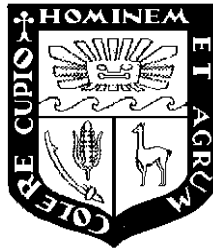


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Estimación de la cantidad de carbono  
capturado por Guazuma crinita en una  
plantación de 8 años en Ucayali**

*Tesis para optar el Título de*  
**INGENIERO FORESTAL**

**Dora Alina Samaniego Vivanco**

Lima – Perú  
2009

# ÍNDICE

	Página
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE CUADROS .....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 CARBONO.....	3
2.1.1 <i>Ciclo de carbono</i> .....	3
2.1.2 <i>Sumideros de Carbono</i> .....	5
2.2 CAMBIO CLIMÁTICO.....	5
2.2.1 <i>Efecto invernadero</i> .....	6
2.2.2 <i>Protocolo de Kyoto</i> .....	7
2.2.3 <i>Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)</i> .....	11
2.3 PLANTACIONES FORESTALES .....	14
2.4 METODOLOGÍAS PARA ESTIMAR BIOMASA.....	15
2.5 FRACCION DE CARBONO.....	19
2.6 GUAZUMA CRINITA .....	20
2.6.1 <i>Clasificación sistemática y Descripción Botánica</i> .....	20
2.6.2 <i>Fenología</i> .....	20
2.6.3 <i>Silvicultura</i> .....	21
2.6.4 <i>Distribución y hábitat</i> .....	21
2.6.5 <i>Anatomía de la Madera</i> .....	21
2.6.6 <i>Propiedades Físicas y Mecánicas</i> .....	22
2.6.7 <i>Usos</i> .....	22
2.6.8 <i>Crecimiento</i> .....	22
2.6.9 <i>Plantación de Guazuma crinita en Ucayali realizada por ICRAF</i> .....	23
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
3.1 ZONA DE ESTUDIO.....	25
3.1.1 <i>Ubicación Geográfica</i> .....	25
3.1.2 <i>Clima</i> .....	26
3.1.3 <i>Red Hidrográfica:</i> .....	26
3.1.4 <i>Suelos</i> .....	26
3.1.5 <i>Bosques</i> .....	27
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS .....	29
3.2.1 <i>Materiales:</i> .....	29
3.2.2 <i>Equipos:</i> .....	29
3.2.3 <i>Instrumentos</i> .....	29

3.3	METODOLOGÍA.....	30
3.3.1	<i>Selección de la Muestra</i> .....	30
3.3.2	<i>Trabajo de Campo</i> .....	31
3.3.3	<i>Transporte</i> .....	36
3.3.4	<i>Trabajo de laboratorio</i> .....	36
3.3.5	<i>Trabajo de gabinete</i> .....	40
3.3.6	<i>Ecuaciones de cantidad de carbono</i> .....	48
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>49</b>
4.1	SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	49
4.2	TRABAJO DE CAMPO.....	49
4.2.1	<i>Selección de árboles</i> .....	49
4.2.2	<i>Ubicación y Medición del árbol en pie</i> .....	49
4.2.3	<i>Mediciones realizadas a fustes</i> .....	54
4.2.4	<i>Mediciones realizadas a las ramas</i> .....	57
4.2.5	<i>Mediciones realizadas a las hojas</i> .....	59
4.3	TRANSPORTE.....	62
4.4	TRABAJO DE LABORATORIO.....	63
4.4.1	<i>Secado de muestras de hojas, probetas pares de fustes y probetas pares de ramas</i> 63	
4.4.2	<i>Molido de muestras de hojas, probetas impares de ramas y probetas impares fustes</i> 65	
4.4.3	<i>Evaluación del valor calorífico o Poder Calorífico Inferior de las sub muestras</i> 66	
4.5	TRABAJO DE GABINETE.....	68
4.5.1	<i>Cálculo de los volúmenes</i> .....	68
4.5.2	<i>Contenido de humedad de muestras de hojas, probetas pares de ramas y probetas pares de fustes</i> .....	73
4.5.3	<i>Determinación de la biomasa seca</i> .....	77
4.6	DETERMINACIÓN DE LA FRACCIÓN DE CARBONO.....	85
4.7	DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE CARBONO.....	88
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>96</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>97</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>98</b>
	<b>ANEXO 1.....</b>	<b>104</b>
	LONGITUDES Y DIÁMETROS DE LAS SECCIONES DE LOS FUSTES EVALUADOS .....	104
	<b>ANEXO 2.....</b>	<b>110</b>
	RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS MEDICIONES DE RODAJAS.....	110
	<b>ANEXO 3.....</b>	<b>113</b>
	PESO DE LAS PROBETAS DE LAS RODAJAS .....	113
	<b>ANEXO 4.....</b>	<b>116</b>
	PESOS DE LAS PROBETAS Y DE LAS RODAJAS DE LAS RAMAS .....	116
	<b>ANEXO 5.....</b>	<b>119</b>

PESO HÚMEDO DE LAS MUESTRAS DE HOJAS.....	119
<b>ANEXO 6.....</b>	<b>122</b>
VOLÚMENES DE LAS SECCIONES DE LOS FUSTES .....	122
<b>ANEXO 7.....</b>	<b>127</b>
VOLUMEN DE RODAJAS DE FUSTE.....	127
<b>ANEXO 8.....</b>	<b>130</b>
CROQUIS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS.....	130

## *Lista de cuadros*

	Página
<b>CUADRO 1</b>	MERCADOS DE CARBONO .....8
<b>CUADRO 2</b>	CATEGORÍAS Y PROYECTOS DE MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO .....13
<b>CUADRO 3</b>	UBICACIÓN DE LAS PLANTACIONES .....25
<b>CUADRO 4</b>	CARACTERIZACIÓN DE SUELOS DE LAS PLANTACIONES DE BOLAINA .....27
<b>CUADRO 5</b>	TIPOS DE BOSQUES DE LA REGIÓN UCAYALI .....27
<b>CUADRO 6</b>	TIPOS DE BOSQUES POR PROVINCIAS DE LA REGIÓN UCAYALI.....29
<b>CUADRO 7</b>	CATEGORÍAS DIAMÉTRICAS .....30
<b>CUADRO 8</b>	MODELOS USADOS EN ECUACIONES DE VOLUMEN Y BIOMASA .....48
<b>CUADRO 9</b>	DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE LOS 30 ÁRBOLES EVALUADOS .....49
<b>CUADRO 10</b>	DAP PROMEDIO Y ALTURA TOTAL DE LOS ÁRBOLES EVALUADOS.....50
<b>CUADRO 11</b>	LONGITUD DE FUSTE O ALTURA DE FUSTE DE LOS ÁRBOLES EVALUADOS .....54
<b>CUADRO 12</b>	PESO FRESCO TOTAL DE LAS RAMAS DE LOS ÁRBOLES EVALUADOS .....58
<b>CUADRO 13</b>	PESO FRESCO HOJAS. ....61
<b>CUADRO 14</b>	PODER CALORÍFICO INFERIOR DE LAS SUB MUESTRAS DE FUSTES SEGÚN CATEGORÍA DIAMÉTRICA. .67
<b>CUADRO 15</b>	PODER CALORÍFICO INFERIOR DE LAS SUB MUESTRAS DE RAMAS Y HOJAS.....68
<b>CUADRO 16</b>	VOLUMEN DE FUSTES .....69
<b>CUADRO 17</b>	VOLUMEN DE TERCIOS .....71
<b>CUADRO 18</b>	DAP, ALTURA DE FUSTE Y VOLUMEN .....72
<b>CUADRO 19</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO DE LAS HOJAS .....73
<b>CUADRO 20</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO EN LAS RAMAS .....74
<b>CUADRO 21</b>	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS RODAJAS DE LOS TERCIOS .....76
<b>CUADRO 22</b>	BIOMASA SECA DE LAS HOJAS Y RAMAS.....77
<b>CUADRO 23</b>	BIOMASA SECA EN LOS TERCIOS DEL FUSTE Y EL TOTAL. ....80
<b>CUADRO 24</b>	COEFICIENTE DE CONICIDAD SEGÚN CATEGORÍA DIAMÉTRICA .....81
<b>CUADRO 25</b>	BIOMASA SECA TOTAL Y DE LOS COMPONENTES DEL ÁRBOL.....82
<b>CUADRO 26</b>	FRACCIÓN DE CARBONO DE LAS SUB MUESTRAS DE FUSTES.....86
<b>CUADRO 27</b>	FRACCIÓN DE CARBONO DE LAS SUB MUESTRAS DE HOJAS Y RAMAS. ....87
<b>CUADRO 28</b>	ECUACIONES DE FRACCIÓN DE CARBONO .....88
<b>CUADRO 29</b>	CANTIDAD DE CARBONO EN LOS COMPONENTES DEL ÁRBOL Y EL TOTAL .....89
<b>CUADRO 30</b>	DAP, ALTURA DE FUSTE, VOLUMEN TOTAL, BIOMASA SECA TOTAL Y CANTIDAD DE CARBONO TOTAL PARA LOS 30 ÁRBOLES EVALUADOS.....90
<b>CUADRO 31</b>	PROMEDIO, MÁXIMO, MÍNIMO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y COEFICIENTE DE VARIABILIDAD DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS.....91
<b>CUADRO 32</b>	ECUACIONES DE CANTIDAD DE CARBONO PROPUESTAS PARA LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL ÁRBOL.....92
<b>CUADRO 33</b>	ECUACIONES ELEGIDAS .....92

## Lista de figuras

	Página
<b>FIGURA 1</b>	EL CICLO GLOBAL DEL CARBONO EN LA ACTUALIDAD.....3
<b>FIGURA 2</b>	PRINCIPALES COMPRADORES. FUENTE: CAPOOR Y AMBROSSI, 2008 .....9
<b>FIGURA 3</b>	UBICACIÓN DE LOS PROYECTOS DE CARBONO. FUENTE: CAPOOR Y AMBROSSI, 2008 .....10
<b>FIGURA 4</b>	LOCALIZACIÓN DE LOS PROYECTOS DEL MERCADO VOLUNTARIO FUENTE: CAPOOR Y AMBROSSI, 2008 .....11
<b>FIGURA 5</b>	DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS MDL POR ACTIVIDADES. FUENTE: GREENPEACE, 2006.....14
<b>FIGURA 6</b>	DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRABAJO DE CAMPO.....31
<b>FIGURA 7</b>	UBICACIÓN DE LOS TERCIOS EN EL ÁRBOL APEADO.....32
<b>FIGURA 8</b>	MEDICIONES REALIZADAS A LOS TERCIOS DE LOS FUSTES. S: SECCIÓN DEL FUSTE.....33
<b>FIGURA 9</b>	CODIFICACIÓN DE RODAJAS.....33
<b>FIGURA 10</b>	CODIFICACIÓN DE LAS PROBETAS.....34
<b>FIGURA 11</b>	CODIFICACIÓN DE LAS PROBETAS DE LAS RAMAS.....35
<b>FIGURA 12</b>	FLUJO DE ACTIVIDADES LA ETAPA DE LABORATORIO. ....37
<b>FIGURA 13</b>	DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS IMPARES DE LOS FUSTES PARA EL MOLIDO.....39
<b>FIGURA 14</b>	DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE LOS 30 ÁRBOLES SEGÚN LA CATEGORÍA DIAMÉTRICA .....52
<b>FIGURA 15</b>	RELACIÓN ENTRE EL DAP (CM) Y LA ALTURA TOTAL (M) .....53
<b>FIGURA 16</b>	RELACIÓN LINEAL ENTRE EL DAP 1 Y EL DAP 2. ....53
<b>FIGURA 17</b>	RELACIÓN ENTRE EL DAP(CM) Y LA ALTURA DE FUSTE (M) .....55
<b>FIGURA 18</b>	EXTRACCIÓN DE RODAJAS EN LOS FUSTES.....56
<b>FIGURA 19</b>	PESADO DE RAMAS.....57
<b>FIGURA 20</b>	RELACIÓN DEL DAP (CM) Y EL PESO FRESCO DE LAS RAMAS (KG).....59
<b>FIGURA 21</b>	DESHOJADO DE <i>GUAZUMA CRINITA</i> .....60
<b>FIGURA 22</b>	RELACIÓN ENTRE EL DAP (CM) Y EL PESO FRESCO TOTAL DE LAS HOJAS (KG).....62
<b>FIGURA 23</b>	SECADO DE LAS MUESTRAS DE HOJAS EN EL LABORATORIO DE PULPA Y PAPEL DE LA FCF-UNALM. ....63
<b>FIGURA 24</b>	SECADO DE LAS PROBETAS PARES DE RAMAS EN EL LABORATORIO DE PULPA Y PAPEL DE LA FCF-UNALM.....64
<b>FIGURA 25</b>	SECADO DE LAS PROBETAS DE FUSTES EN EL LABORATORIO DE PULPA Y PAPEL DE LA FCF-UNALM .....64
<b>FIGURA 26</b>	MOLIDO DE LAS PROBETAS IMPARES DE RAMAS.....65
<b>FIGURA 27</b>	RELACIÓN ENTRE EL DAP (CM) Y VOLUMEN (M <sup>3</sup> ) .....70
<b>FIGURA 28</b>	BIOMASA SECA DE HOJAS(KG) SEGÚN EL DAP(CM) .....78
<b>FIGURA 29</b>	BIOMASA SECA DE RAMAS(KG) SEGÚN EL DAP(CM).....79
<b>FIGURA 30</b>	BIOMASA SECA DE LOS TERCIOS DE FUSTE Y DEL TOTAL DEL FUSTE SEGÚN EL DAP.....81
<b>FIGURA 31</b>	BIOMASA SECA DE FUSTE SEGÚN EL DAP .....82
<b>FIGURA 32</b>	BIOMASA SECA DE LOS COMPONENTES DEL ÁRBOL (KG) SEGÚN EL DIÁMETRO .....84
<b>FIGURA 33</b>	BIOMASA SECA DE LOS COMPONENTES DEL ÁRBOL (%) RESPECTO AL TOTAL. ....84
<b>FIGURA 34</b>	CANTIDAD DE CARBONO EN HOJAS (KG) SEGÚN EL DAP.....93
<b>FIGURA 35</b>	CANTIDAD DE CARBONO EN RAMAS (KG) SEGÚN EL DAP.....94
<b>FIGURA 36</b>	CANTIDAD DE CARBONO EN FUSTE (KG) SEGÚN EL DAP. ....94
<b>FIGURA 37</b>	CANTIDAD DE CARBONO EN EL ÁRBOL (KG) SEGÚN EL DAP.....95