



Boletín
Estadístico
Forestal
Septiembre
2023

80

Edición



80

Edición

Boletín

Estadístico 
Forestal

Septiembre
2023

80

0

Edición

Boletín

Estadístico 
Forestal

Septiembre
2023

Contenido

TABLA DE CONTENIDO BOLETÍN ESTADÍSTICO FORESTAL

PRESENTACIÓN	1
ESTADÍSTICAS	3
Evolución de la cifra de plantaciones forestales comerciales.....	3
Indicador del Plan Nacional de Desarrollo: Áreas con Reforestación Comercial: 40000 hectáreas nuevas 2022-2026.....	4
Área plantaciones forestales comerciales.....	5
Área por regiones y núcleos.....	6
Especies por zonas de aptitud.....	7
Edad de las plantaciones.....	9
Madera Movilizada (m ³).....	10
Tipo de producto de la madera movilizada (m ³).....	13
Volumen de flora no maderable movilizada.....	14
Tipos de productos obtenidos de flora no maderable.....	15
BALANZA COMERCIAL	15
Exportaciones.....	17
Importaciones.....	21
LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA Y SU POTENCIAL DE APLICACIÓN EN LAS NEGOCIACIONES DE BIOMASA EN COLOMBIA	24
Introducción.....	24
Definiciones.....	25
Metodología.....	27
Resultados.....	29

Discusión	31
Conclusiones.....	33
LA INDUSTRIA FORESTAL	35
ENTREVISTA	39
LOS ÁRBOLES Y LOS BOSQUES	44
ILUSTRACIONES	
Ilustración 1: Evolución del área plantada	4
Ilustración 2: Madera movilizada en el primer semestre 2023 (m ³)	10
TABLAS	
Tabla 1: Área de plantaciones forestales comerciales por departamento a junio 2023	5
Tabla 2: Distribución de área por regiones.....	6
Tabla 3: Distribución de área por núcleos productivos.....	6
Tabla 4: Distribución de especies por zona de aptitud	7
Tabla 5: Volumen de madera movilizada en el país (m ³)	11
Tabla 6: Volumen movilizado de productos maderables y no maderables (guadua).....	12
Tabla 7: Tipo de producto de madera movilizada.....	13
Tabla 8: Tipo de producto de madera movilizada	13
Tabla 9: Tipo de transporte para movilizar madera proveniente de bosque natural.....	13
Tabla 10: Volumen de flora no maderable movilizada	14
Tabla 11: Tipo de productos de flora no maderable (guadua).....	15
Tabla 12: Exportaciones en cantidad y valor según partidas arancelarias Capítulo 44 según los principales productos.....	17
Tabla 13: Exportaciones en cantidad y valor según partidas arancelarias Capítulo 9403-9406 y total agregado según los principales productos	19
Tabla 14: Importaciones en cantidad y valor según partidas arancelarias Capítulo 44 según los principales productos.....	21

Tabla 15: Importaciones en cantidad y valor según partidas arancelarias Capítulo 9403-9406 y total agregado según los principales productos	23
---	----

Tabla 16: Valores por tonelada de madera en diferentes contenidos de humedad (Columna 4) y su equivalencia por tonelada de biomasa anhidra, CH=0% (Columna 8).....	30
--	----

Tabla 17: Precios de referencia para la condición de mercado mas favorable CH=40% a diferentes contenidos de humedad. Valor tonelada anhidra: \$295.540 en todos los casos	32
--	----

Tabla 18: Precios de referencia para la condición de mercado menos favorable CH=65% a diferentes contenidos de humedad. Valor tonelada anhidra: \$95.700 en todos los casos.....	33
--	----

GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribución de área por regiones	6
--	---

Gráfico 2: Distribución de área por zona de aptitud	6
---	---

Gráfico 3: Top 10 Especies de plantaciones forestales comerciales con mayor área plantada por núcleos productivos.....	8
--	---

Gráfico 4: Distribución por edades de las áreas establecidas.....	9
---	---

Gráfico 5. Estructura porcentual del volumen movilizado de productos maderables y no maderables (guadua) (m3)	11
---	----

Gráfico 6: Balanza comercial según partidas arancelarias Capitulo 44 y Capítulos 9403-9406	15
--	----

FIGURAS

Figura 1: Correspondencia entre valores monetarios por t humedad a diferentes contenidos de humedad (Barras) y el valor por t anhidra (Línea punteada). Valores hipotéticos.....	28
--	----

Figura 2: Correspondencia entre valores monetarios por t húmeda a diferentes contenidos de humedad (Barras) y su correspondiente t anhidra tomando como referencia el pago en estado húmedo (líneas continuas). Todos los valores son hipotéticos.....	31
--	----

Presentación

Es muy gratificante presentarles la octava edición del Boletín Estadístico Forestal, una fuente de información que ofrece una visión actualizada de las cifras del sector forestal en nuestro país. En esta edición, hemos recopilado y analizado datos esenciales relacionados con áreas con plantaciones forestales comerciales, la producción de madera, productos de guadua y cifras de comercio exterior con corte a junio de 2023.

Descubra cómo ha evolucionado semestralmente en Colombia la cifra de áreas con plantaciones forestales comerciales y sistemas agroforestales, y cómo, la dinámica de su registro hace que se presenten cambios en los períodos anteriores, que son actualizados por cada edición de este Boletín Estadístico Forestal.

Comenzamos con un análisis detallado de las áreas con plantaciones forestales en Colombia, que alcanzan 541.640 hectáreas (a junio 30 de 2023), siendo Antioquia (21,3 %), Vichada (20,1 %) y Meta (12,4 %), los departamentos con mayor área. También podemos explorar toda la distribución geográfica y observar otras áreas, la edad de las plantaciones y las especies predominantes en la reforestación comercial. Respecto a los núcleos forestales establecidos por el Plan de Ordenamiento Productivo de Plantaciones forestales Comerciales, la mayor proporción se ubica en la región Andina con el 40,5 %, seguida de la región de la Orinoquía y Caribe con un 33,98 % y 14,93 % respectivamente.

Además, examinaremos la movilización de madera proveniente de plantaciones forestales comerciales reportada por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA y la información consolidada gracias al trabajo conjunto realizado con el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible para el caso de bosque natural y plantaciones protectora. Así, tenemos que durante el primer semestre de 2023 se movilizaron 1.547.808 m³ de madera, con una destacada participación del 79 % de madera de plantaciones forestales comerciales. Destacamos cuatro departamentos que concentran el 61,1 % del total de la madera movilizada en el país, los cuales son: Antioquia, Cauca, Valle del Cauca y Nariño con el 26,6 %, 14,9 %, 12,8 % y 6,8 % respectivamente. También se muestran los tipos de productos movilizados y los medios de transporte utilizados. Igualmente, se presenta la movilización de guadua en este período que alcanzó los 61.311 m³, siendo Quindío con el 49,4 % y Valle del Cauca con 26,3 % los departamentos más representativos.

Sin embargo, se nota un desafío en la balanza comercial del sector maderero y de muebles de madera, con un aumento del déficit del 31,9 %, impulsado por el crecimiento de las importaciones en comparación con las exportaciones. La balanza comercial del sector madera y muebles de madera para el capítulo 44 y el grupo de partidas 9403 - 9406, en términos de valor en dólares, presenta variaciones en cada uno de sus dos componentes; puntualmente las exportaciones presentan una disminución en 26

% mientras que las importaciones disminuyeron en 30,7 % al compararse el primer semestre del presente año con el primer semestre del año inmediatamente anterior.

Esta edición del Boletín Estadístico Forestal también presenta un interesante artículo académico del profesor César Polanco, ingeniero forestal, PhD., que arroja luz sobre las propiedades físicas de la madera y de su aplicación en las negociaciones para su uso como biomasa. Acompañen al autor en este análisis exhaustivo y sus reflexiones sobre el hecho que la madera anhidra puede plantear un modelo de transacción de madera para biomasa justo para las partes.

Así mismo, les invitamos a revisar el pensamiento de Andrés Toro, un líder industrial y presidente del gremio forestal más representativo del país, FEDEMADERAS, en un artículo de opinión que ofrece una perspectiva valiosa sobre el negocio forestal. Finalmente, no dejen de leer nuestra entrevista con el empresario Carlos

Andrés López, visionario que está transformando la generación de energía eléctrica a partir de la biomasa forestal. Descubra cómo la innovación y la sostenibilidad se unen en esta alternativa de transición energética con la generación de energía limpia.

En resumen, esta edición del Boletín Estadístico Forestal es una fuente completa y útil de información sobre el sector forestal. Les invitamos a explorar los datos, artículos y perspectivas presentados aquí y a unirse a nosotros en el esfuerzo por fortalecer y promover las plantaciones forestales, los arreglos agroforestales y silvopastoriles para un futuro más sostenible y próspero en el campo colombiano.

Jhenifer Mojica Flórez

Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural



Estadísticas

EVOLUCIÓN DE LA CIFRA DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

Recordando:

- La fuente oficial para actualizar la información relacionada con este indicador será el Boletín Estadístico Forestal y a su vez éste será el insumo para alimentar el reporte en el aplicativo de SINERGIA del Departamento Nacional de Planeación DNP.
- La cifra de nuevas áreas establecidas con plantaciones forestales comerciales estará conformada por todas aquellas plantaciones realizadas por iniciativas públicas y/o privadas, debidamente registradas ante la entidad competente (ICA) o en su defecto por las bases de datos de registros administrativos de diversas entidades que lo reporten (FINAGRO-GREMIOS).

A continuación, se presenta la evolución de las plantaciones forestales con fines comerciales desde hasta junio de 2023, la cual está compuesta por el dato de área sembrada con plantaciones forestales comerciales, como resultado del

trabajo articulado para la consolidación de la información estadística forestal, no sin antes hacer énfasis en la particularidad de esta variable (área plantada), relacionada con el dinamismo y el respectivo cambio continuo de la información entre cada una de las publicaciones del boletín estadístico. Lo anterior obedece principalmente a dos factores; el primero a una situación propia de los tiempos del registro de las plantaciones ante la entidad competente, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, y la inclusión de los descuentos por los aprovechamientos de las áreas registradas, y el segundo, a la nueva información generada por las diferentes entidades ejecutoras de proyectos asociados con el establecimiento de nuevas plantaciones forestales y sistemas agroforestales, lo que nos obliga a estar actualizando semestralmente este indicador.

Ilustración 1. Evolución del área plantada.



Fuente: MADR DCAF

En la ilustración 1, se presenta la evolución semestral con corte a junio de 2023 relacionada con el total de áreas establecidas con plantaciones forestales comerciales y sistemas agroforestales, cabe aclarar que para este boletín se excluyen aquellas áreas que están registradas como arboles aislados y cercas vivas, por otra parte, se reitera la aclaración que estos datos son totalmente dinámicos, motivo por el cual cada semestre (publicación en marzo y septiembre) se observan cambios, los cuales seguirán siendo actualizados por este Boletín Estadístico Forestal.

INDICADOR DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO: ÁREAS CON REFORESTACIÓN COMERCIAL: 40.000 HECTÁREAS NUEVAS 2022-2026

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo “Colombia potencia mundial de la vida” se plantea el establecimiento de 40.000 ha de nuevas plantaciones forestales con fines comerciales para el periodo comprendido entre 2022-2026. Dado lo anterior, se proyecta que para la vigencia 2023 se establezcan 10.000 ha de plantaciones, por lo cual al cierre de la vigencia se entregará análisis de la plataforma SINERGIA que permita visualizar el número de hectáreas de plantaciones forestales comerciales que le apunte a la meta del PND.

ÁREA PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

La consolidación de la información de plantaciones comerciales se sustenta en registros administrativos; esta información arroja como resultado un área plantada de 541.640 hectáreas con corte a junio 30 de 2023. Esta cifra se obtiene como resultado de replicar la metodología de los cruces de las bases de datos de los registros administrativos de diferentes fuentes de información (ICA, FINAGRO, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, Federación Nacional de Cafeteros – FNC y FEDECACAO).

En la tabla 1 se observa la distribución porcentual por departamento relacionada con el área sembrada con plantaciones forestales comerciales, ubicando en los tres primeros lugares a los departamentos de Antioquia, Vichada y Meta con 21,3 %, 20,1 % y 12,4 % respectivamente, si nos remitimos a la séptima edición del boletín estadístico, podemos concluir que esta estructura no cambió en términos relativos al comparar las cifras un semestre después.

Tabla 1. Área de plantaciones forestales comerciales por departamento a junio 2023

Área De Plantaciones Forestales Comerciales Por Departamento A Junio 2023		
Departamento	Area Sembrada (Ha)	%
Antioquia	115.103	21,30%
Vichada	108.614	20,10%
Meta	66.920	12,40%
Córdoba	35.431	6,50%
Caldas	28.746	5,30%
Valle Del Cauca	27.526	5,10%
Cauca	26.373	4,90%
Santander	20.485	3,80%
Magdalena	15.142	2,80%
Huila	12.129	2,20%
Bolívar	11.753	2,20%
Risaralda	10.421	1,90%
Cesar	10.070	1,90%
Cundinamarca	9.820	1,80%
Tolima	9.193	1,70%
Casanare	7.894	1,50%
Boyaca	6.090	1,10%
Sucre	5.935	1,10%
Quindio	5.897	1,10%
Atlántico	1.872	0,30%
Norte de Santander	1.494	0,30%
Nariño	1.137	0,20%
Chocó	1.126	0,20%
Guajira	653	0,10%
Caquetá	613	0,10%
Arauca	607	0,10%
Guaviare	399	0,10%
Putumayo	191	0,00%
Guainía	4	0,00%
Vaupés	1	0,00%
Amazonas	0	0,00%
Total General	541.640	100,00%

Fuente: ICA-SPV-DTEVF-2023 - DCAF-MADR.

ÁREA POR REGIONES Y NÚCLEOS

En esta sección se presenta la distribución del total del área establecida en el país según las respectivas regiones geográficas definidas por la zonificación y el Plan de Ordenamiento Productivo realizado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria UPRA. En la tabla 2 se presenta esta la distribución.

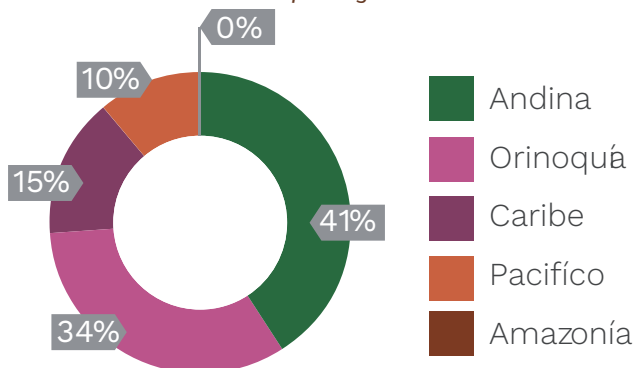
Tabla 2. Distribución de área por Regiones.

Hectáreas (ha) plantadas por region		
Region	Hectareas (ha)	%
Andina	219.379	40,50%
Orinoquía	184.036	33,98%
Caribe	80.856	14,93%
Pacífico	56.161	10,37%
Amazonía	1.208	0,22%
Total General	541.640	100%

Fuente: MADR DCAF – junio 2023.

La Gráfica 1 presenta la distribución porcentual, concentrándose en mayor proporción en la región Andina con el 40,5 %, seguida de la región de la Orinoquía y Caribe con un 33,98 % y 14,93 % respectivamente.

Gráfica 1. Distribución de área por Regiones.



Fuente: MADR DCAF – junio 2023

Por otra parte, en la Tabla 3 se presenta la distribución por las zonas identificadas por la UPRA como los principales núcleos productivos del sector forestal colombiano, siendo el núcleo el del Eje Cafetero y Suroccidente el de mayor área con 214.067 hectáreas.

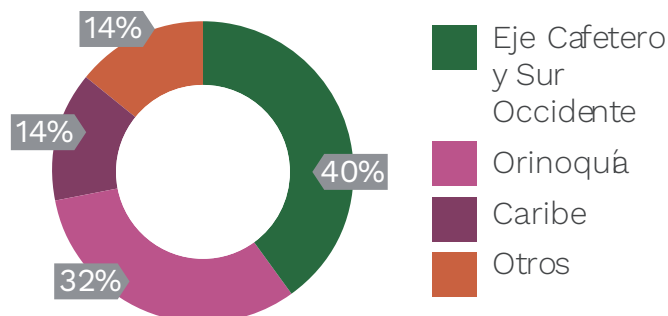
Tabla 3. Distribución de área por Núcleos Productivos.

Zona de Aptitud	Hectáreas (ha)	%
Eje Cafetero y Sur Occidente	214.067	40%
Orinoquía	175.535	32%
Otros	77.771	14%
Caribe	74.268	14%
Total General	541.640	100%

Fuente: MADR DCAF – junio 2023.

En la gráfica 2 se presenta la distribución porcentual por núcleos, concentrándose en mayor proporción en el núcleo del Eje Cafetero y Suroccidente con el 40 %, seguido del núcleo de la Orinoquía con un 32 % y en igual proporción de 14 % para las zonas Caribe y Otros.

Gráfica 2. Distribución de área por Zona de aptitud. F



Fuente: MADR DCAF – junio 2023

ESPECIES POR ZONAS DE APTITUD

En la tabla 4 se presenta la clasificación de especies forestales utilizadas en la reforestación comercial y su distribución en los diferentes núcleos de desarrollo para las plantaciones forestales comerciales definidas en los lineamientos de política del sector forestal.

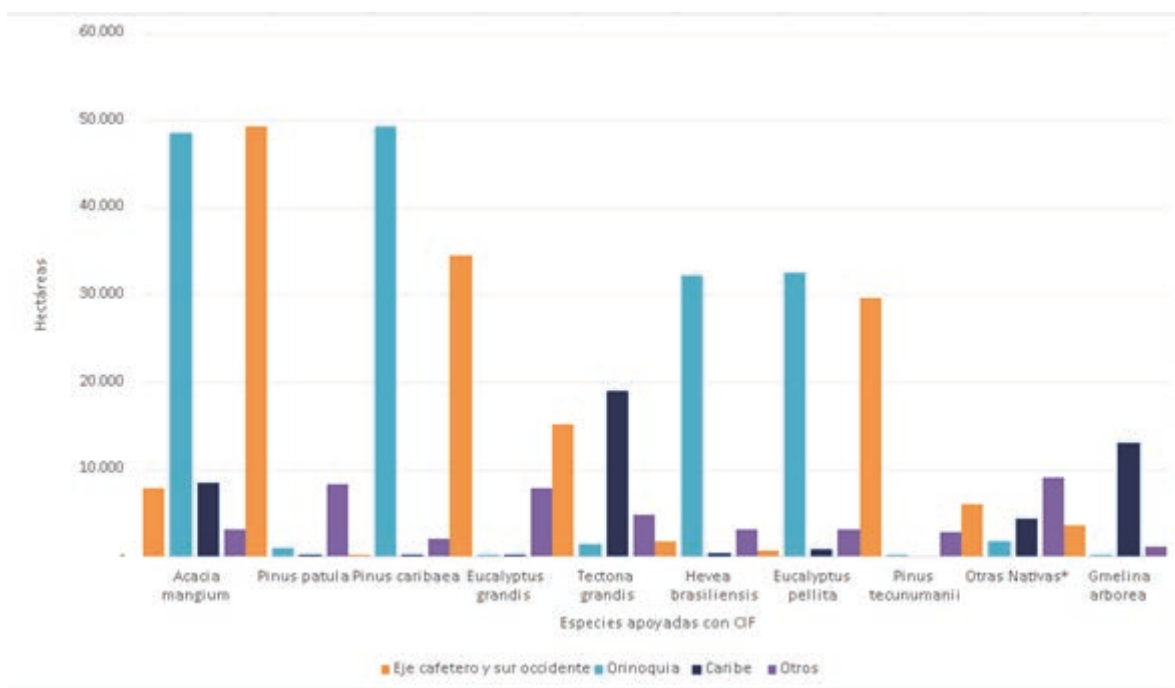
Tabla 4. Distribución de especies por Zona de aptitud.

Especies/ zona de aptitud						
Nombre científico	Nombre comun	Eje cafetero y sur occidente	Orinoquia	Caribe	Otros	Total general (ha)
<i>Acacia mangium</i>	Acacia	7.810	48.491	8.434	3.006	67.741
<i>Pinus patula</i>	Pino pátula/ pino	49.263	1.006	12	8.320	58.601
<i>Pinus caribaea</i>	Pino	228	49.346	1	1.941	51.515
<i>Eucalyptus grandis</i>	Eucalipto	34.427	74	1	7.850	42.352
<i>Tectona grandis</i>	Teca	15.191	1.372	18.907	4.741	40.210
<i>Hevea brasiliensis</i>	Caucho	1.693	32.165	293	3.109	37.260
<i>Eucalyptus pellita</i>	Eucalipto	606	32.540	723	3.075	36.945
<i>Pinus tecunumanii</i>	Pino	29.535	77	-	2.765	32.376
Otras Nativas*	Otras Nativas*	5.950	1.716	4.291	9.012	20.969
<i>Gmelina arborea</i>	Melina	3.527	139	12.960	1.058	17.684
<i>Eucalyptus urophylla</i>	Eucalipto	7.157	4.667	4.353	1.491	17.668
<i>Pinus maximoi</i>	Pino	16.852	-	-	516	17.367
<i>Pinus oocarpa</i>	Pino	12.809	97	-	3.570	16.476
<i>Cordia alliodora</i>	Nogal cafetero/ nogal	9.004	203	302	6.778	16.287
<i>Eucalyptus tereticormis</i>	Eucalipto	232	1.525	8.279	418	10.453
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble/ Ocobo	2.760	3	3.523	4.168	10.454
<i>Pachira quinata/ Bombacopsis quinata</i>	Ceiba roja/ Ceiba tólua	610	203	8.645	574	10.032
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	8.222	-	-	1.347	9.568
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto/ ocal	185	-	64	8.393	8.642
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro/Cedro rosado	3.051	219	641	2.571	6.483
Otros Pinos*	Otros Pinos*	2.581	167	52	596	3.396
Otros Eucaliptos*	Otros Eucaliptos*	1.260	176	414	1.003	2.853
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto	443	-	2.085	195	2.723
n.d. *	n.d. *	186	1.350	261	321	2.118
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso	483	-	29	753	1.265
Otras Introducidas *	Otras Introducidas *	3	-	-	200	203
Total general		214.067	175.535	74.268	77.771	541.640

Fuente: MADR DCAF – Junio 2023

Se observa en el primer renglón la especie *Acacia mangium*, la cual se encuentra concentrada en el núcleo productivo de la Orinoquía, seguida por el *Pinus patula* el cual se encuentra concentrada en el núcleo del Eje Cafetero y Suroccidente. En la Gráfica 3 se ilustra el grado de concentración por especie y núcleo productivo de las diez principales especies establecidas en el país, cabe resaltar que la categoría 9 hace referencia a otras plantaciones de otras especies nativas (*Abarco*, *Caoba*, *Algarrobo*, *Higuerón*, *Ocobo*, entre otros).

Gráfica 3. Top 10 Especies de plantaciones forestales comerciales con mayor área plantada por Núcleos Productivos



Fuente: MADR DCAF – junio 2023

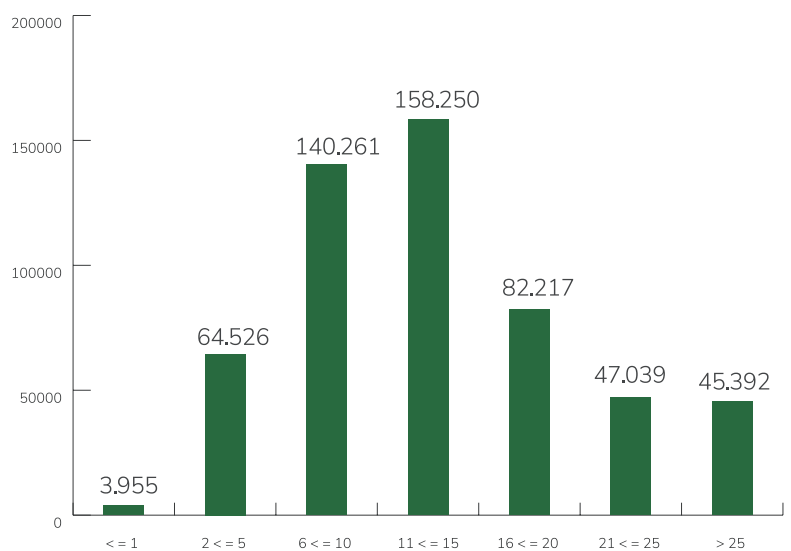


EDAD DE LAS PLANTACIONES

En la siguiente tabla se observa la distribución del total del área establecida con plantaciones forestales comerciales por rangos de edad, siendo las plantaciones que se encuentran entre los 11 a 15 años las que presentan mayor participación con un 29 %, seguida por las plantaciones que se encuentra entre 6 a 10 de años con una participación del 26 %.

Gráfica 4 Distribución por edades de las áreas establecidas.

Edad de las Plantaciones Forestales Comerciales a Junio 2023		
Rango de edad (años)	Área (ha)	%
<= 1	3.955	1%
2 <= 5	64.526	12%
6 <= 10	140.261	26%
11 <= 15	158.250	29%
16 <= 20	82.217	15%
21 <= 25	47.039	9%
> 25	45.392	8%
Total	541.640	100%

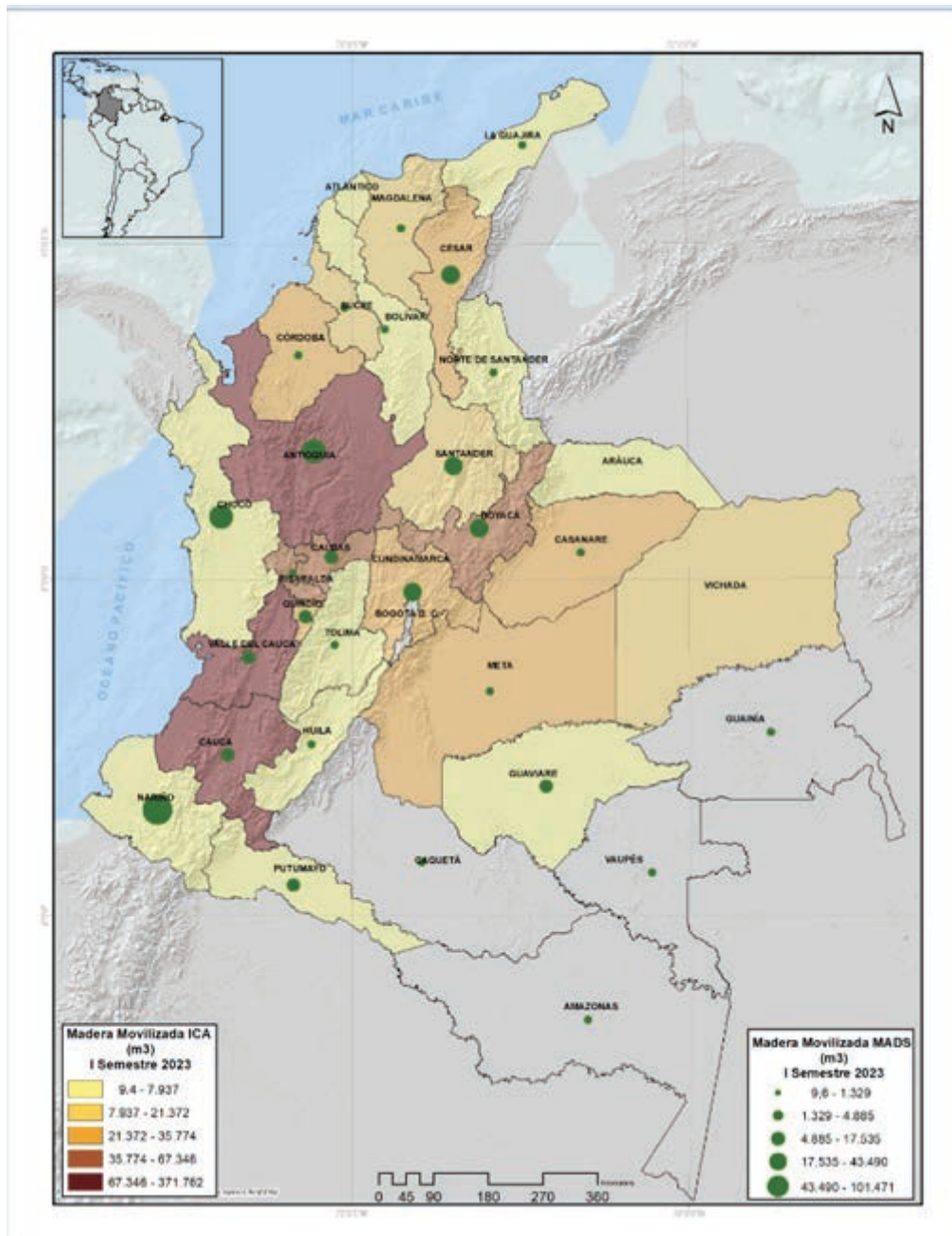


Fuente: Fuente: MADR DCAF – junio 2023



MADERA MOVILIZADA M³

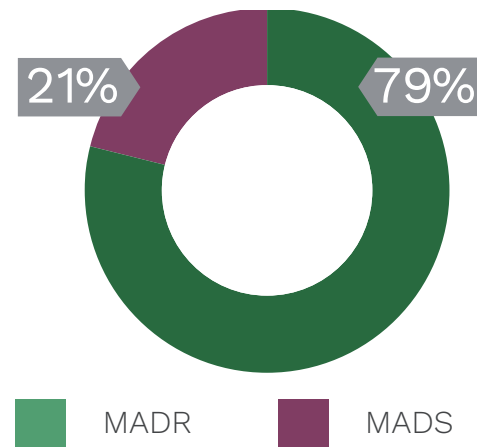
Ilustración 2. Madera movilizada en el primer semestre 2023 (m³).



Fuente: MADR DCAF – junio 2023

Para la octava edición del Boletín Estadístico Forestal hemos continuado los trabajos articulados entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; dichos esfuerzos permiten tener continuidad en la información de productos maderables movilizados con certificados de movilización expedidos por el ICA y datos de movilización de productos maderables y no maderables para este caso Guadua a partir de los salvoconductos expedidos por las diferentes Corporaciones Autónomas Regionales, (CAR's), de este esfuerzo se obtiene los resultados presentados en la gráfica 5, donde podemos observar la estructura participativa de estas dos fuentes de información con respecto a la variable de productos maderables y no maderables movilizados en términos de metros cúbicos.

Gráfica 5. Estructura porcentual del volumen movilizado de productos maderables y no maderables (guadua) (m³).



Fuentes: ICA-SPV-DTEVF – junio 2023

Tabla 5. Volumen de madera movilizada en el país (m³).

AÑO	2019	2020	2021	2022	2023-I SEM	%
MADR	2.392.861	2.238.981	2.298.938	2.508.263	1.218.516	79%
MADS	659.750	630.139	740.537	672.587	329.292	21%
Total	3.052.611	2.869.120	3.039.475	3.180.850	1.547.808	100%

Fuentes: ICA-SPV-DTEVF – junio 2023

Se observa que el aporte en volumen movilizado de productos maderables tanto para el año 2022 como para el primer semestre del presente año corresponde al 79 %, .De igual forma; en la tabla 6 se presenta el volumen de productos maderables y no maderables (guadua), movilizados durante el año 2022 y primer semestre del 2023.

Para este último periodo se identifican que cuatro departamentos concentran el 61,1 %

del total de la madera movilizada en el país, los cuales son: Antioquia, Cauca, Valle del Cauca y Nariño con el 26,6 %, 14,9 %, 12,8 % y 6,8 % respectivamente; vale la pena mencionar que los volúmenes movilizados en los departamentos de Antioquia, Cauca y Valle del Cauca corresponde en mayor parte a madera movilizada proveniente de plantaciones forestales con fines comerciales, mientras que la madera movilizada del departamento de Nariño corresponde a bosque natural.

Tabla 6. Volumen movilizado de productos maderables y no maderables (guadua).
 DBBSE, Junio 2023 -procesamiento de datos de VITAL ** Información provisional

Departamentos	2022				2023- I SEM			
	ICA	MADS	Total	%	ICA	MADS	Total	%
Antioquia	787.515	78.638	866.153	27,23%	371.762	40.202	411.964	26,62%
Cauca	442.936	6.209	449.145	14,12%	227.722	2.220	229.942	14,86%
Valle Del Cauca	366.381	47.356	413.737	13,01%	177.822	21.005	198.827	12,85%
Nariño	5.472	312.649	318.121	10,00%	2.022	103.080	105.102	6,79%
Caldas	168.345	17.912	186.257	5,86%	67.347	9.528	76.875	4,97%
Boyacá	98.539	17.804	116.343	3,66%	50.360	17.535	67.895	4,39%
Risaralda	139.596	16.710	156.306	4,91%	57.853	5.707	63.560	4,11%
Quindío	31.152	76.279	107.432	3,38%	23.507	34.977	58.483	3,78%
Cundinamarca	76.429	23.134	99.563	3,13%	31.405	16.669	48.074	3,11%
Chocó	576	22.547	23.122	0,73%	153	43.491	43.644	2,82%
Cesar	25.806	5.238	31.044	0,98%	29.371	11.905	41.277	2,67%
Meta	52.353	34	52.386	1,65%	35.775	65	35.840	2,32%
Córdoba	48.748	1.973	50.722	1,59%	25.420	910	26.330	1,70%
Casanare	55.777		55.777	1,75%	24.313	10	24.323	1,57%
Santander	35.229	18.832	54.060	1,70%	12.646	11.236	23.882	1,54%
Vichada	45.370		45.370	1,43%	21.373		21.373	1,38%
Magdalena	52.162	2.656	54.817	1,72%	18.865	1.329	20.194	1,30%
Sucre	13.122	2.989	16.111	0,51%	12.813	422	13.235	0,86%
Bolívar	19.813	255	20.068	0,63%	7.938	141	8.079	0,52%
Tolima	11.601	309	11.910	0,37%	5.323	606	5.928	0,38%
Atlántico	13.486		13.486	0,42%	5.912		5.912	0,38%
Huila	6.990	2.258	9.249	0,29%	3.806	1.276	5.082	0,33%
Putumayo	323	5.517	5.840	0,18%	95	3.331	3.425	0,22%
La Guajira	6.403	547	6.950	0,22%	2.297	145	2.443	0,16%
Guaviare	275	2.827	3.101	0,10%	9	2.071	2.080	0,13%
Arauca	1.925	7	1.932	0,06%	1.683		1.683	0,11%
Norte de Santander	1.940	1.813	3.753	0,12%	928	659	1.587	0,10%
Amazonas		2.111	2.111	0,07%		363	363	0,02%
Caquetá		5.233	5.233	0,16%		308	308	0,02%
Guainía		248	248	0,01%		75	75	0,00%
Vaupés		503	503	0,02%		25	25	0,00%
Total General	2.508.263	672.587	3.180.850	100%	1.218.516	329.291	1.547.808	100%

Fuente: Fuente: ICA-SPV-DTEVF- Junio 2023

TIPO DE PRODUCTO DE LA MADERA MOVILIZADA (M³)

Tabla 7. Tipo de producto de madera movilizada.

Tipos de Productos	2023-I SEM	%
Rolliza	535.466	44%
Pulpa	484.193	40%
Bloque	140.685	12%
Palanca de Mina	36.019	3%
Tabla	9.009	1%
Postes	4.529	0%
Limatón	2.719	0%
Toleta	2.081	0%
Vara de Clavo	1.695	0%
Cercos	426	0%
Tablón	415	0%
Otros	324	0%
Planchon	287	0%
Repisas	270	0%
Madera troceada	200	0%
Vigas	172	0%
Pilotes	28	0%
Totales	1.218.516	100%

Fuente: ICA-SPV-DTEVF -junio-2023. MADR DCAF - junio 2023

En la tabla 7 se puede observar el volumen de madera movilizada por tipo específico de productos siendo la rolliza la de mayor participación, seguido por la madera para pulpa y en bloque, estos tres tipos de producto concentran el 96 % del total de la producción nacional asociada a madera movilizada proveniente las plantaciones forestales con fines comerciales reportadas por el ICA.

Por su parte, la madera proveniente del bosque natural se resume en la tabla 8, donde se observa la madera para aserrado participando con el 56 % y se completa con la madera rolliza con el restante 44 %.

Tabla 8. Tipo de producto de madera movilizada.

DBBSE, junio 2023 -procesamiento de datos de VITAL **
 Información provisional

Tipos de Productos	2022	2023-I SEM	%
Aserrado	374.369	150.500	56%
Rollizo	165.919	117.481	44%
Totales	540.288	267.981	100%

TIPO DE TRANSPORTE DE LA MADERA MOVILIZADA (M³)

Tipo de transporte para movilizar madera proveniente de Bosque natural

DBBSE, junio 2023 -procesamiento de datos de VITAL **
 Información provisional

Tipos de Transporte	2023- I SEM	%
Terrestre	141.326	53%
Fluvial	64.110	24%
Marítimo	62.544	23%
Total general	267.981	100%

Se mantiene la tendencia resaltada en los boletines anteriores al respecto de la diferencia que existe en la forma de movilizar la madera proveniente de las plantaciones forestales con fines comerciales y el bosque natural, donde para el caso de las plantaciones comerciales prácticamente la totalidad de la madera se movilizan por vía terrestre, mientras que, para el caso de la madera de bosque natural, existe una distribución más balanceada como se evidencia en la tabla 9, en donde el 53 % de la madera en el primer semestre de 2023 se ha transportado vía terrestre, seguido por el 24 % que se ha movilizado por vía marítima y el restante 23 % de forma fluvial.

VOLUMEN DE FLORA NO MADERABLE MOVILIZADA (GUADUA) (M³)

Tabla 10. Volumen de flora no maderable movilizada (guadua).

DBBSE, junio 2023 -procesamiento de datos de VITAL ** Información provisional

Departamentos	2019	2020	2021	2022	2023- I SEM	%
Quindío	47.006	39.344	55.691	67.967	30.312	49,44%
Valle Del Cauca	31.830	30.749	42.284	35.589	16.119	26,29%
Risaralda	11.692	8.856	9.957	13.234	4.386	7,15%
Caldas	7.298	6.333	8.208	10.754	6.777	11,05%
Nariño	43	-	-	1.383	1.609	2,62%
Huila	1.165	1.200	1.018	1.368	791	1,29%
Cauca	1.771	778	906	986	321	0,52%
Antioquia	740	923	1.173	718	631	1,03%
Cundinamarca	196	12	180	215	332	0,54%
Tolima	21	21	-	58	13	0,02%
Santander	-	-	5	20	2	0,00%
Putumayo	1	-	-	8	-	0,00%
Boyacá	37	184	68	-	-	0,00%
Amazonas	1	2	-	-	-	0,00%
Guainía	2	-	-	-	-	0,00%
Guaviare	0	-	-	-	-	0,00%
Cordoba	-	-	-	-	18	0,03%
La Guajira	144	-	-	-	-	0,00%
Total	101.948	88.403	119.490	132.300	61.311	100%

A través de las CAR's se obtienen los permisos de aprovechamiento de la guadua, así se observa que el mayor departamento en aprovechamiento de guadua es Quindío, seguido por Valle del Cauca y Caldas, con 30.312 m³, 16.119 m³ y 6.777 m³ respectivamente durante el primer semestre de 2023.



TIPOS DE PRODUCTOS OBTENIDOS DE FLORA NO MADERABLE

Tabla 11. Tipo de productos obtenidos de flora no maderable (Guadua).

DBBSE, junio 2023 Procesamiento de datos de VITAL ** Información provisional

Tipo de Producto	2019	2020	2021	2022	2023 I SEM	%
Sobrebasa	25.499	23.296	32.423	38.754	18.487	30%
Basa	26.964	26.010	37.701	40.019	17.516	29%
Esterilla	25.268	19.925	26.987	28.931	12.914	21%
Puntal	7.071	5.950	6.533	9.227	5.312	9%
Cepa	12.282	8.486	10.614	10.638	5.032	8%
Varillón	3.524	3.583	3.215	2.453	1.135	2%
Lata	1.320	1.153	1.307	2.263	915	1%
Caña brava	20	-	710	15		0%
Total	101.948	88.403	119.490	132.300	61.311	100%

Los productos obtenidos de la guadua, más movilizados son la sobrebasa, basa y esterillas los cuales corresponden al 80 % de los productos obtenidos de esta flora no maderable. Éstos se comercializan para la construcción de viviendas, construcción de infraestructura, muebles y pisos laminados principalmente.

BALANZA COMERCIAL

La balanza comercial del sector madera y muebles de madera para el capítulo 44 y el grupo de partidas 9403 - 9406, en términos de valor en dólares, presenta variaciones en cada uno de sus dos componentes; puntualmente las exportaciones presentan una disminución en 26 % mientras que las importaciones disminuyeron en 30,7 % al compararse el primer semestre del presente año con el primer semestre del año inmediatamente anterior.

Este comportamiento se traduce en una balanza comercial deficitaria con decrecimiento en el déficit en 31,9 % explicado por una mayor magnitud en la caída de las importaciones frente a la caída de las exportaciones

Gráfica 6. Balanza Comercial según partidas arancelarias Capítulo 44 y Capítulos 9403 – 9406



Fuente: DIAN-DANE – Junio 2023.

EXPORTACIONES 2022- 1-SEM / 2023 1- SEM

Tabla 12. Exportaciones en cantidad y valor según partidas arancelarias Capítulo 44 según los principales productos.

Top 10	NANDINA	2022 I SEM			2023 I SEM			Participación % FOBDOLO
		PNK	FOBPE\$	FOBDOLO	PNK	FOBPE\$	FOBDOLO	
1	4407299000	6.901.282	12.118.239.515	3.080.773	6.153.977	10.440.007.065	2.016.929	18,50%
2	4402900000	3.916.738	7.912.313.861	2.024.279	3.338.228	10.524.059.264	1.998.082	18,30%
3	4409229000	1.362.725	10.450.819.931	2.672.207	773.240	11.172.992.907	1.606.258	14,70%
4	4407220000	875.710	7.520.461.903	1.921.775	206.076	5.047.066.704	814.893	7,50%
5	4418290000	139.237	2.649.241.782	676.261	160.454	3.965.631.863	692.299	6,30%
6	4410110000	736.773	2.666.272.901	676.511	275.422	2.243.320.311	325.801	3,00%
7	4420900000	65.720	1.159.599.560	296.136	100.359	1.568.343.643	280.752	2,60%
8	4418210000	32.303	895.165.178	220.368	45.176	1.828.811.773	272.254	2,50%
9	4409292000	75.291	493.316.079	127.708	135.443	1.275.910.117	270.701	2,50%
10	Demás subpartidas del capítulo 44	2.928.995	12.706.232.876	3.246.617	2.553.819	15.758.682.220	2.631.397	24,10%
Total Expos Capítulo 44		17.034.774	58.571.663.586	14.942.635	13.742.194	63.824.825.867	10.909.366	100,00%
Variación 2022 1 SEM/ 2023 1 SEM					-19,33	8,97	-26,99	

- 1** Las demás maderas de las maderas tropicales.
- 2** Los demás carbónes vegetales (comprendido el de cáscaras o de huesos [carozos] de frutos), incluso aglomerados.
- 3** Las demás maderas (incluidas las tablas y frisos para parques, sin ensamblar) perfilada longitudinalmente en una o varias caras, cantos o extremos, incluso cepilladas, lijadas o unidas por los extremos de maderas tropicales.
- 4** Maderas tropicales, virola, Imbuia y Balsa, aserradas o desbastadas longitudinalmente, cortadas o desenrolladas, incluso cepilladas, lijadas o unidas por los extremos, de espesor superior a 6 mm.
- 5** Los demás Puertas y sus marcos, contramarcos y umbrales
- 6** Tableros de partículas, de madera.
- 7** Los demás artículos de marquetería y taracea; cofres, cajas y estuches para joyería u orfebrería y manufacturas similares de madera; artículos de mobiliario no comprendidos en el capítulo 94.
- 8** Puertas y sus marcos, contramarcos y umbrales, de maderas tropicales
- 9** Madera moldurada, distinta de las de coníferas.



Para el primer semestre del año 2022, las exportaciones de madera y sus manufacturas alcanzaban un valor acumulado de US\$14.942.635 sumando las partidas arancelarias del capítulo 44; así mismo para el primer semestre del presente año estas exportaciones alcanzaron un valor de US\$10.909.366, lo que representó un decrecimiento de 26,99 %. Similar comportamiento presenta la variable del peso neto kilo de las exportaciones las cuales se redujeron en 19,33 %, en contraste, el valor en términos de pesos colombianos en el primer semestre del 2023 presentó un crecimiento de 8,97 % comparado con el año inmediatamente anterior, muy seguramente influenciado por el comportamiento de la tasa de cambio.

Por otra parte, para el periodo 2023-I Sem el 59 % del valor de las exportaciones se concentraron principalmente en cuatro partidas arancelarias, en su orden, Las demás maderas tropicales, Los demás carbones vegetales (comprendido el de cáscaras o de huesos [carozos] de frutos), incluso aglomerados, Las demás maderas (incluidas tablillas y frisos para parques, sin ensamblar) perfilada longitudinalmente en una o varias caras, cantos o extremos, incluso cepilladas, lijadas o unidas por los extremos de maderas tropicales y Maderas tropicales, virola Imbuja y Balsa, aserradas o desbastadas longitudinalmente, cortadas o desenrolladas, incluso cepilladas, lijadas o unidas por los extremos, de espesor superior a 6 mm con 18,5 %, 18,3 %, 14,7 %, y 7,5 % respectivamente.

Tabla 13. Exportaciones en cantidad y valor según partidas arancelarias Capítulo 9403-9406 y Total Agregado según los principales productos

Top 10	NANDINA	2022 I SEM			2023 I SEM			Participación % FOBDOOL
		PNK	FOB PES	FOBDOOL	PNK	FOB PES	FOBDOOL	
1	9403600000	4.728.672	60.316.136.316	15.468.227	2.663.908	80.273.462.767	13.413.448	58,08%
2	9403500000	2.622.625	22.860.277.599	5.862.505	1.456.000	28.973.349.957	5.140.656	22,26%
3	9403400000	2.566.321	22.017.192.998	5.638.643	884.291	13.845.613.860	2.230.789	9,66%
4	9403300000	1.344.662	11.884.169.016	3.050.996	577.149	9.172.951.021	1.589.378	6,88%
5	9403910000	86.487	1.596.205.671	406.461	63.778	2.592.581.580	375.016	1,62%
6	9403890000	46.365	2.055.627.969	532.001	39.469	1.476.481.269	274.809	1,19%
7	9406100000	4.282	106.534.992	27.155	6.008	415.000.754	66.706	0,29%
8	9403830000	182	65.640.138	16.272	109	7.425.244	1.544	0,01%
9	9403820000	411	8.379.565	2.051	15	4.251.497	1.000	0,00%
Total Expos Capítulo 9403-9406		11.400.007	120.910.164.264	31.004.311	5.690.727	136.761.117.949	23.093.346	100,00%
Variación 2022 I SEM / 2023 I SEM					-50,08	13,11	-25,52	

Fuente: DIAN-DANE – junio 2023.

- 1** Los demás muebles de madera.
- 2** Muebles de madera del tipo de los utilizados en dormitorios.
- 3** Muebles de madera del tipo de los utilizados en cocinas.
- 4** Muebles de madera del tipo de los utilizados en oficinas.
- 5** Partes de madera para muebles de la partida 94.03.
- 6** Los demás muebles de otras materias, incluidos mimbre o materias similares.

- 7** Construcciones prefabricadas de madera.
- 8** Muebles de roten (ratan).
- 9** Muebles de bambu.

PNK: Exportaciones en Kg
FOB PES: Exportaciones en pesos
FOBDOOL: Exportaciones en Dólares



En paralelo, para el 2023, las exportaciones de muebles alcanzaron un valor de acumulado en dólares de US\$ 31.004.311 sumando las partidas arancelarias del capítulo 9403-9406, de igual forma, dichas exportaciones presentaron comportamientos positivos en términos de valor en pesos (FOB PES) 13,11 %, contrarrestado ese crecimiento por la variable de valores en dólares (FOB DOL) con una caída de 25,52 %.

Por otra parte, aproximadamente el 90 % del valor de las exportaciones se encuentran concentradas principalmente por tres partidas arancelarias, en su orden; los demás muebles de madera, muebles de madera del tipo de los utilizados en dormitorios, muebles de madera del tipo de los utilizados en cocinas, con 58,08 %, 22,26 %, 9,66 % respectivamente.

IMPORTACIONES 2023 I-SEM / 2022 I-SEM

Tabla 14. Importaciones en cantidad y valor según partidas arancelarias Capítulo 44 según los principales productos.

Top 10	POS_ARAN	2022- I SEM			2023- I SEM			Participacion % CIFDOL
		PNK	Valor CIFPES	Valor CIFDOL	PNK	Valor CIFPES	Valor CIFDOL	
1	4410190000	68.839.167	250.086.706.835	64.217.725	61.548.271	268.298.300.168	58.163.939	43,10%
2	4410110000	58.163.010	130.604.061.166	33.316.686	40.422.019	95.506.666.418	20.648.758	15,30%
3	4407119000	7.296.592	31.569.796.857	8.089.602	7.376.104	30.752.424.448	6.689.881	5,00%
4	4412390000	6.078.968	30.545.345.349	7.809.180	5.100.106	26.542.761.108	5.765.420	4,30%
5	4411130000	16.902.790	55.385.629.371	14.180.352	8.338.519	24.887.321.267	5.379.760	4,00%
6	4411140000	19.193.293	54.353.426.456	13.858.421	6.859.102	21.937.840.901	4.806.051	3,60%
7	4411120000	21.376.767	53.532.798.237	13.706.866	7.489.638	18.473.412.383	3.986.860	3,00%
8	4411920000	5.515.331	22.209.012.800	5.663.967	3.091.056	11.162.294.382	2.397.732	1,80%
9	4416000000	418.097	3.271.806.250	832.747	884.255	10.454.740.131	2.276.991	1,70%
10	Las demás partidas arancelarias del Capítulo 44	17.047.845	124.031.713.447	31.647.947	14.178.207	114.081.462.998	24.681.952	18,30%
Total Importaciones Capítulo 44					155.287.277	622.097.224.204	134.797.344	100,00%
Variación 2022/2021		220.831.860	755.590.296.768	193.323.493	-29,68	-17,67	-30,27	

Fuente: DIAN-DANE – Junio 2023.

- 1** Los demás tableros de madera.
- 2** Tableros de partículas, de madera.
- 3** Madera aserrada o desbastada longitudinalmente, cortada o desenrollada, incluso cepillada, lijada o unida por los extremos, de espesor superior a 6 mm de pino.
- 4** Las demás maderas contrachapadas, constituidas exclusivamente por hojas de madera (excepto de bambú) de espesor unitario inferior o igual a 6 mm.
- 5** Tableros de fibra de densidad media (llamados «MDF»), de espesor superior a 5 mm pero inferior o igual a 9 mm.
- 6** Tableros de fibra de densidad media (llamados «MDF»), de espesor superior a 9 mm.
- 7** Tableros de fibra de densidad media (llamados «MDF»), de espesor inferior o igual a 5 mm.
- 8** Los demás tableros de fibra de madera u otras materias leñosas, incluso aglomeradas con resinas o demás aglutinantes orgánicos, de densidad superior a 0,8 g/cm³.
- 9** Barriles, cubas, tinas y demás manufacturas de tonelería y sus partes, de madera, incluidas las duelas.

PNK: Exportaciones en Kg
 FOBPES: Exportaciones en pesos
 FOBDOL: Exportaciones en Dólares



Durante el año primer semestre de 2023, las importaciones de madera y sus manufacturas alcanzaron un valor de acumulado en dólares de US\$134.797.342 sumando las partidas arancelarias del capítulo 44, de igual forma, dichas importaciones presentaron decremento en términos de cantidades (peso neto kilo PNK) de valor en pesos (CIFPES) y de valor en dólares (CIFDOL) del orden de -29,68 %, -17,67 % y -30,27 % respectivamente.

Por otra parte, aproximadamente el 67,7 % del valor de las importaciones se encuentran concentradas principalmente por cuatro partidas arancelarias, en su orden; los demás tableros de madera, tableros de partículas de madera, Madera aserrada o desbastada longitudinalmente, cortada o desenrollada, incluso cepillada, lijada o unida por los extremos, de espesor superior a 6 mm de pino; las demás maderas contrachapadas, constituidas exclusivamente por hojas de madera (excepto de bambú) de espesor unitario inferior o igual a 6mm; con 43,1 %, 15,3 %, 5,0 % y 4,28 % respectivamente.

Al momento de comparar el primer semestre del año 2022 con el primer semestre del año en curso, rápidamente se identifica que el capítulo 4410 y 4411 que hacen referencia a tableros de madera son aquellos que tuvieron un descenso drástico disminuyendo su aportación a las importaciones de madera.

Tabla 15. Importaciones en cantidad y valor según partidas arancelarias Capítulo 9403-9406 y Total Agregado según los principales productos

Top 10	POS_ARAN	2022 SEM			2023 SEM			Participación % CIFDOL
		PNK	Valor CIFPES	Valor CIFDOL	PNK	Valor CIFPES	Valor CIFDOL	
1	9403600000	3.874.708	48.061.815.581	12.286.930	2.638.984	42.428.241.515	9.170.063	46,50%
2	9403300000	857.718	10.810.934.677	2.773.499	554.125	13.612.865.445	2.940.407	14,90%
3	9403890000	2.184.880	24.580.495.478	6.256.561	1.234.201	12.102.850.254	2.614.193	13,30%
4	9403500000	3.891.561	20143593725	5.146.677	1.518.304	11.381.202.880	2.471.267	12,50%
5	9403400000	427.131	7.114.889.433	1.808.423	292.747	5.626.822.248	1.231.984	6,30%
6	9403910000	171.031	4.202.939.053	1.079.832	253.313	5.445.230.794	1.201.004	6,10%
7	9403820000	13.063	239.623.562	61.328	8.136	168.523.310	36.493	0,20%
8	9406100000	456	13.827.968	3.485	2.987	110.565.875	24.194	0,10%
9	9403830000	6.866	272.296.480	70.543	1.926	61.731.045	13.619	0,10%
Total Importaciones Capítulo 9403-9406		11.427.414	115.440.415.957	29.487.278	6.504.723	90.938.033.366	19.703.224	100,00%
Variación 2022/2021					-43,08	-21,23	-33,18	

- 1** Los demás muebles de madera.
- 2** Muebles de madera del tipo de los utilizados en oficinas.
- 3** Los demás muebles de otras materias, incluidos mimbre o materias similares.
- 4** Muebles de madera del tipo de los utilizados en dormitorios.
- 5** Muebles de madera del tipo de los utilizados en cocinas.
- 6** Partes de madera para muebles de la partida 94.03.
- 7** Muebles de bambu.
- 8** Construcciones prefabricadas de madera.
- 9** Muebles de roten (ratan).

En paralelo, para el primer semestre del año 2023, las importaciones de muebles y sus manufacturas alcanzaron un valor de acumulado de US\$19.703.224 sumando las partidas arancelarias del capítulo 9403-9406, de igual forma, dichas importaciones presentaron una contracción en la variables de cantidades (PNK) en -43,08 %, mientras que creció el comportamiento de las variables de valor en pesos (CIFPES) en -21,23 % y en términos de valor en dólares (CIFDOL) en -33,18 % con respecto al primer semestre de 2022

Por otra parte, aproximadamente el 87,3 % del valor de las importaciones se encuentran concentradas principalmente por cuatro partidas arancelarias, en su ordenen; los demás muebles de madera, Muebles de madera de los utilizados en oficinas; los demás muebles de otras materias, incluidos mimbre o materias similares, Muebles de madera del tipo de los utilizados en dormitorios, las cuales cuentan con la siguiente distribución 46,54 %, 14,92 %, 13,27 %, 12,54 % respectivamente.

Las propiedades físicas de la madera y su potencial de aplicación en las negociaciones de biomasa en Colombia

Elaborado Por:

César Polanco Tapia- Ingeniero Forestal, Ph.D.

Profesor Ingeniería Forestal Universidad Distrital Francisco José de Caldas

INTRODUCCIÓN

Con la creciente incursión de los proyectos que demandan biomasa en Colombia es necesario proponer algunos modelos de fácil asimilación por cada una de las partes que intervienen en el negocio (oferta y demanda) de madera. El presente documento expone una metodología basada en las propiedades físicas del material buscando un modelo justo de pago para quien está del lado de la producción forestal, como para quien está del lado de la transformación.

Desde la producción de madera los objetivos de quien aspira a ser un proveedor, se espera una rentabilidad la cual está mediada por la totalidad de los costos de la operación (adquisición o producción de plántulas, terreno, establecimiento, resiembra, labores silviculturales, cosecha, entre otros), los gastos de venta, la tasa de descuento del proyecto y los precios de venta predominantes en el mercado. En el primer aspecto, las situaciones son más comunes al mismo a nivel regional. En el segundo, es la naturaleza del proyecto y sus protagonistas, junto con las fuentes de apalancamiento definen de manera conjunta las tasas de descuento, las cuales no necesariamente son estáticas en el tiempo, dadas las dinámicas del mercado y el abanico de

oportunidades factible para los inversionistas. Con relación a los gastos de venta, la triada cargue-transporte-descargue tiene un peso específico muy representativo en la ecuación. Para el último caso, los precios de venta en el mercado son un punto en el que ponen de acuerdo vendedores y compradores, así la operación se encuentre verticalizada.

Según lo evidenciado por el autor, cuando la madera se paga por peso, hay grandes variaciones respecto a la biomasa seca, por cuanto los compradores tasan los valores en la situación más desventajosa respecto al contenido de humedad, esto se puede entender desde la perspectiva de una merma en el poder calorífico; o en los casos cuando el comprador segmenta el pago por contenido de humedad, no hay una correspondencia con el peso seco adquirido en todos los casos. Dada esta situación, el presente documento pretende proveer una herramienta metodológica para la compra y venta de madera en diferentes regiones del país y extensible a todas las especies de interés a partir del conocimiento y aceptación anticipada de las propiedades físicas del material.

DEFINICIONES

Los contenidos de humedad en la madera hacen referencia a la cantidad de agua contenida en una pieza procesada, rolliza o aserrada, cuyo valor de referencia es el peso seco o peso anhidro, en el entendido que dicho peso no cambia en una pieza o lote de madera. En este caso, se asume que, para el agua, su volumen iguala su peso, lo que es equivalente a densidad de 1.0 g.cm⁻³, o lo que es equivalente a mencionar que un centímetro cúbico (cm³) de agua pesa un gramo (g), o que un metro cúbico (m³) pesa una tonelada (t).

$$CH = \frac{(P_h - P_s)}{P_s}$$

CH: Contenido de humedad

P_h: Peso húmedo

P_s: Peso seco o peso en estado anhidro: **P_o**

Entre los contenidos de humedad más relevantes están: El contenido de humedad máximo, el contenido de humedad libre, el contenido de humedad en el punto de saturación de fibras y el contenido de humedad cero o de estado anhidro. Esto es, la máxima cantidad de agua que puede albergar una madera, el agua libre o la contenida en los espacios vacíos o lúmenes de las células, el agua higroscópica o de las paredes celulares, la cual es responsable directa de las variaciones dimensionales y las modificaciones de las propiedades mecánicas; y, el agua de constitución, la cual es responsable

en darle identidad al material. Cuando este último contenido de humedad se reduce, la madera pasa a ser otro material, como cuando en ciertos procesos de modificación la madera se carboniza o modifica químicamente, evento que sucede cuando se ubica por encima de ciertas temperaturas (165°C, por ejemplo).

Otra definición de humedad corresponde al punto de equilibrio, el cual se entiende como la cantidad de agua contenida en la masa seca de una pieza de madera, donde no se presenta intercambio de agua entre esta pieza y el ambiente que la circunda. Tal situación se da porque no existe una presión de vapor residual y las diferencias de humedad entre diferentes puntos de la madera tienden a cero a pesar de la anisotropía, lo que significa que el gradiente de humedad tiende a cero, o ya es cero.

¿Qué cantidad de agua puede contener la Madera?

Cuando las maderas son más livianas o menos densas, por lo general contienen mayor cantidad de agua que las maderas más pesadas o densas. Con la albura y el duramen sucede lo mismo, la albura presenta mayor contenido de humedad que el duramen, debido a que la primera está formada por células que tienen como función la conducción del agua. La relación (Contenido de Total de Agua/Peso Seco de la madera) es muy variable y en muchos casos, como Balso, Chingalé, Ceibas, Sajo, Virola y Pinos, pueden tener valores muy superiores al 100 % respecto a su peso seco.

En el proceso de secado se tiene en cuenta el agua libre y el agua de saturación, recordemos que el agua en la madera se encuentra en tres

formas: agua libre, agua de Saturación, Agua de constitución.

Agua Libre: Se denomina agua libre a aquella que se encuentra en las cavidades de las células o lúmenes. La cantidad de agua libre en la madera está limitada por el volumen de sus poros. Esta agua se va perdiendo hasta llegar a un punto denominado Punto de Saturación de Fibras (PSF) cuyos contenidos de humedad dependiendo la especie corresponden entre el 14 % y 40 %. Cuando la madera pierde agua y alcanza el PSF quiere decir que en sus cavidades celulares no existe más agua. Durante esta fase de secado o pérdida de agua la madera no presenta cambios en las dimensiones, ni alteraciones en las propiedades físico-mecánicas.

Agua de Saturación o en el punto de saturación de las fibras (PSF): El agua localizada en las paredes celulares, su estado máximo coincide con el PSF, la cual en el proceso de secado debe salir con mayor lentitud respecto al agua libre. Su salida o entrada, provoca cambios dimensionales su pérdida se produce hasta llegar a un equilibrio higroscópico entre la madera y el ambiente circundante. Tales cambios son más evidentes en madera aserrada, en madera rolliza, se manifiesta en forma de grietas y/o colapsos.

Agua de constitución: Es el agua contenida en la madera que le otorga su identidad. Hace parte de las células del material y de algunos contenidos de naturaleza polar. Cuando esta agua es eliminada la madera deja de ser madera como tal y pasa a ser otro material, carbón, por ejemplo.

Para la problemática mencionada, interesan los contenidos de agua en estado libre y de saturación de fibras, puesto que la madera

como biomasa se vende en estado rollizo, cuya humedad se encuentra cercana o muy por encima al PSF.

Para determinar los diferentes contenidos de humedad en la madera, basta con conocer reportes bien conducidos de sus propiedades físicas, o realizar ensayos para su determinación siguiendo los preceptos de la norma técnica colombiana respecto a la humedad: NTC 206-2:2018; o las densidades del material: NTC 290. En este último aspecto se deben considerar las siguientes formulaciones:

CH_{psf} : Contenido de humedad en el punto de saturación de fibras

$$CH_{psf} = \frac{(D_o - D_b)}{(D_o * D_b)} ; CH_{libre} = \frac{(D_r - D_o)}{(D_r * D_o)} ; CH_{Máx} = \frac{(D_r - D_b)}{(D_r * D_b)}$$

$$CH_{psf} = CH_{libre} + CH_{Máx}$$

CH_{libre} : Contenido de humedad elibre

CH_{max} : Contenido de humedad máximo

D_o : Densidad anhidra

D_b : Densidad básica

D_r : Densidad real

Finalmente, es importante mencionar que, para un lote de madera biológicamente estable, hay propiedades físicas que no cambian con el contenido de humedad; tales propiedades son: el Peso anhidro (P_o), el volumen anhidro (V_o) y el volumen verde (V_v); y son justamente estas propiedades las que determinan los dos tipos de densidad constantes en la madera, previo un adecuado procedimiento de muestreo, que

reporte correctamente el valor promedio de la propiedad y su correspondiente desviación estándar.

P_o :Peso anhidro; V_o :Volumen anhidro;
 V_v :olumen verde; D_o :Densidad anhidra;

$$D_r = 1,5g.cm^3 \quad ; \quad D_o = \frac{P_o}{V_o} \quad ; \quad D_b = \frac{P_o}{V_v}$$

D_b :Densidad básica; D_r :Densidad real

METODOLOGÍA

Se asumió una madera con los siguientes valores de densidad promedio:

$$D_o: \text{Densidad anhidra} = 0,64 \text{ g.cm}^3$$

$$D_b: \text{Densidad básica} = 0,54 \text{ g.cm}^3$$

$$D_r: \text{Densidad real} = 1,5 \text{ g.cm}^3$$

Se asumieron unos precios de madera propuestos por el comprador, segmentados por contenidos de humedad y su respectiva equivalencia en el caso que la tonelada de madera se encontrará en estado anhidro.

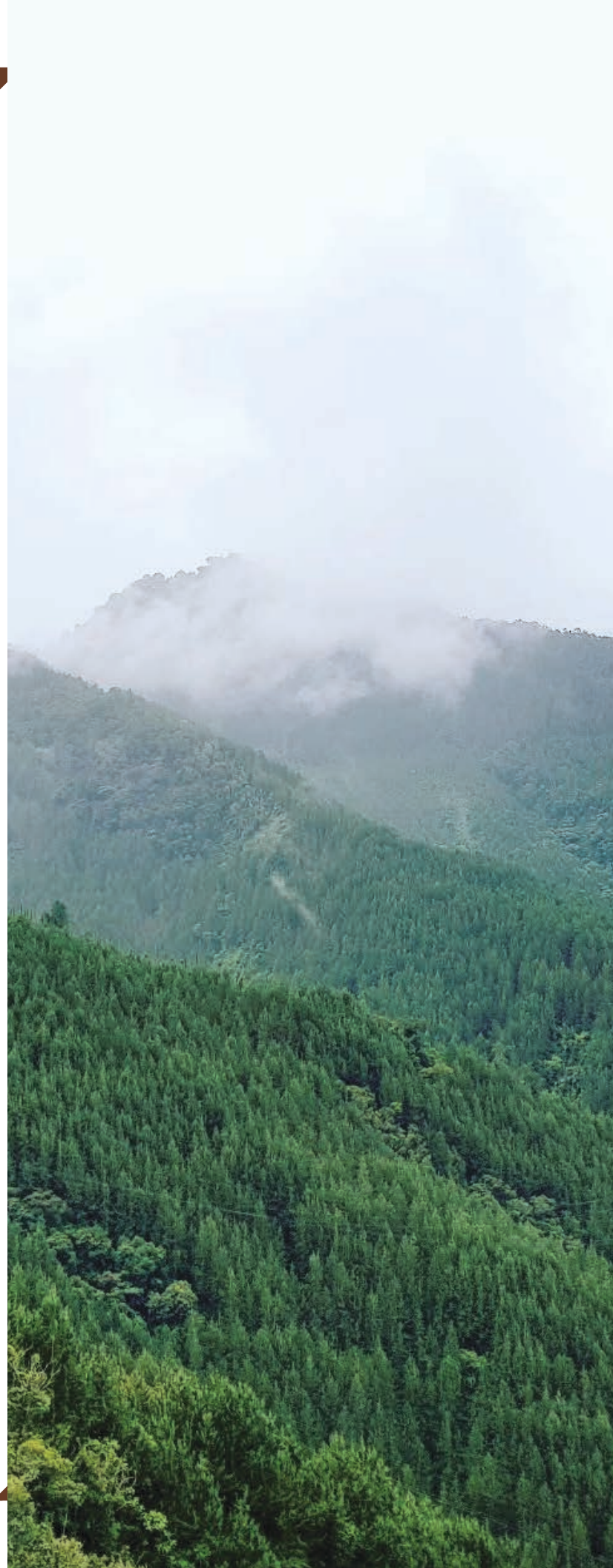
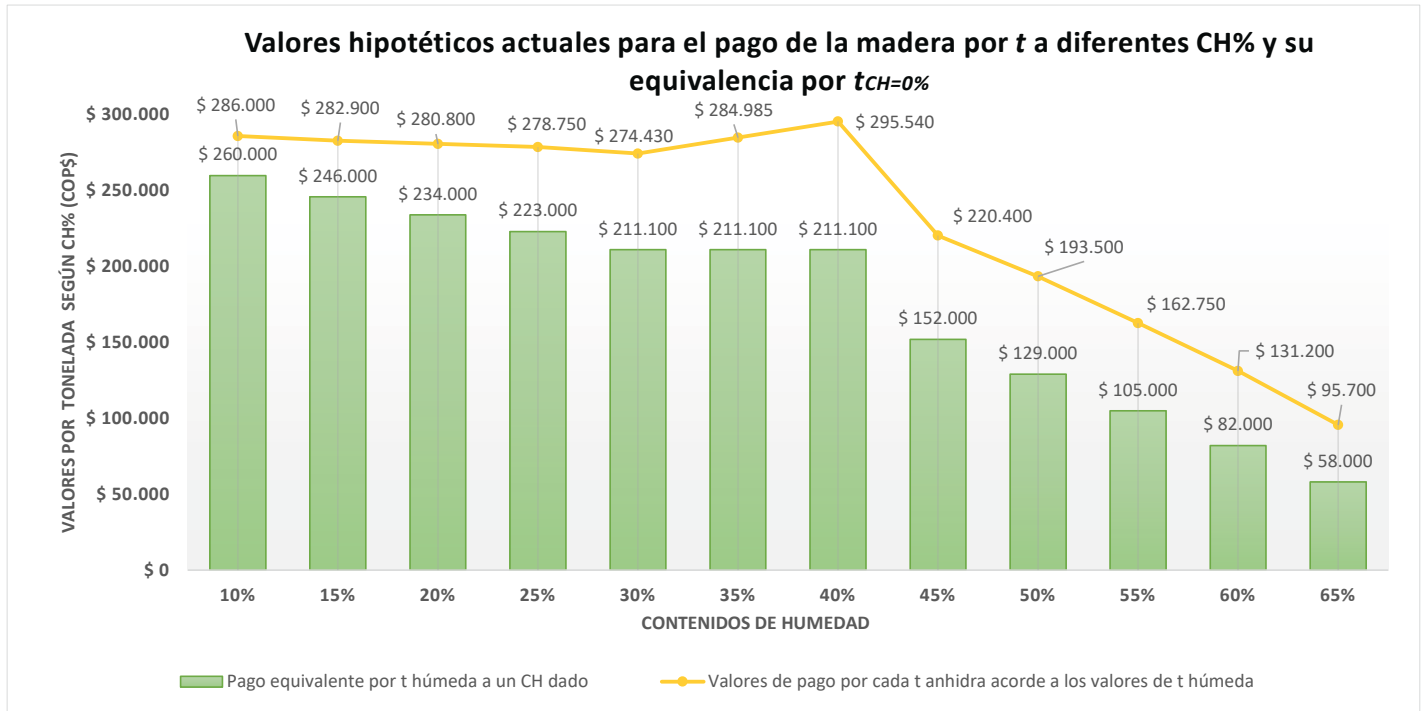


Figura 1. Correspondencia entre valores monetarios por t húmeda a diferentes contenidos de humedad (Barras) y el valor por t anhidra (Línea punteada). Valores hipotéticos.



Como se evidencia en las barras verdes de la Figura 1, se asumió que los compradores pagan diferentes valores por cada tonelada de madera húmeda que se suministra a un contenido de humedad promedio, estas humedades se variaron arbitrariamente entre el 10 % y el 65 %. La gráfica muestra que si la madera que se recibe llega a un 15 % de CH esta se pagaría a \$246.000/t, mientras si la humedad de la madera marca 65%, esta se pagaría a \$58.000/t, esto corresponde a una regla del comprador concertada previamente con el vendedor. Usando la siguiente formulación se llevó el peso húmedo de la madera a peso anhidro (P_o):

$$P_o = \frac{it}{\left(\frac{100+CH\%}{100}\right)}$$

Calculado P_o , se determinó el precio real que paga el comprador por cada t de madera anhidra o totalmente seca. Esto se hizo dividiendo el valor monetario establecido de cada rango de humedad de la barra verde en la Figura 1, entre el valor obtenido correspondiente de P_o en toneladas, obteniendo como resultado el valor monetario de la línea punteada roja. Ya a este nivel, se detalla el valor que el comprador efectivamente paga por cada tonelada de madera seca. Con este procedimiento metodológico, la gráfica da a conocer que estos valores por tonelada seca varían en el rango \$295.540-\$95.700, lo que equivale a oscilaciones hasta del 208%.

Parece muy conveniente tomar como punto de referencia el P_o , puesto que las labores forestales desde el establecimiento hasta la cosecha final le apuntan a la maximización en la acumulación de biomasa en el periodo de referencia, dado

que normalmente, en Colombia la compra de biomasa se hace por peso y no por volumen. Del mismo modo, quien compra madera como biomasa, espera unos mayores rendimientos en la producción y esto se hace a partir del peso del material al momento de la compra, el cual trae una especie de “ruido” llamado agua, cuyo indicador es el contenido de humedad. Con cada barra de referencia se construyó lo que el comprador percibe por cada tonelada seca de madera, esta información se contrastó con valores operativos simulados, encontrando los puntos de inflexión a partir de los cuales el vendedor empieza a tener una rentabilidad negativa.

RESULTADOS

Con la información suministrada de densidad anhidra y básica, se calculó cada uno de los contenidos de humedad usando las ecuaciones descritas y obteniendo los siguientes valores de contenido de humedad:

CH_{psf} : Contenido de humedad en el punto de saturación de las fibras=29 %

CH_{libre} : Contenido de humedad libre=90 %

CH_{max} : Contenido de humedad máximo=119 %

Lo anterior quiere decir que asumiendo que los árboles en pie poseen un contenido de humedad máximo, cada tonelada de biomasa a un CH máximo pesaría 2,19 t, de los cuales 1t correspondería a madera seca y 1,19 t al agua máxima contenida. De estas 1,19 t de agua, 0,9 t están alojadas en los lúmenes de las células, en forma de agua libre, por lo que se presume que su salida es relativamente fácil y rápida y 0,29 t estarían en las paredes celulares en

forma de agua fija. Para mayor claridad, la misma tonelada de biomasa anhidra de la especie de este ejemplo puede pesar desde 1 t hasta 2,19 t según su contenido de humedad sea 0 % o 119 %, respectivamente. Pero como ya se afirmó, sigue siendo solo 1t de biomasa anhidra.

Ahora bien, lo normal en la madera cosechada en forma rolliza es que el agua libre se vaya perdiendo con bastante facilidad; vamos a asumir en este ejemplo que el CH de la madera descende desde 119 % (máximo) hasta un promedio del 65 %, lo cual es totalmente factible en regiones tropicales colombianas. Es decir que con un 65 % de CH la madera pesará 1,65 t, de los cuales 1t será madera anhidra y 0,65t agua; de esta última, 0,29 t corresponde a agua fija y la diferencia, 0,36 t, atañe a agua libre adherida en el interior central de la madera rolliza.

La Tabla 16 da a conocer el precio percibido por cada tonelada de madera en diferentes contenidos de humedad en el rango 0 % - 65 %, y de acuerdo con las propiedades físicas respectivas, su equivalencia para cada tonelada anhidra. Como ejemplo, en el caso de suministrar una tonelada de madera a un CH=30 %, esta se pagaría en \$211.100, esta tonelada húmeda contiene 0,77 t de biomasa anhidra, 1,2 m³ de volumen anhidro y 1,42 m³ de volumen verde. Con tales valores, el comprador estaría pagando realmente \$274.430 por cada tonelada anhidra.

Tabla 16. Valores por tonelada de madera en diferentes contenidos de humedad (columna 4) y su equivalencia por tonelada de biomasa anhidra, CH=0 % (columna 8).

Tipo de Contenido de Humedad	CH	Ph(t)	Precio hipotético regional de pago por la madera/t - %CH	Po(t)	Vo(m3)	Vv(m3)	Precio hipotético regional de pago por la madera/t - CH=0%
Agua Fija	0%	1	\$ 290.000	1,00	1,56	1,85	\$ 290.000
	10%	1	\$ 260.000	0,91	1,42	1,68	\$ 286.000
	15%	1	\$ 246.000	0,87	1,36	1,61	\$ 282.900
	20%	1	\$ 234.000	0,83	1,30	1,54	\$ 280.800
	25%	1	\$ 223.000	0,80	1,25	1,48	\$ 278.750
	30%	1	\$ 211.100	0,77	1,20	1,42	\$ 274.430
Agua Libre	35%	1	\$ 211.100	0,74	1,16	1,37	\$ 284.985
	40%	1	\$ 211.100	0,71	1,12	1,32	\$ 295.540
	45%	1	\$ 152.000	0,69	1,08	1,28	\$ 220.400
	50%	1	\$ 129.000	0,67	1,04	1,23	\$ 193.500
	55%	1	\$ 105.000	0,65	1,01	1,19	\$ 162.750
	60%	1	\$ 82.000	0,63	0,98	1,16	\$ 131.200
	65%	1	\$ 58.000	0,61	0,95	1,12	\$ 95.700

CH: Contenido de Humedad; Ph: Peso húmedo; Po: Peso anhidro; Vo: Volumen anhidro; Vv: Volumen verde

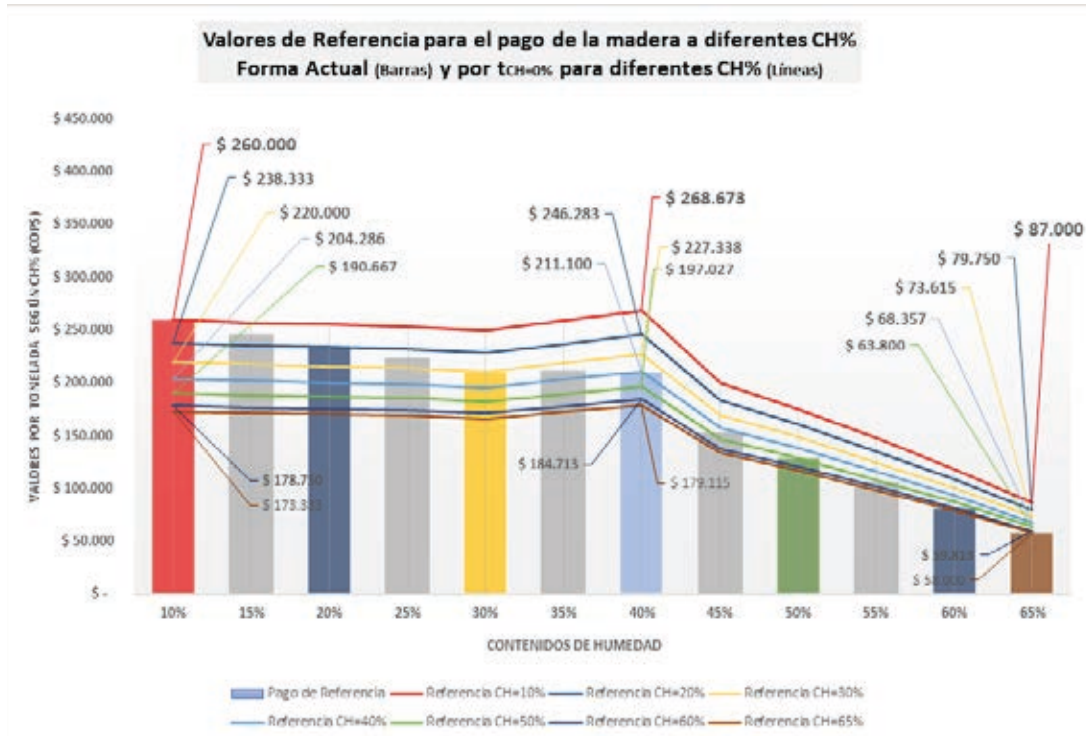
Según los precios hipotéticos asumidos en la columna 4, existe una diferencia abrupta en el pago por la misma tonelada anhidra evidenciado en la columna 8 de la Tabla 16, pues por la misma tonelada anhidra de madera hay un rango de pagos desde \$95.700 (CH=65 %) hasta \$295.540 (CH=40 %), reflejando diferencias del 208 %. Para mayor claridad, véase la línea punteada de la Figura 1, en esta Figura, también se puede comprobar que contenidos de humedad hasta del 40 % se pagan de manera similar por tonelada anhidra, ya por encima de este valor, se castiga abruptamente el precio de la madera, llegando al valor más bajo por tonelada relacionado con el CH más alto.

En la Figura 2 se dan a conocer siete raceros según el pago por tonelada para igual número de contenidos de humedad (10 %, 20 %, 30 %, 4 %, 50 %, 60 % y 65 %) de acuerdo con la cantidad

de biomasa entregada, bajo el esquema actual de pagos. Como se paga hoy la madera al 10 % de CH, el cual podría representar un valor cercano al CH de equilibrio de esta especie, el vendedor percibiría \$260.000, \$268.283 y \$87.000 por t húmeda colocada la planta si la madera llegase con humedades del 10 %, 40 % y 65 %, respectivamente (Línea roja de la Figura 2). Del mismo modo, si se tomará como racero el precio que pagan los compradores por madera que llega a un 40 % de CH, por encima del CH en el PSF, el vendedor percibiría \$204.286, \$211.100 y \$68.357 por t húmeda colocada la planta si la madera llegase con humedades del 10 %, 40 % y 65 %, respectivamente (Línea azul celeste de la Figura 2). Por último, si se tomará como racero el precio que pagan los compradores por madera que llega a un 65 % de CH, muy por encima del CH en el PSF, el vendedor percibiría \$173.333,

\$179.115 y \$58.000 por t húmeda colocada en la planta con el 10 %, 40 % y 65 % de CH, respectivamente (Línea marrón de la Figura 2).

Figura 2. Correspondencia entre valores monetarios por t húmeda a diferentes contenidos de humedad (Barras) y su correspondiente t anhidra tomando como referencia el pago en estado húmedo (Líneas continuas). Todos los valores son hipotéticos.



DISCUSIÓN

La presencia de agua en la madera trae al menos dos inconvenientes que dificultan los acuerdos entre los actores del mercado, por un lado, el exceso de agua en la madera hace ineficiente la labor logística de cargue-transporte-descargue pues se debe pagar por el exceso de agua y generalmente se precisan equipos más robustos; dicha agua, en algún momento va a ser eliminada durante los procesos subsiguientes de producción; por otro lado, la presencia de agua en la madera genera

una pérdida del poder calorífico del material lo cual se ve reflejado en su menor utilización/ aprovechamiento como fuente de energía y aquí es donde los industriales se concentran.

¿Debería el proveedor ser directamente responsable de la humedad presente en la madera, considerando que, en su mayoría, se especializa en tareas de silvicultura y cosecha, entregando el producto en forma de trozas?

Para responder esta pregunta se debe hacer claridad en que la pérdida de agua en la madera

puede conducirse por dos métodos a saber, el secado natural y el secado en cámara. En el primer caso, técnicamente se depende del volumen de madera, la humedad inicial, el espesor de la madera, la presencia/ausencia de corteza, la forma de apilado, la humedad final requerida y sobre todo las condiciones ambientales predominantes. En el segundo, además del tamaño crítico de las piezas y los volúmenes, se encuentra la tecnología implementada, la cual está en relación directa con el nivel de inversión, que hay que decirlo, no es para nada bajo para el país. La realidad es que, para trozas con destinación a biomasa, no es común implementar procesos de secado declarados desde la cosecha. Lo que si se ha documentado es un presecado del material una vez este se ha chipeado o reducido de manera conveniente, lo cual es parte de la responsabilidad que debe asumir la transformación industrial y no necesariamente el proceso de cosecha; en este último caso, por mucho que avance, llegaría a entregar madera chipeada, pero igualmente sin responsabilidad sobre el control del contenido de humedad en el producto entregado.

El resultado más relevante bajo esta metodología propuesta pone de manifiesto que las empresas que compran madera para biomasa segmentando precios por contenidos de humedad no tienen una tarifa única consistente con los objetivos de los proveedores, quienes buscan constantemente maximizar el valor de la biomasa producida. Por ello, lo más recomendable sería transar la madera por peso anhidro (P_o), el cual es una constante, pues no cambia con el CH y sería el indicador más consistente en todas las fases relacionadas con los procesos forestal – cosecha - transformación Industrial.

Según datos de campo, si la madera es

cosechada y convenientemente almacenada entre uno y dos meses bajo condiciones del trópico antes de ser despachada a las plantas de transformación, esta llegaría con CH promedio cercano al 40 %, por lo que el valor de referencia para el pago se ubicaría en \$211.100 por tonelada húmeda (Ver Figura 1), o su equivalencia de \$295.540 por tonelada anhidra. Las propiedades físicas del material cuentan que la variación en este caso por CH se debería transar conforme la Tabla 17 donde se pagaría siempre lo mismo por t anhidra:

Tabla 17. Precios de referencia para la condición de mercado más favorable CH=40 % a diferentes contenidos de humedad. Valor tonelada anhidra: \$295.540 en todos los casos.

CH(%)	Precio final/ t-%CH
10%	\$268.673
15%	\$256.991
20%	\$246.283
25%	\$236.432
30%	\$227.338
35%	\$218.919
40%	\$211.100
45%	\$203.821
50%	\$197.027
55%	\$190.671
60%	\$184.713
65%	\$179.115

En el caso que la madera se transará según la condición más desfavorable de la Figura 1, los valores de referencia se ubicarían en \$58.000, lo que equivale a \$95.700 por tonelada anhidra, y la variación por CH se debería transar conforme a Tabla 18 donde se pagaría siempre lo mismo por t anhidra:

Tabla 18. Precios de referencia para la condición de mercado menos favorable CH=65 % a diferentes contenidos de humedad. Valor tonelada anhidra: \$95.700 en todos los casos.

CH(%)	Precio final/ t-%CH
10%	\$ 87.000
15%	\$ 83.217
20%	\$ 79.750
25%	\$ 76.560
30%	\$ 73.615
35%	\$ 70.889
40%	\$ 68.357
45%	\$ 66.000
50%	\$ 63.800
55%	\$ 61.742
60%	\$ 59.813
65%	\$ 58.000

Después de hacer algunas cuentas a nivel operativo, la situación para los vendedores de madera para biomasa no es rentable en la Tabla 17 cuando los CH superan el 50 %. En el segundo caso, en la Tabla 18, lamentablemente ninguna de las situaciones reporta rentabilidad .

CONCLUSIONES

El mercado de biomasa en Colombia es creciente, se estima que cada proyecto tendrá una capacidad de movilizar entre 100.000 y 150.000 t de madera al año, esto representa unos 24 mil a 32 mil millones de pesos colombianos, por lo que asegurar la rentabilidad de las partes será fundamental.

La determinación de las propiedades físicas del material ayudará en el objetivo de alcanzar un acuerdo justo entre oferentes y demandantes de madera para los proyectos.

El hecho que la madera anhidra se mantiene estable a pesar de los cambios en los contenidos de humedad hace pensar que los modelos de transacción de madera para biomasa deban basarse en peso anhidro y no en contenidos de humedad.

La determinación de los pesos anhidros deberá tener un control estadístico confiable y las plantas receptoras deberán contar con un laboratorio básico que incluya balanzas, estufas, sierras pequeñas, calibradores, cristalería y elementos de fácil adquisición en el mercado.

La identificación de terceros especializados para la solución de controversias será fundamental mientras madura este negocio en el país las Universidades y laboratorios independientes son una alternativa.

Las industrias receptoras de biomasa deberán implementar procesos de preparación de materia prima para explotar todo el potencial de la madera según su especialidad.



El estímulo para los oferentes en vender madera con bajos contenidos de humedad corresponderá a una reducción importante en los costos logísticos de cargue-transporte-descargue, que los ubique en el espectro de rentabilidad o una mayor rentabilidad. Aquí los ahorros podrán alcanzar hasta 0.9t/2.19t (41 %) para el ejemplo del presente texto.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Deboni, T. L., Simioni, F. J., Brand, M. A., & Costa, V. J. (2019). Models for estimating the price of forest biomass used as an energy source: A Brazilian case. *Energy Policy*, 127, 382-391. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.021>

Havlíčková, K., Weger, J., & Knápek, J. (2011). Modelling of biomass prices for bio-energy market in the Czech Republic. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 19(9), 1946-1956. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2011.04.002>

Norma Técnica Colombiana. NTC 206-2:2018. Medición Directa del Contenido de Humedad en la Madera y materiales a base de Madera. Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC; Bogotá, Colombia.

Norma Técnica Colombiana. NTC 290. Maderas. Determinación de densidad. Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC; Bogotá, Colombia.

<https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/noticias/detalle/edf-colombia-y-refocosta-construiran-planta-de-biomasa>

LA INDUSTRIA FORESTAL

Elaborado Por:
Andrés Toro Valencia- presidente junta directiva Fedemaderas

Una vez más, debemos recordar que el largo plazo, implícito en la actividad forestal, hace que la coyuntura económica pase a un segundo plano, pues cualquier plan de negocio forestal supera ampliamente varios ciclos económicos (también políticos). Por esto es por lo que, las economías históricamente fuertes, basadas en ahorro/inversión de largo plazo, tienen sectores forestales fuertes, es una relación directamente proporcional.

Según datos de la UPRA, Colombia tiene alrededor de 7,5 Millones de hectáreas con aptitud alta para el desarrollo de plantaciones

forestales con fines comerciales entre la región Caribe, Andina y Orinoquía. La FAO espera que la demanda mundial de madera se incremente hasta en un 60% hasta el año 2030. Pero las hectáreas cultivadas no crecen con este ritmo. El universo de inversionistas forestales está observando si Colombia logra desarrollar este potencial y convertirse en un jugador relevante en la producción de madera, productos derivados de madera, incluidos sus servicios ecosistémicos.

Datos para creer en el desarrollo del sector forestal colombiano: en Suramérica, Colombia es el país con mayor área disponible para



nuevas plantaciones forestales con 7,5 millones de hectáreas potenciales, para entender proporciones, Brasil cuenta con alrededor de 10 millones de hectáreas plantadas, Chile con 3 millones aproximadamente y Uruguay con 1 millón de hectáreas, resumiendo el top 3 de liderazgo en la industria forestal en la región. Según la FAO, el 1,9% de los bosques del mundo, son plantaciones forestales comerciales de rápido crecimiento (turnos hasta de 20 años), de donde se obtiene el 20% de la madera que consume el mundo anualmente. Además, el incremento del consumo de madera se espera que aumente unos 550 millones de metros cúbicos anuales al 2050. El índice de crecimiento promedio de las plantaciones forestales en el mundo está entre 8 y 10 metros cúbicos por hectárea año, las especies con más área plantada en el planeta y que ayudan a este promedio son Pinos y Eucaliptos. En Colombia tenemos índices de crecimiento por encima de 16 metros cúbicos por hectárea/año, en plantaciones comerciales de pinos y en eucalipto superamos los 35 metros cúbicos ha/año, este rendimiento es directamente proporcional a la capacidad de estas especies de capturar Dióxido de Carbono (CO₂) del ambiente mientras crecen, convirtiéndolas en una de las más eficientes soluciones basadas en la naturaleza para luchar contra el cambio climático. Un cálculo conservador permite estimar una relación 1 a 1 en la capacidad de absorber carbono, es decir, por cada metro cúbico que crece una hectárea de estas especies comerciales, mínimo se captura una tonelada de CO₂.

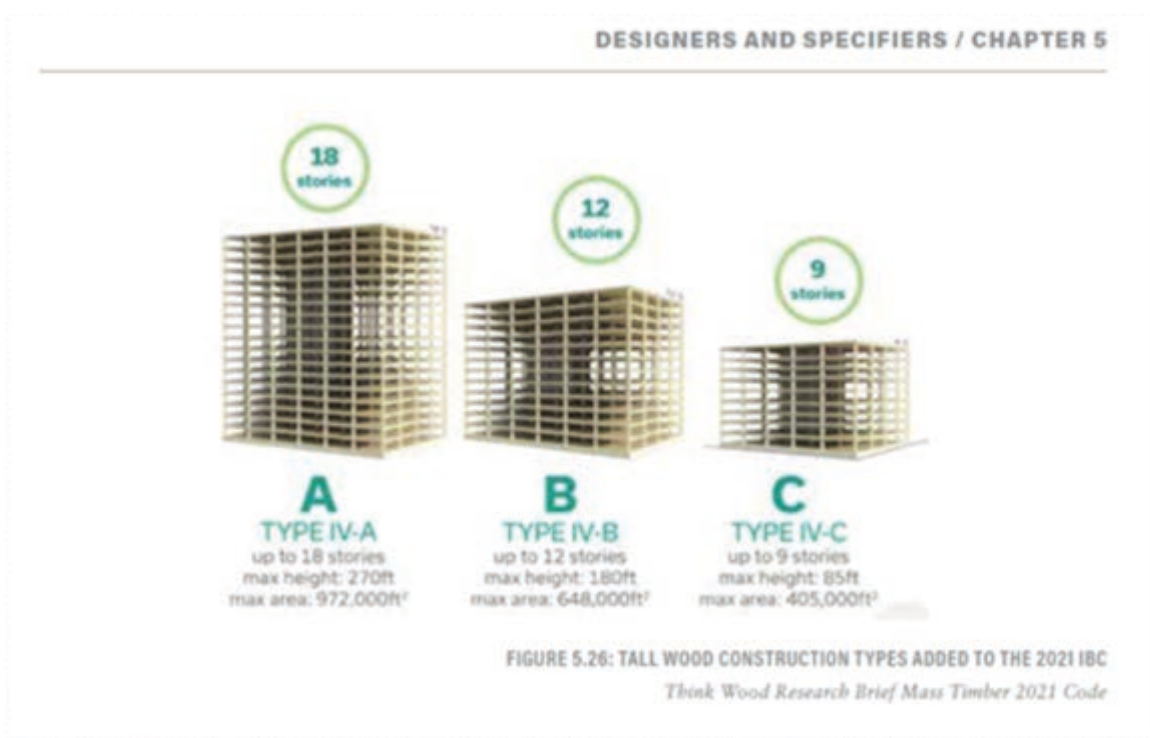
Quiero hacer especial mención sobre la oportunidad que existe en los mercados de carbono, tanto en el mercado voluntario como en compensación del impuesto al carbono.

Tenemos la posibilidad de plantar alrededor de 7 millones de nuevas hectáreas para completar las 7,5 millones de potencial, significa que esas nuevas hectáreas serán altamente eficientes en la generación de bonos de carbono, una gran parte sería ofrecida en el mercado voluntario internacional, dicho sea de paso, cada vez más regulado y en camino de ser altamente confiable con herramientas claras para su trazabilidad, generando divisas a la economía colombiana. En cuanto a las hectáreas actualmente plantadas, se debe crear mecanismos para estimular económicamente a sus propietarios, para que los usos del suelo permanezcan siendo forestales, en este sentido, la definición de “adicionalidad” debe ser redefinida, permitiendo que los segundos turnos de estas tierras, en uso forestal puedan seguir participando del mercado de bonos de carbono, de lo contrario, el costo de oportunidad hará que esas áreas se destinen a otras actividades con mayor rentabilidad. En un ejercicio financiero juicioso, está demostrado que la tasa interna de retorno del negocio forestal hasta el primer grado de transformación, oscila entre el 10 y 14% (para Colombia), pero al tener la posibilidad de emitir bonos de carbono en segundos turnos la tasa interna de retorno subiría entre 3 y 4 puntos porcentuales, para una rentabilidad total similar a otros usos agrícolas tradicionales, evitando que se borre con el codo lo que se hizo con la mano y manteniendo esas áreas con árboles encima. Recuerden que las metodologías para cuantificar bonos de plantaciones comerciales se basan en métodos científicos robustos bajo los conceptos de “remisión de CO₂”, un método cuantificable y demostrable. Es una alternativa económicamente viable para alcanzar las metas de reducción de emisiones que el país tiene para el año 2030.

Por último, el sector constructor en Europa lleva 15 años y en Estados Unidos 8 años respectivamente, avanzando en tecnologías en madera llamadas CLT y Glulam, para sustituir materiales como acero y concreto en construcción, disminuyendo la huella en carbono del sector. Además, la producción de acero y cemento también está avanzando en tecnologías de producción para hacer compuestos con productos derivados de madera que, a su vez, también disminuyen su huella de carbono. Esto simplemente se traduce en las estimaciones de crecimiento de consumo de madera al 2050 que mencionamos al inicio de este artículo. Colombia está llamado a ser un productor local y mundial de

madera, sino lo hacemos, tendremos que seguir importando madera para proveer estos sectores.

Recuerden, siempre al lado de una plantación comercial, se fortalece un bosque natural, se conforma un dúo dinámico para la conectividad de fauna y flora, regulación hídrica, control de erosión y tantos otros beneficios ambientales adicionales que los nuevos mercados de carbono empiezan a premiar económicamente. Además, la madera está siendo protagonista en el cambio de la matriz energética en el mundo y convirtiéndose en el material principal en la construcción.



Recuerden, siempre al lado de una plantación comercial, se fortalece un bosque natural, se conforma un dúo dinámico para la conectividad de fauna y flora, regulación hídrica, control de erosión y tantos otros beneficios ambientales adicionales que los nuevos mercados de carbono empiezan a premiar económicamente. Además, la madera está siendo protagonista en el cambio de la matriz energética en el mundo y convirtiéndose en el material principal en la construcción.



FIGURE 6.4: A CLT AND GLULAM MASS TIMBER OFFICE BUILDING
First Tech Federal Credit Union, Hillsboro, Oregon; Source: Swinerton Builders

ENTREVISTA

Carlos Andrés López-Presidente
refocosta

La humanidad se encuentra inmersa en un proceso de transición energética bien sea por agotamiento de recursos o por el objetivo de mitigar los efectos del cambio climático. Dentro de esta transición, la forma como se genera energía eléctrica es una parte fundamental. Actualmente se cuenta con una variedad de tecnologías ya probadas que difieren en su implementación, entre otras razones por el desarrollo tecnológico que las hace económicamente viables. Dentro de estas tecnologías destacan aquellas que usan como fuente de energía el sol y el viento que son evidentemente abundantes en la naturaleza, pero conllevan la dificultad de la intermitencia a la hora de entregar energía; a menos que sean complementadas con sistemas de almacenamiento de energía, sistemas que aún son costosos. Tecnologías como la mareomotriz y la geotérmica son interesantes pero costosas de implementar y con grandes limitantes de ubicación. Otras más conocidas como la hidráulica, de la cual nuestro país depende en un 80 % aproximadamente, enfrentan en la actualidad grandes retos ambientales. En otro frente se encuentra la bioenergía, que tiene otro tipo de retos como, por ejemplo, el hecho de tener un combustible renovable, pero por el cual es necesario pagar, bien sea para su



producción o recolección. Aunque este costo se ve reflejado en una entrega de energía permanente lo cual hace a la bioenergía diferente de las fuentes intermitentes. Lo anterior plantea la idea que no hay tecnología de generación de energía perfecta y que la transición dependerá de muchas tecnologías, no será posible depender de una sola.

Esta es una razón suficiente para que, dentro de nuestra cadena forestal, en el Ministerio de Agricultura y en el gremio forestal, la bioenergía se convierta en parte de sus objetivos. La transición energética es una cuestión de la sociedad completa.

Con esto en mente, El Boletín Forestal entrevistó a Carlos Andrés López Franco, una figura destacada del sector forestal colombiano. López es el Presidente de Refocosta, organización líder, que ha estado a la vanguardia de la innovación en el campo de la generación de energía sostenible a través de biomasa forestal. En esta entrevista, exploraremos este tema que es esencial en la búsqueda de soluciones sostenibles para las necesidades energéticas del país.

BF: ¿Cuál es la historia y la misión de Refocosta dentro del sector forestal y cómo empezaron con el negocio de la generación de energía a partir de biomasa forestal?

CALF: Refocosta es una compañía con más de 40 años en el sector forestal, tiempo durante el cual ha venido acumulando conocimiento en diferentes aspectos más allá de la actividad forestal. En los últimos 12 años la empresa ha estado en una permanente búsqueda de oportunidades de nuevas actividades que le permitan trascender como compañía. En ese proceso se ha consolidado como un referente nacional en las actividades de manejo ambiental ofreciendo sus servicios a grandes empresas de infraestructura. Durante ese mismo proceso se identificó la posibilidad de desarrollar proyectos de generación de energía con biomasa forestal aprovechando ciertas características del desarrollo de los árboles particularmente el eucalipto. Este proceso tardó cerca de seis años si se toma como punto de partida la primera concepción de la idea y como fin la entrada en operación de la primera planta de bioenergía. Este tiempo fue necesario para comprender muchos aspectos del negocio, no solamente técnicos sino también financieros.

BF: ¿Podría proporcionar una visión general del enfoque de su empresa en la generación de energía a partir de biomasa forestal?

CALF: Antes de la visión general fue necesario precisamente enfocarnos, para ello constituimos dos filiales. Una dedicada a la producción de biomasa llamada Refomass y otra dedicada a la construcción y operación de las centrales de generación de energía llamada Refoenergy. Aunque las dos actividades, producción de biomasa y producción de energía están vinculadas, sus especialidades son completamente diferentes. Sus modelos financieros y operativos son completamente

diferentes. Esta división nos ha permitido desarrollar el negocio con más dinamismo.

BF: ¿Cuáles son las fuentes principales de biomasa forestal que utiliza su empresa para la generación de energía?

CALF: Hasta el momento hemos usado cultivos de terceros, es decir cultivos donde nuestro vínculo con el propietario de los árboles es un contrato de suministro. En algunos casos el propietario no tiene la capacidad operativa para cosechar y transportar, en ese caso Reformas se encarga de esa actividad. También tenemos cultivos propios que están en crecimiento para la central de generación de 25MW que está en construcción. Pero más allá de esto, una vez superada una buena etapa de aprendizaje nuestra intención es que terceros siembren apoyados en nuestro paquete tecnológico. Estos terceros pueden ser grandes, medianos o pequeños que lo pueden hacer con nuestra asistencia técnica. Estamos convencidos que si creemos en el desarrollo de este negocio debemos ser generosos con el conocimiento forestal. Estas siembras luego estarán vinculadas con la central de generación a través de un contrato de suministro de largo plazo.

Esta tecnología permite el verdadero desarrollo de “clusters” donde hay espacio para toda clase de profesionales, inversionistas y tipos de mano de obras calificadas y no calificadas. Es una invitación a un ejercicio productivo muy participativo.

BF: ¿Puede describir su cadena de suministro y cómo garantizan la sostenibilidad de sus recursos forestales?

CALF: Creo que esta pregunta queda resuelta con la anterior

BF: ¿Qué tecnologías y procesos específicos emplea su empresa para convertir la biomasa forestal en energía?

CALF: Por el momento estamos utilizando solo combustión, pero estamos explorando opciones de gasificación. Cada alternativa tiene sus posibilidades de acuerdo con el tamaño de la operación y la ubicación.

BF: ¿Cuál es la capacidad de generación de energía actual y cuánto representa del suministro de energía total en las regiones donde se ubica la generación que proviene de su empresa?

CALF: Actualmente tenemos en operación 4.5MW, en construcción 25MW y en desarrollo un poco más de 300MW.

BF: ¿Cuáles son los beneficios o riesgos ambientales de utilizar biomasa forestal?

CALF: Los beneficios ambientales en el proceso de generación de energía visto como un todo son los relacionados con la carbono-neutralidad. Es decir, esta es una tecnología que se considera carbono neutro debido a que las pocas emisiones que tiene provienen precisamente de un carbono que fue capturado por los árboles. Esto a diferencia de los combustibles fósiles donde se ha liberado carbono que estaba encapsulado en el subsuelo. Esta tecnología por su capacidad de generación de energía los siete días de la semana durante 24 horas del día, tiene la posibilidad de sustituir la generación de centrales de energía como

las de que funcionan con carbón mineral, gas o combustibles líquidos. Logrando de esta manera el concepto de desplazamiento de tecnologías contaminantes. Los otros beneficios que ofrece son los mismos de la reforestación como el uso de suelos pobres en fertilidad, la generación de corredores biológicos etc. Los retos son importantes. Siempre debe tenerse cuidado de que estos cultivos no desplacen otros cultivos esenciales como los de alimentos o que se rompan las reglas ambientales de la reforestación comercial. Por otro lado, la central de generación usa agua en su proceso, allí aparecen variedades de tecnologías donde obviamente la más costosa es la que menos agua utiliza. La decisión debe ser siempre la de menor uso de agua, no importa si la ubicación cuenta con abundancia del recurso.

BF: ¿Qué medidas de mitigación de impactos ambientales tienen implementadas en su proceso de generación de energía?

CALF: Creo que se responde con la anterior

BF: ¿Qué desafíos ha enfrentado su empresa en la generación de energía a partir de biomasa forestal y cómo los han abordado?

CALF: Los desafíos han partido desde el desconocimiento. La tecnología no es realmente nueva porque la producción de vapor con biomasa ha existido desde hace siglos, incluso en nuestro país los ingenios azucareros vienen haciendo esto desde hace décadas, la diferencia está en que el recurso es bagazo de caña y no astillas de madera. La novedad podría estar en la dedicación de un cultivo forestal para alimentar las astillas que requiere la central de generación y esto al ser algo disruptivo ha requerido de mucha pedagogía

de parte nuestra. Desde el propio sistema financiero hasta la comunidad que necesita que el proceso le sea explicado. Una vez se ha superado esta etapa las personas y las empresas se involucran con mucha decisión en el desarrollo de los proyectos porque entienden que necesitamos como sociedad hacer cosas nuevas que mitiguen los efectos del cambio climático.

BF: ¿Cuáles son las perspectivas de crecimiento y expansión de su empresa en el campo de la biomasa forestal?

CALF: Este tipo de centrales no se pueden ubicar en cualquier sitio, su desarrollo depende de características muy particulares de lugar. Esto no quiere decir que no se hayan identificado buenos lugares en el país, lo que ocurre es que no en todos los lugares la biomasa provendrá de cultivos forestales, es necesario recurrir a biomasa de otros cultivos, lo cual transforma la actividad de generación de energía en una actividad de valoración de residuos. Esta actividad es muy promovida en países europeos donde se propende por darle uso a todos los recursos. Nuestro crecimiento dependerá de donde logremos conseguir biomasa bien sea forestal o de residuos agrícolas.

BF: ¿Qué oportunidades ven en el mercado de energía renovable para la biomasa forestal en el futuro?

CALF: Vemos muchas oportunidades por el concepto de energía firme. Anteriormente se mencionó que algunas tecnologías son intermitentes a la hora de entregar energía, esto abre un espacio de implementación y desarrollo

debido a que el país necesita energía firme, es decir, energía que se entregue las 24 horas del día. Las oportunidades de esta tecnología son muchas para incorporarse en una verdadera matriz energética renovable. Como se mencionó antes se requiere de todas las tecnologías para la transición energética y la bioenergía es una de ellas.

BF: ¿Qué consejos darían a otras empresas o inversionistas que estén considerando adentrarse en la generación de energía a partir de biomasa forestal?

CALF: Hay que estudiar mucho para madurar un proyecto de este tipo. Se requiere de mucha asesoría incluso internacional, pero con decisión de puede lograr. Esto pensándolo desde la visión completa del negocio, pero si lo que se quiere es ser proveedor de biomasa, lo que se debe hacer es entrar en contacto con empresas como las nuestras como un primer paso de evaluación del potencial negocio.

BF: Si es posible aportar algunos indicadores económicos del negocio desde la óptica del reforestador

CALF: Algunos conceptos importantes son:

1. Para este negocio se requieren tantas toneladas por hectárea como sea posible. Características como rectitud, conicidad no son relevantes.
2. Se requiere una tierra lo mas mecanizable posible, tanto para la siembra como para la cosecha. Esto pensando en un cultivo que sea

dedicado solo para energía. Si la biomasa es de residuos esto puede cambiar.

3. El ciclo de cosecha puede ser corto, incluso 3 años. Esto no quiere decir que árboles de más edad no se puedan utilizar.

4. La inversión inicial es muy parecida a la reforestación tradicional de eucalipto. Los cambios están en que no es necesario podar y como el ciclo es a tres años el esquema de fertilización puede variar también. La otra gran diferencia es que los rebrotes son deseables lo cual hace que la inversión inicial se amortice muy bien en el tiempo.

La biomasa forestal nos recuerda que la energía del futuro puede crecer en nuestras plantaciones forestales comerciales, renovable y sostenible, si nos anticipamos a los desafíos y gestionamos nuestros recursos con responsabilidad y visión de largo plazo. Boletín Forestal agradece a Carlos Andrés López por compartir su experiencia y conocimientos en este campo.

Los árboles y los bosques

en el campo y la ciudad cobran cada vez más importancia en el planeta: Purifican el aire, regulan el clima, suministran el agua, previenen enfermedades, proveen múltiples bienes y servicios, mantienen la vida en todos sus niveles, proporcionan bienestar emocional y social.



Foto: César Polanco

Foto: César Polanco



Foto: César Polanco

■ Según el informe de la FAO "El estado de los bosques del mundo" (2022)

LOS BOSQUES PERMITIRÁN QUE ...

La humanidad avance a Economías Sostenibles; para ello, se precisa fortalecer las sinergias entre los sectores Agrícola y Forestal. Sin duda, los bosques representan un **potencial enorme para la oferta de biomateriales con valor agregado** y el mundo goza hoy de políticas y estímulos para que los propietarios y productores avancen en la **Gestión Forestal Sostenible y la Restauración Forestal**.

Para todo esto...

el mundo necesita

INGENIER@S FORESTALES

La carrera de **Ingeniería Forestal** forma profesionales que se encargan de **los árboles y los bosques**, y sus relaciones con la **comunidad**, la **bioeconomía** y el territorio.

No importa en qué parte del País te encuentres, **estudia Ingeniería Forestal**. Contamos con seis universidades que ofrecen la carrera a nivel nacional.

- **Bogotá, D.C.:** Universidad Distrital Francisco José de Caldas <http://www1.udistrital.edu.co:8080/web/ingforestal>
- **Medellín:** Universidad Nacional de Colombia sede Medellín <https://cienciasagrarias.medellin.unal.edu.co/ingenieria-forestal.html>
- **Ibagué:** Universidad del Tolima <http://facultadforestal.ut.edu.co/programas-fi/pregrados/ingenieria-forestal.html>
- **Popayán:** Universidad del Cauca <https://www.unicauca.edu.co/versionP/oferta-academica/programas-de-pregrado/ingenieria-forestal>
- **Málaga, Santander:** Universidad Industrial de Santander <https://uis.edu.co/ipred-pre-ingenieria-forestal-es/>
- **Mocoa, Putumayo:** Instituto Tecnológico del Putumayo <https://itp.edu.co/ITP2022/blog/2016/01/14/ingenieria-forestal/>

Jannia Teresa Gómez Mojica
Directora de Cadenas Agrícolas y Forestales.

Equipo técnico Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR:

- **Diego Omar Romero Martínez**
Coordinador de Grupo de Cadenas de Productos Forestales (E)
- **Martha Lucía Castañeda Farfán**
Secretaria técnica de las cadenas forestal, caucho y guadua.
- **Manuel Enrique Paredes Hernández**
Analista económico y estadístico.
- **Daniel Esteban Velásquez Castañeda**
Ingeniero Forestal. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales
- **Karol Ginneth Tautiva Rozo**
Ingeniera Forestal. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales
- **Maritza Sánchez**
Ingeniera Forestal. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales

Equipo técnico Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS:

- **Luz Stella Pulido**
Profesional Especializado – Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos
- **Orfy Rocío Revueltas Silva**
Contratista de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Equipo técnico de apoyo Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM

Julián Alberto Torres

Ingeniero Forestal, IDEAM

Colaboradores externos- pasantes Universidad Distrital Francisco José de Caldas

- **Natalia Ivonne Montenegro Gualtero**
- **Daniel Felipe Moreno Villamil**

Pasantes Universidad Distrital Francisco José de Caldas- Proyecto curricular Ingeniería Forestal

- **Robert Orlando Leal Pulido**
Profesor Universidad Distrital Francisco José de Caldas- Proyecto curricular Ingeniería Forestal

Equipo técnico de apoyo Instituto Colombiano Agropecuario, ICA,

- **Edna Milena Zambrano Gómez**
Directora Técnico de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria
- **Luz Yenifer Vizcaino**
Profesional Especializado - Dirección Técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria
- **Mery Barreto Núñez**
Ingeniera Forestal, Esp. Programa Fitosanitario Forestal

Fotografías:

- Banco de imágenes Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).
- Registro fotográfico del Programa Fitosanitario Forestal del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.
- Fotografías cedidas por la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (DBBSE - Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS.
- Fotografías cedidas por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA).
- Fotografía cedida por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO.

Diagramación y Diseño

- ***Cristian David González***
Contratista Comunicaciones y Prensa
Diseñador Gráfico
- ***Alvaro Ernesto Orozco Pinzón***
Contratista Comunicaciones y Prensa
Diseñador Gráfico

