROBADO APROBADO SOBRESALIENTE MERITORIO LAUREADO		
OBSERVACIONES				

FIRMAS	
 NOMBRE Y FIRMA JURADO 1	 NOMBRE Y FIRMA JURADO 2
 COORDINADOR INVESTIGACIONES	
CIUDAD: Ibagué	FECHA DE SUSTENTACIÓN: 02/09/2016

DEDICATORIA

Gracias Dios por permitirme cumplir mis metas pese a las dificultades.

A mis papás que son personas que siempre me han apoyado y a pesar de las desdichas siempre me han impulsado hacia el éxito.

Dedico de manera especial este trabajo a mi hermano Cristian pues él fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de compromiso y deseos de superación, en el tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarlo cada día más.

LUISA F. MURILLO ARIAS

Principalmente a Dios Nuestro Señor porque él es mi guía y me colma de bendiciones, a mi querido tío que fue la base y el pilar de lo que soy, aunque no esté conmigo sé que me apoya desde el cielo, a mi queridísima Madre que siempre está ahí a pesar de todas la adversidades, a mi hermano por esa ayuda que siempre necesitaré.

MILLER EDUARDO MAYORCA MAYORGA

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Tolima y a nuestra Facultad de Ingeniería Forestal ya que fueron ellos los que nos acogieron, nos formaron y permitieron que fuéramos parte de su legado.

Al Dr. Hernán Andrade y a la Ing. Milena Segura por permitirnos incorporar y hacer parte del grupo de investigación Producción Ecoamigable de Cultivos Tropicales (PROECUT), brindándonos sus conocimientos y guiándonos con paciencia para poder realizar con éxito esta investigación.

Al Dr. Fernando Casanoves por sus asesorías e interpretaciones estadísticas.

Al Centro Forestal Tropical Pedro Antonio Pineda donde nos brindaron y facilitaron los medios necesarios para las labores de campo.

A la Dra. Luz Amalia Forero quien en el trascurso del proyecto nos dispensó conocimiento básico y elemental para el cumplimiento de este trabajo de grado.

A los estudiantes de la Universidad del Tolima de VIII semestre de los años 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 del curso de Silvicultura de Bosques Naturales Tropicales que colaboraron en la instalación y monitoreo de las parcelas permanentes y temporales en el área de estudio. A PROECUT por facilitar las bases de datos de las parcelas. Al Señor Silvio Solís por el acompañamiento en campo.

Y en general a todas las personas que de una u otra manera influyeron en la realización exitosa de este trabajo de investigación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. JUSTIFICACIÓN	16
2. OBJETIVOS	18
2.1. OBJETIVO GENERAL	18
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. MARCO TEÓRICO	19
3.1. CAMBIO CLIMÁTICO	19
3.2. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	19
3.3. EFECTO INVERNADERO	20
3.4. BOSQUE	21
3.4.1. Bosque Natural	21
3.4.2. Bosque Secundario	22
3.4.3. Bosque Muy Húmedo Tropical (Bmh-T)	22
3.5. SUMIDEROS DE CARBONO	23
3.6. PROYECTOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN (REDD+)	25
3.7. BIOMASA	26
3.8. ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA AEREA	27
3.8.1. Método Directo	27
3.8.2. Método Indirecto	27
3.8.3. Estimación De Carbono En Biomasa Total	28
3.9. MODELOS ALOMÉTRICOS	28
3.10. ELECCIÓN DEL MODELO ALOMÉTRICO	29

4. MATERIALES Y MÉTODOS	30
4.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	30
4.2. SELECCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.....	32
4.3. ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA AÉREA TOTAL.....	35
4.4. ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA BAJO EL SUELO	35
4.5. BIOMASA Y CARBONO TOTAL.....	36
4.6. ESTIMACION DEL POTENCIAL DE PÉRDIDA DE CO ₂	36
4.7. MODELO MATEMÁTICO PARA LA METODOLOGÍA RÁPIDA.....	37
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS BOSQUES.....	38
5.2. ALMACENAMIENTO DE CARBONO Y CARACTERÍSTICAS DE CARBONO	44
5.3. CLASIFICACIÓN DE SITIOS MUESTREADOS DE ACUERDO AL CONTENIDO DE CARBONO	46
5.4. ESTIMACION RÁPIDA DEL CARBONO ALMACENADO EN LOS BOSQUES DEL BAJO CALIMA.....	47
6. CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Número de parcelas de muestreo por sitio en el bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia.	34
Tabla 2. Carbono total almacenado en bosques estudiados por diferentes autores en bosques tropicales de Latinoamérica.	43
Tabla 3. Almacenamiento promedio de Carbono total por sitio en el bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia	45
Tabla 4. Clasificación de las parcelas en los 8 sitios inventariados en el bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia	47
Tabla 5. Comparación entre las parcelas de los sitios muestreados en el bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia	47
Tabla 6. Diferencia del carbono promedio almacenado por sitio de muestreo frente al carbono registrado por el IDEAM (Phillips et al., 2011)	48
Tabla 7. Estimación del Carbono total almacenado del bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, con base en el número de árboles y dap promedio encontrados en parcelas de muestreo	51

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tendencias en las existencias de carbono en la biomasa forestal, 1990 - 2010	24
Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio, Cuenca del río Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia.....	30
Figura 3. Ubicación de los sitios inventariados en el bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia.....	33
Figura 4. Representación de las parcelas muestreadas, ubicadas en el bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia.	34
Figura 5. Promedio de dap (diámetro a la altura del pecho) (a) y Altura total (b) en los sitios de muestreo del bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia.	39
Figura 6. Promedio de Área basal (Ab) por sitios de muestreo en el bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia.	40
Figura 7. Promedio de Biomasa bajo suelo por sitios de muestreo en el bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia.	41
Figura 8. Biomasa total promedio en los sitios muestreados en el bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia.	42

Figura 9. Comparación entre los sitios de muestreo en relación al carbono en biomasa del bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia 46

Figura 10. (a) Relación entre el carbono total y el área basal del fuste en las parcelas muestreadas del bosque muy húmedo tropical del Bajo Calima, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia (b) Análisis de residuos. 50