

EVALUACIÓN DE LA BIOMASA AÉREA DE ESPECIES DEL BOSQUE DE MIOMBO DE EKUNHA - ANGOLA.

ANDRÉ KAPIÑGALA IMBO NDJAMBA¹; RAFAEL M^a NAVARRO CERRILLO², RAUL DE ALBUQUERQUE SARDINHA³, VERENA TORRES CARDENAS⁴

E-mails: ndjamba72@hotmail.com, rnavarrocerrillo@gmail.com, etfrn.rs@sapo.pt, vtorcar@gmail.com

¹ Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad José Eduardo dos Santos - Angola (FCA-UJES). Departamento de Agro-matemáticas. (MSc).

² Docente de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Forestales de la Universidad de Córdoba - Reino de España (ETSIAM-UCO). (Dr.C)

³ Investigador Senior del Instituto Piaget de Lisboa - Portugal. (Dr.C)

⁴ Investigadora Senior del Instituto de Ciencia Animal de la República de Cuba. (Dr.C)

RESUMEN

De las 32 formaciones forestales presentes en la Carta Fitogeográfica de Angola, la del Miombo ocupa la mayor extensión (45,2% de la superficie forestal total) extendiéndose por 8 de las 18 provincias del país. Sin embargo, desde el punto de vista de aprovechamiento maderero esta formación presenta una importancia de media a baja. En términos socioeconómicos y medioambientales, tiene una gran importancia debido a su extensión y al porcentaje de la población que alberga. El valor social de esta formación forestal está asociado a la variedad de recursos generados: productos alimenticios, leña, plantas medicinales y aún el carbón cuya calidad, gracias a la excelente aptitud de un pequeño número de especies arbóreas y arbustivas, es particularmente apreciada. Este último asume una particular importancia, no sólo en el sistema energético angoleño, sino también ecológico, debido al impacto que tiene en la devastación de los bosques. La selectividad en la explotación de las especies, la inexistencia de información sobre la capacidad de producción de biomasa y la falta de un buen manejo del Miombo en la provincia de Huambo, estuvieron en la base de la realización de este trabajo. El estudio tuvo como objetivo desarrollar ecuaciones alométricas para estimar la biomasa aérea disponible del Miombo en el municipio de Ekunha (Huambo). En 19 parcelas muestrales fueron inventariados todos los individuos arbóreos y arbustivos con altura superior a 1,2 m, habiendo totalizado 1 409 plantas, pertenecientes a 37 especies. Se midieron parámetros dendrométrico, con los que se desarrollaron ecuaciones para estimar la biomasa específica disponible. El diámetro de la base, por presentar los mejores resultados, fue utilizado para

desarrollar ecuaciones alométricas específicas para cinco de las principales especies que componen el Miombo en esta región. Las formaciones forestales de Miombo de Ekunha poseen una capacidad media de ca. de 7,7 T/ha.

PALABRAS CLAVE: Biomasa, Miombo, Ekunha-Angola, ecuaciones alométricas.

1.0 – INTRODUCCIÓN

Angola posee un área forestal evaluada en aproximadamente 53 millones de hectáreas de bosques bastante diferenciados, que corresponden al 43,3% de su superficie territorial, y con buen potencial productivo. De la superficie cubierta por bosque, la formación designada por Miombo ocupa cerca del 80% (FAO, 2008). El uso de la biomasa vegetal para la obtención de energía es responsable de cerca del 57% de la energía consumida en el país. Por eso, la leña y el carbón representan la primera fuente de energía para fines domésticos en Angola (MINADERP, 2010). Se estima que cerca del 80% de la población recurre a la biomasa forestal para satisfacer sus necesidades energéticas.

De acuerdo con Silveira *et al.* (2007), en general, las evaluaciones forestales tenían históricamente, sólo el inventario del potencial de un bosque en cuanto a su capacidad de producción de madera. Sin embargo, estudios recientes indican que la concentración de dióxido de carbono (CO₂) y la temperatura de la atmósfera variaron conjuntamente en las últimas decenas de miles de años, reforzando la preocupación de que el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera provoque cambios climáticos, como por ejemplo; la alteración radical de los ciclos hidrológicos de toda una región e intensificando la ocurrencia de eventos extremos (tornados, resacas) (Campos, 2001). De ahí que una de las grandes preocupaciones en la actualidad sea la determinación del potencial productivo y de la cantidad de biomasa que un determinado bosque posee, porque son parámetros importantes en el contexto de la gestión forestal, y también por ser un indicador de gran fiabilidad de la capacidad de fijación de carbono .

La biomasa corresponde a la cantidad total de materia viva presente en un determinado sistema biológico, en un determinado intervalo de tiempo, expresado en unidades de peso seco por unidad de superficie (Newbould, 1967), pudiendo ser utilizada para determinar por medio de inventarios la cantidad de materia biológica que

está disponible en un momento dado y en un entorno definido; así como para determinar la distribución de materia orgánica de dicho sistema (Brown, 1992). La distribución de biomasa en el fuste, ramas, hojas y raíces, varía considerablemente con la especie, edad, lugar y tratamiento silvicultural (Pardé, 1980). Por otro lado, la evaluación de la biomasa presente en los distintos componentes de un individuo, permite estimar el potencial productivo de un sistema forestal (Montecinos, 2001).

La biomasa puede medirse directamente por método destructivo, o indirectamente por la aplicación de modelos alométricos (Keller *et al.*, 2001). Una vez que los factores tiempo, costo elevado y derribo de grandes áreas de bosques limitan el muestreo destructivo, se han utilizado con bastante éxito las ecuaciones alométricas (Cummings *et al.*, 2002).

La existencia de este enorme potencial forestal aliado a los hábitos culturales y malas prácticas que se consubstancian en una gritería y rápida destrucción del bosque angoleño justifican la realización del presente estudio.

2.0 - MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 - Caracterización del Área de Estudio

2.1.1. Ubicación

El presente estudio fue realizado en el municipio de Ekunha, en 13 localidades pertenecientes a las dos comunas que componen el referido municipio, el cual posee una superficie de 1 677 km².

El municipio de Ekunha se ubica en la parte central de la provincia de Huambo, teniendo como límites los Municipios del Londuimbale (Norte), Caála (Sur), Huambo (Este), Ukuma y Longonjo (Oeste). Administrativamente el municipio está dividido en dos comunas: comuna de Ekunha, que abarca la mitad sur del territorio (797 km²), donde se sitúa la sede administrativa municipal de la comuna de Chipeio o Quipeio al norte (880 km²) (Sardinha, 2008).

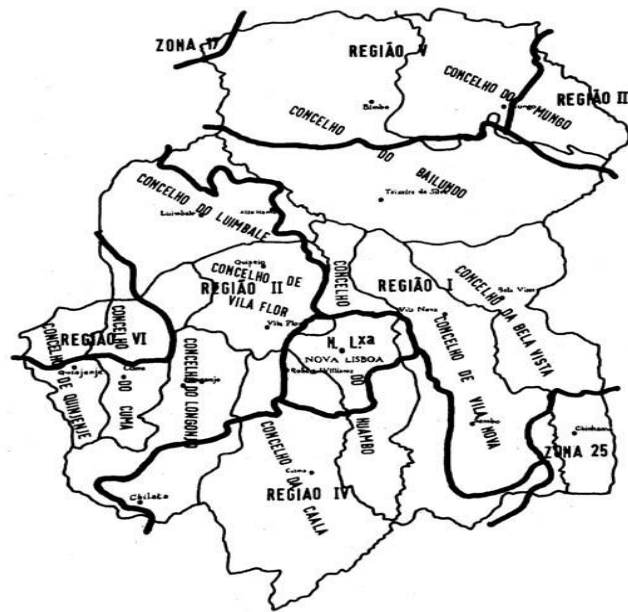


Figura 5 - Regiones Geoeconómicas y Municipios de la Provincia de Huambo.
Fuente: Sardinha (2008)

2.1.2 - Clima

El Municipio se encuentra ubicado en la zona de climas alternadamente húmedos y secos de las regiones intertropical. Debido a la altitud, el clima es templado (templado caliente), siendo la temperatura media anual normalmente inferior a 20 °C y apenas raramente por debajo de los 18 °C. El mes más frío es normalmente el de junio, siendo el mes más cálido el de octubre o septiembre, en las mayores altitudes. De cualquier modo, la temperatura media del mes más caliente no va más allá de los 21 °C. La amplitud de variación anual de la temperatura es inferior a 10 °C (Sardinha, 2008).

De acuerdo con el autor arriba mencionado, la caída pluviométrica anual anda alrededor de los 1 381 mm, con pequeñas variaciones dentro de la Provincia, aunque se reduce a 1 200 mm en la zona sur. Las lluvias no son regulares a lo largo de la estación lluviosa, lo que permite dividir el año en dos estaciones, bien marcadas: la estación seca o "cacimbo" (junio a agosto en que casi nunca llueve) y la estación de lluvias (de octubre a Abril), siendo los meses de mayo y septiembre los meses de transición. En enero o febrero, o anormalmente en diciembre, se produce con frecuencia un período de sequía denominado "pequeño cacimbo". Esta irregularidad de lluvias, principalmente cuando el período de sequía supera los 15 a 20 días, tiene

graves inconvenientes para la agricultura, especialmente para aquellas siembras tardías.

Según Sardinha (2008) el clima del Huambo es un clima seco, la humedad relativa (media anual) es de 65%. Estos valores oscilan entre el 75 al 85% en la época de las lluvias y el 20 a 30% a la altura del cacimbo.

2.1.3. Suelos.

La Carta General de Suelos de Angola evidencia una gran variedad de suelos en esta región. Se destacan como más representativos los suelos débilmente ferrálicos, amarillos o anaranjados, naranjas y rojos, provenientes de rocas eruptivas o cristalofílicas, quartzíferas (agrupaciones Hb 14, Hb 18 y Hb 23 que ocupan más de 2/3 del área total de la Provincia (Diniz y Aguiar, 1966). Aunque los suelos de estas agrupaciones son por regla general, fondos, y friables, pueden, sin embargo, presentar laterites o materiales lateríticos a menos de 1 m de profundidad. Esta distribución geográfica de las principales unidades de suelo está ampliamente condicionada por el factor topografía: ferralíticos y fersialíticos en las zonas más aplanadas con intensa degradación química, típica de estos suelos (Sardinha, 2008).

El conocimiento de la génesis de suelos y sus características químicas permiten decir que, desde el punto de vista agronómico, son suelos que en general presentan una reserva mineral débil o casi inexistente, relativamente pobres en materia orgánica, arcillosos (materiales cauliníticos y sexquioxidos de hierro o arcilloso-arenosos en los horizontes sub-superficiales y de textura un poco más gruesa, franco-argilo-arenosa o incluso franco-arenosa en los horizontes superficiales (Sardinha, 2008).

De acuerdo con Sardinha (2008) el pH de estos suelos, aunque bajo, presenta valores en la franja entre los 5,5 y los 6,5 lo que está dentro de los límites considerados aceptables para el desarrollo de la agricultura tradicional y de la silvicultura. El autor arriba citado afirma que debido al régimen de las lluvias y la tendencia que estos suelos tienen para la laterización y degradación, son muy sensibles a la degradación imponiendo, desde el punto de vista de la sostenibilidad de la actividad agrícola, que las técnicas culturales sean adecuadamente conducidas y que haya un esfuerzo de ordenación del uso del suelo, sin el cual el potencial agrícola de estos suelos será muy bajo o insignificante. Además, los suelos hidromórficos, que se ubican en estrechas franjas en los valles, aunque con una representatividad débil en términos

de área, son normalmente suelos ricos en materia orgánica y se demuestran casi todos aprovechados para los cultivos hortícolas de secano (onakas).

2.2 - Procedimientos de Campo

2.2.1 - Muestreo

Constituyeron población para el presente estudio el bosque de Miombo ubicado en el municipio de Ekunha. En este bosque se establecieron parcelas de 400 m² (20 m x 20 m), en un total de 19 parcelas, totalizando un total de 7 600 m², distribuidas por las dos comunas que constituyen este municipio, en un total de 13 localidades (Tabla 1.)

Tabla 1 - Distribución de las parcelas muestrales por las distintas localidades

N.º O.	COMUNA	LOCALIDAD	N.º DE PARCELAS
1	Ekunha	Gorno	1
2	Ekunha	Cambala	1
3	Ekunha	Caculo	2
4	Ekunha	Fazenda Canjangui	1
5	Ekunha	Calombo	2
6	Ekunha	Regedoria	1
7	Ekunha	Sanga	1
8	Quipeio	Vilulu	3
9	Quipeio	Sambalundo	1
10	Quipeio	Quipeio (via)	1
11	Quipeio	Chicomo	2
12	Quipeio	Rio Chilelema (Margem esquerda)	2
13	Quipeio	Missão	1

2.2.2 - Colecta, Tratamiento de los Datos y Parámetros analizados.

Los procedimientos de campo se realizaron utilizando para el efecto el modelo desarrollado por Sardinha (2008).

En cada una de las parcelas se levantaron datos de todas las especies leñosas con altura total (ALT) igual o superior a 50 cm y con diámetro de la base (DB), a 30 cm del suelo, igual o superior a 1 cm.

En todas las plantas de las 19 parcelas muestrales con las características arriba mencionadas se tomaron los siguientes datos:

- Diámetro de la base de la planta a 30 cm del nivel del suelo (DB), en centímetros (cm);
- Altura del tronco (AT), en metros (m);
- Espesor de la cáscara (EC), en milímetros (mm);
- Altura total de la planta (ALT), en metros (m);
- Número de ramas (NR);
- Diámetro de las primeras tres ramas (DR), en milímetros (mm).

Se seleccionaron cinco plantas de forma aleatoria en 10 parcelas, las cuales fueron muestreadas destructivamente, cortadas rente al suelo con una motosierra, extrayéndose con una balanza los siguientes datos:

- Peso húmedo del tallo (PHC), en gramos;
- Peso húmedo de las ramas (PHR), en gramos.

Seguidamente se extrajeron discos del tallo y las ramas de cada una de las 5 plantas, en la base, en la extremidad superior del tallo y ramas, los cuales fueron debidamente etiquetados y colocados en bolsas plásticas herméticamente cerradas, para evitar la pérdida de humedad durante el período entre el corte de los discos en el campo, y la extracción del peso húmedo en el laboratorio. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio donde, a través de una balanza de media precisión, se determinó el peso húmedo de las muestras del tallo y de las ramas. Las muestras fueron posteriormente colocadas en un invernadero a 95 °C durante 48 a 72 horas. Cabe señalar que, debido a que hay fallas en el suministro de energía eléctrica en el laboratorio, es decir, sólo hay energía de las 7:30 a las 17:30, las muestras se ponían en invernadero ya partir del segundo día se extraían del invernadero y pesadas y si el peso se mantuvo constante entonces las muestras eran consideradas secas y, consecuentemente, retiradas del invernadero.

Después de las muestras ser retiradas del invernadero, se colocaron en un extractor para el enfriamiento, y luego pesadas, obteniendo el peso seco de las muestras. En cada parcela también se extrajeron los siguientes datos:

- Declive del suelo
- Tipo de relieve
- Tipo de bosque
- Propósito de uso
- Coordenadas
- Elevación
- Regeneración
- Observaciones

Durante el proceso de inventariado de las parcelas se cortaron 50 plantas, lo más rente posible del suelo, lo que representó, en promedio, 5 plantas por parcela. Con una motosierra cada planta fue separada en sus componentes, respectivamente, ramas y suelos. Antes del pesaje, se retiraron las hojas de las ramas. Posteriormente, fue pesada cada una de estas partes (exceptuando las hojas) para obtener el peso de la parte aérea de la planta.

2.2.3 Estimación de la biomasa

El stock de biomasa de las especies arbóreas y arbustivas con las dimensiones anteriormente mencionadas fue estimado con base en las ecuaciones alométricas mono-específicas y multiespecíficas desarrolladas en este estudio. La elección de las respectivas ecuaciones alométricas para estimar la biomasa aérea se hizo privilegiando aquellas que contenían las menores desviaciones medias entre la biomasa observada y la estimada, los niveles más significativos de significancia del valor t de las variables independientes y menor dispersión de los valores de la variable dependiente en la línea de regresión. La biomasa aérea de cinco especies (*Isobertinia tomentosa* (Harms) Craib & Stapf, *Isobertinia angolensis* (Welw. Ex Benth.) Hoyle & Brenan var. *Angolensis*, *Uapaca gossweileri* Hutch., *Monotes caloneurus* Gilg y Ussamba), que corresponden aproximadamente al 70% de los individuos inventariados, fue estimada con ecuaciones alométricas específicas. La biomasa aérea de las otras 32 especies inventariadas fue estimada por el modelo multiespecífico desarrollado en este estudio.

2.3 - Análisis estadístico

El análisis de los datos para el desarrollo de los modelos alométricos presentados en el presente estudio involucró el cálculo e interpretación lineal, exponencial, modelos logarítmicos, cuadráticos y cúbicos. En la elección del mejor modelo de predicción de cambios temporales en la biomasa sobre el suelo para cada tipo de especie, se realizaron a priori y se analizaron a posteriori de la muestra de la población, a fin de identificar modelos explicativos precisos (Sokal y Rohlf, 1995): Medidas relativas de calidad de ajuste en base al coeficiente de determinación (R^2) y error estándar de la estimación (SE).

Bondad del ajuste de los ensayos sobre la base de un análisis de varianza utilizado para comparar el significado de R^2 a través del cálculo de la estadística F y de su nivel de significancia (P).

Los datos se almacenaron y procesaron utilizando Microsoft Excel 2000, y el análisis estadístico descriptivo de los datos se realizó con SPSS v 8.0.

3.0 - RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Caracterización silvícola de las parcelas

3.1.1 - Densidad de las plantas en las diferentes parcelas

Durante el presente estudio fueron inventariadas en las 19 parcelas 1 409 plantas, las plantas fueron identificadas por sus nombres locales, en lengua nacional Umbundu. Para algunas de estas fue posible obtener el correspondiente nombre científico, utilizando para el efecto el manual elaborado por Teixeira (1964). El número de plantas inventariadas por parcela fue variable, oscilando entre 27 y 185. Esta variación se debió principalmente a la intervención antrópica que a través del corte de las plantas para diversos fines, redujo drásticamente la densidad en algunas parcelas. En otros casos, el hecho de que se encuentren en una ladera de difícil acceso permitió el mantenimiento de una elevada densidad de plantas. Esta situación, junto con la existencia de parcelas insertadas en propiedad privada, justifica la situación observada en algunas parcelas, también con elevada densidad. En términos generales, la topografía del terreno y el hecho de que la propiedad es privada o no influyó el estado de conservación de la densidad de las parcelas estudiadas.

La densidad media de las plantas por parcela fue de 74; teniendo en cuenta que cada parcela tiene un área de 400 m², existen cerca de 1 850 plantas/ha, lo que valida estudios efectuados por Ribeiro *et al.* (2002), los cuales afirman que la densidad de las plantas (excluyendo la capa herbácea), en el Miombo varía entre 1500 y 4100 plantas/ha. Según Banda *et al.*, (2006); (1995) y Grandy (1995), la densidad media de árboles de más de 2 m de altura, en el Miombo varía de 380 a 1400 árboles/ha, mientras que Ribeiro *et al.* (2002) afirma que para este caso es de 380 - 400 árboles/ha.

3.1.2 - Diversidad de especies

Siendo la diversidad específica un dato de gran importancia en la evaluación de la sostenibilidad ecológica de los ecosistemas y con una aplicación práctica en la planificación de la conservación de los mismos y para la toma de decisiones ecológicamente responsables, se procedió a un primer análisis sobre esta diversidad. Se ha dejado para una fase posterior la elaboración de indicadores más elaborados como el índice de equidad y de Shanon-Wiener.

La primera observación que se destaca en la Figura 2, es que no hay una especie que esté presente en todas las parcelas. La especie que se encuentra presente en el mayor número de parcelas es la *Isoberlinia angolensis* (Welw. Ex Benth.) Hoyle & Brenan var. *angolensis* (Omue), representada en 17 de las 19 parcelas. La *Hymenocardia acida* Tul. (Ometi), presente en 15 parcelas y la *Syzygium guineense* (Wild.) DC. (Akunlakunla), presente en 12 parcelas ocupan, respectivamente, el segundo y tercer lugar. Teniendo en cuenta el número de parcelas en que las especies aparecen, podemos observar en la Tabla 2 el porcentaje que este número representa, en el cómputo general.

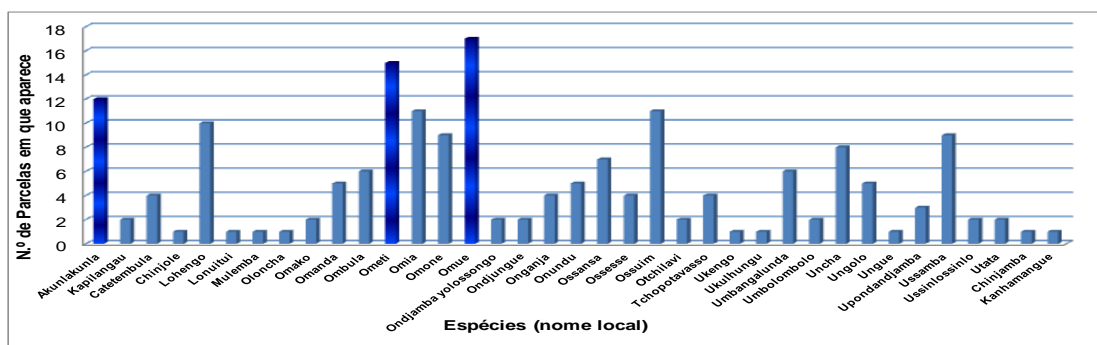


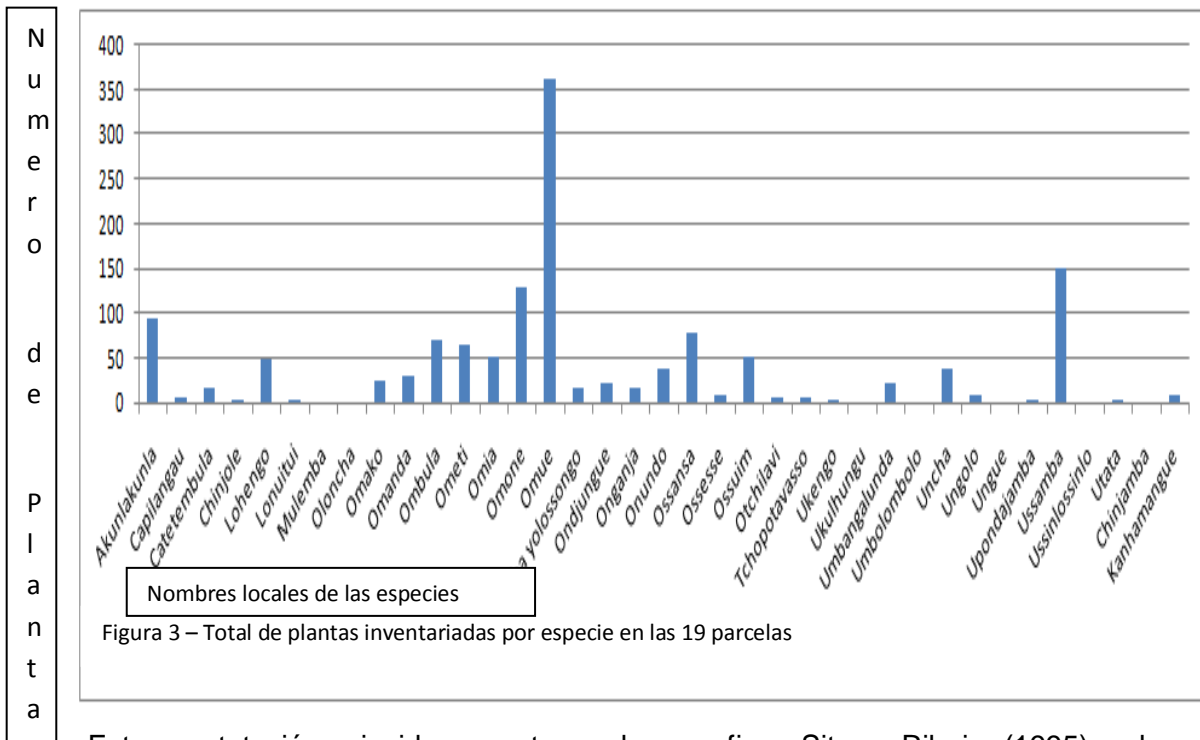
Figura 13 - Representatividad de las diferentes especies inventariadas en las parcelas (destacamos las 3 más representativas con un color diferente).

Tabla 2 - Porcentaje de las especies teniendo en cuenta el número de parcelas en que aparecen.

Especie (Nome local)	Número de parcelas en que aparece	Porcentaje de representatividad (%)
Chinjole; Lonuitui; Mulemba; Oloncha; Ukengo; Ukulhungu; Ungue; Chindjamba; Kanhamangue.	1	5
Kapilangau; Omako; Ondjamba yolossongo; Ondjungue; Otchilavi; Umbolombolo; Ussinlossinlo; Utata	2	10
Upondandjamba.	3	15
Katetembula; Onganja; Ossesse; Tchopotavasso	4	20
Omanda; Onundu; Ungolo.	5	25
Ombula; Umbangalunda.	6	30
Ossansa.	7	35
Uncha	8	40
Omone; Ussamba.	9	45
Lohengo	10	50
Omia; Ossuim; Ossesse.	11	55
Akunlakunla	12	60
Ometi	15	75
Omue	17	85

3.1.3 - Total de plantas inventariadas por especie

En la Figura 3 se observa la suma total de plantas de cada una de las especies inventariadas en las 19 parcelas. Se puede ver que la especie que presentó el mayor número de plantas inventariadas es la *Isoberlinia angolensis* (Welw. Ex Benth.) Hoyle & Brenan var *angolensis* (Omue), con 362 plantas, secundada por la *Brachystegia tamarindoides* Welw. (Ussamba), con 152 plantas y la *Julbernardia paniculata* (Benth.) Troupin (Omone), con 130 plantas.



Esta constatación coincide en parte con lo que afirma Siteo y Ribeiro (1995) en lo que se refiere a las principales especies arbóreas y arbustivas del Miombo.

3.1.4 - Altura total de las plantas

De acuerdo con las clases de cubierta vegetal del suelo presentada por Sardinha (2008) el tipo de Miombo estudiado corresponde a una mezcla de Miombo denso (atendiendo la densidad de plantas en algunas parcelas) - Miombo abierto y "enano" (si se tiene en cuenta la altura de las plantas).

En la Figura 4 se sintetiza la distribución de las 1 409 plantas inventariadas por diferentes clases de altura. Así es evidente que del total de plantas inventariadas 59% presenta una altura total que va de 1,5 a 3,5 m, mientras que el 29% tiene altura total entre los 3,5 - 5,5 m.

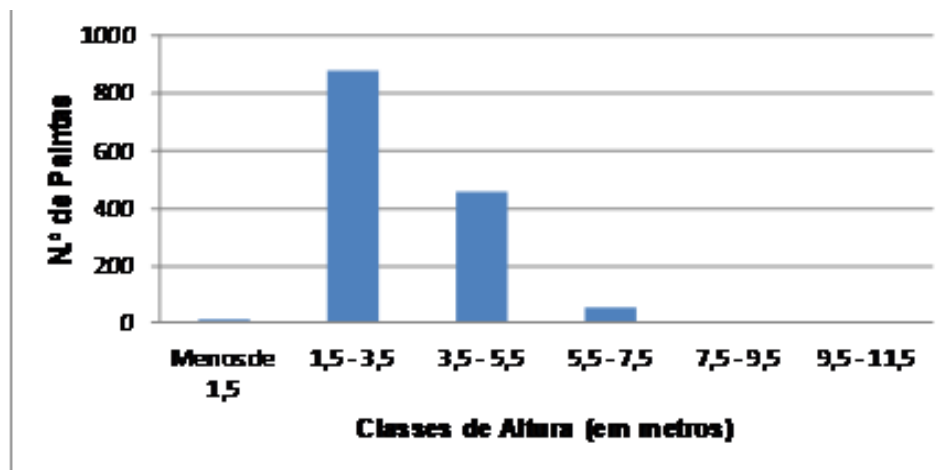


Figura 4 – Distribución de las plantas por clase de altura total (metros).en las 19 parcelas.

En general, podemos concluir que la altura total de las plantas inventariadas varía de 1,5 a 5,5 m.

3.1.5 - Diámetro de la base (DB)

Al analizar la distribución de las clases diamétricas de las plantas en las 19 parcelas, se constató que de las 1409 plantas inventariadas cerca del 58% presentaron un diámetro entre 5 - 15 cm, mientras que cerca del 31% presentaron un diámetro inferior a 5 cm. Sólo el 11% de las plantas presentaron un diámetro superior a 15 cm (Fig. 5). Esta distribución es comprensible si se tiene en cuenta la distribución de las alturas totales de dichas plantas.

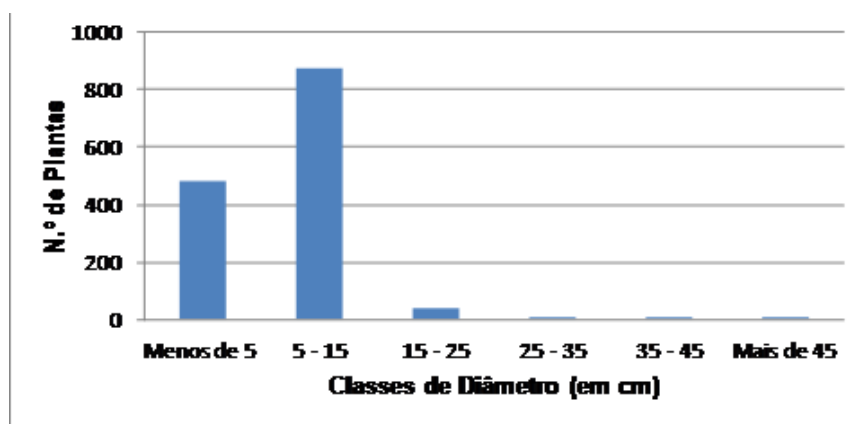


Figura 5 – Distribución de las plantas por clases de Diametro de la Base (DB),en las 19 parcelas

4.1.6 - Altura de los troncos

El inventario efectuado permite constatar que la altura del tronco de las diferentes plantas inventariadas, prácticamente varían de poco menos de 1 m hasta poco más de 3 m y que a medida que aumenta la altura del tronco disminuyó el número de plantas (Fig. 6).

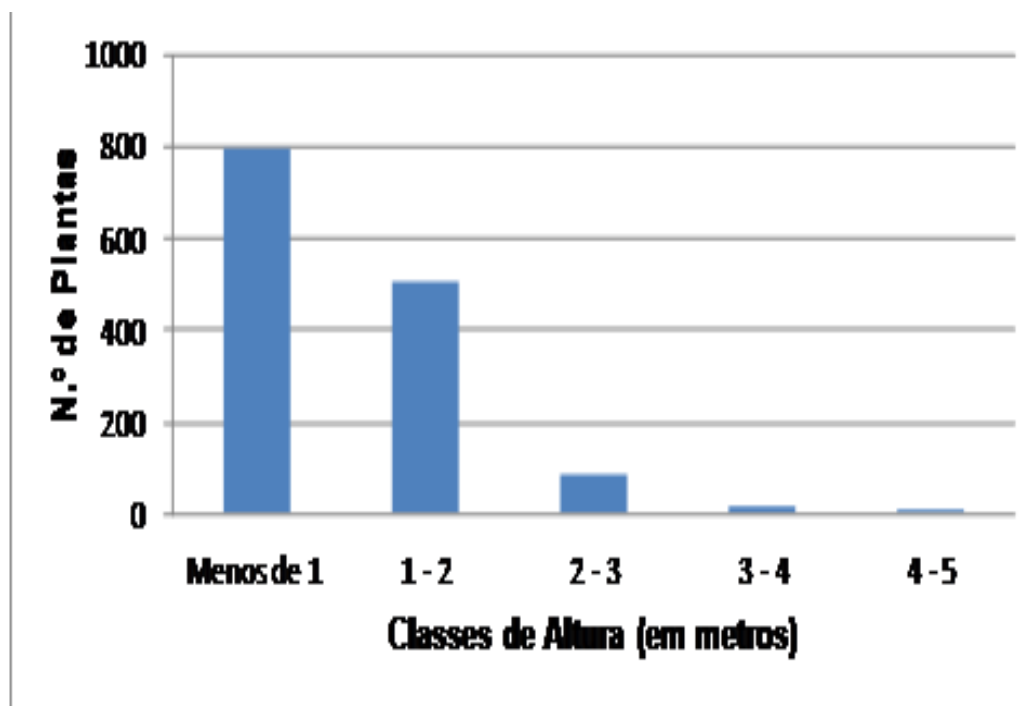


Figura 6 – Distribución de las Plantas por clase de Altura del Tronco (metros), en las 19 parcelas

En la casi totalidad de las plantas, es decir, cerca del 95%, sus troncos no sobrepasan los 3 metros de altura, de los cuales el 57% tiene una altura del tronco inferior a 1 metro.

3.2 - Modelos alométricos por especie

Como ya se ha aludido en el punto sobre materiales y métodos, en las 19 parcelas muestrales se identificaron durante el estudio 37 especies diferentes, con el fin de desarrollar modelos alométricos específicos para el cálculo de la biomasa, para sólo cinco especies, para las restantes 32 especies se desarrolló un modelo común (Tabla 3). De acuerdo con los modelos se calcularon teniendo como parámetro de referencia el diámetro de la base (DB), una vez que fue este parámetro lo que mejores resultados presentó en el cálculo de los modelos alométricos durante los cálculos estadísticos.

Tabla 3 - Modelos alométricos mono y multiespecíficos desarrollados para el cálculo de biomasa de especies del Miombo, en la Ekunha (Huambo).

N.º	ESPECIE	MODELO ALOMETRICO	R ²
1	Omue	$y = 0,0005x + 5,4049$	0,84
2	Ussamba	$y = 0,001x + 3,3824$	0,93
3	Ombula	$y = 0,0007x + 3,9555$	0,89
4	Omone	$y = 0,0013x + 3,5737$	0,87
5	Ossuim	$y = 0,0006x + 4,6407$	0,94
6	Otras especies ¹	$y = 0,0012x + 3,7539$	0,91

3.2 – Biomasa

A continuación, se calcula con el recurso a las ecuaciones alométricas específicas desarrolladas (Tabla 3), la capacidad de producción de biomasa de las 19 parcelas muestrales inventariadas (Tabla 4). Teniendo en cuenta que el número de parcelas estudiadas fue 19 y que cada una de ellas posee un área de 400 m², entonces nos estamos refiriendo a un área total de 7.600 m². La capacidad de producción de biomasa en las parcelas varió de 109,7 kg (en la Parcela 5) a 544,6 kg (en la Parcela 16), con una media de 308,8 kg por parcela. La biomasa total en las 19 parcelas, esto era, en los 7.600 m² de 5866,4 kg, totalizando una media de 7.718,9 kg / ha.

¹ Se consideran otras especies las constantes en la tabla 3, exceptuando las especies para las cuales se han calculado modelos específicos.

Tabla 4 - Biomasa calculada para las 19 parcelas del Miombo de Angola, Ekunha (Huambo).

N.º DE LA PARCELA	AREA (m ²)	BIOMASA (Kg)
1	400,00	202,90 +/- 22,14
2	400,00	230,25 +/- 21,09
3	400,00	189,97 +/- 18,33
4	400,00	160,99 +/- 15,96
5	400,00	109,67 +/- 14,58
6	400,00	131,96 +/- 1,40
7	400,00	125,48 +/- 7,68
8	400,00	270,60 +/- 41,60
9	400,00	166,98 +/- 20,00
10	400,00	329,11 +/- 31,59
11	400,00	388,69 +/- 49,29
12	400,00	808,63 +/- 120,25
13	400,00	407,08 +/- 47,04
14	400,00	267,53 +/- 5,04
15	400,00	389,62 +/- 58,00
16	400,00	544,60 +/- 67,80
17	400,00	186,40 +/- 17,28
18	400,00	485,17 +/- 64,66
19	400,00	470,73 +/- 62,72
Total	7.600,00	5866,37 +/- 686,45

No obstante, si se ha estimado sólo la biomasa aérea de las especies de consistencia leñosa y con una altura total igual o superior a 1,2 m, la capacidad media de 7 718,91 kg/ha (7,7 t / ha) es relativamente baja si se compara con las estimadas por otros autores como Ribeiro et al. (2002) y Campbell (1996). Sin embargo, este valor es justificable, si se tienen en cuenta las medias de los parámetros como Altura Total (AT) de las plantas, Altura del Caule (AC) y Diámetro de la Base (DB), así como la densidad media de plantas por parcela calculadas para las 19 parcelas en el presente estudio.

4.0 – CONCLUSIONES

1. Teniendo en cuenta la gran relación existente entre el estado de conservación de las parcelas y la forma de posesión de la parcela, se concluye que las parcelas mejor conservadas son las que se encuentran en tierras no comunitarias, es decir, poseen un propietario privado.
2. Otros factores importantes que afectan a la conservación de las parcelas, son su proximidad a las aldeas, la situación topográfica (pendiente), así como su proximidad a las principales vías de acceso. Se constató una tendencia de mejor conservación en las parcelas más lejanas de las aldeas, en topografías con más declives y más distantes de las vías de acceso.
3.
De las 37 especies catalogadas sólo un grupo restringido es considerado por las comunidades como un alto interés para su uso como combustible, es decir, utilizado directamente como combustible, o a través de su transformación en carbón vegetal.
Fue posible desarrollar, a partir de la variable Diámetro de la Base (DB), ecuaciones alométricas para estimar las capacidades de producción de biomasa mono-específicas para 5 especies y otras multiespecíficas para estimar la producción de biomasa para las demás 32 especies.
4. La biomasa total en las 19 parcelas, es decir, en los 7 600 m² era de 5 866,3707 kg +/- 686,45, totalizando una media de 7 718,91 kg/ha. A pesar de que sólo se estima la biomasa aérea de las especies leñosas y con una altura total igual o superior a 1,2 metros, la capacidad media de 7 718,91 kg/ha (7,7 t/ha) es relativamente baja si se compara con las estimaciones por otros autores como Ribeiro et al. (2002) y Campbell (1996). Sin embargo, este valor es justificable, si se tienen en cuenta los promedios de los parámetros como Altura Total (AT) de las plantas, Altura del Caule (AC) y Diámetro de la Base (DB), así como la densidad media de plantas por parcela calculadas para las 19 parcelas muestreadas en el presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Banda, T.; Schwartz, M.W.; Caro, T. – **Effects of fire on germination of *Pterocarpus angolensis***. Forest Ecology and Management, Volume 233, Issue 1, (2006).

Brown, S.; Iverson, L. R. - **Biomass estimates for tropical forests**. World Resources Review, [S.l.], n. 4 (1992).

Campbell, B.; Frost, P.; Byron, N. - **Miombo woodlands and their use: overview and key issues**. In: The Miombo in Transition: Woodlands and Welfare in Africa, Campbell, B. (ed), 1-5, CIFOR. Bogor, Indonesia (1996).

Campbell, B.M.; Cunliffe, R.N.; Gambiza, J. - **Vegetation structure and small-scale pattern in miombo woodland**, Marondera. Bothalia, Vol. 25 (1995).

Campos, C. P. de. – **A conservação das florestas no Brasil, mudança do clima e o mecanismo de desenvolvimento limpo no Protocolo de Quioto**. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Estratégico) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro (2001).

Cummings, D.L.; Kauffman, J.B.; Perry, D.A.; Hughes, R.F. - **Aboveground biomass and structure of rainforests in the southwestern Brazilian Amazon**. Forest Ecol. Manage (2002).

Diniz, A. C.; Aguiar, F. Q. de B. - **Geomorfologia, solos e ruralismo da região central angolana**. IIAA. Nova Lisboa (1966).

FAO – Agreement between the Government of the Republic of Angola and FAO Concerning Technical Assistance Services, FAO, Rome (2008).

Grandy, I. M. - **Regeneratiomn and managemento of *Brachystegia spiciformis* and *Julbernardia globilflora* (Benth.)**. Troupin in Miombo Woodland, Zimbabwe. D. Phil. Thesis, University of Oxford (1995).

Keller, M.; Palace, M.; Hurtt, G. - **Biomass estimation in the Tapajos National Forest, Brazil: examination of sampling and allometric uncertainties**. Forest Ecology and Management (2001).

MINADERP: Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas – **Política Nacional de Florestas, Fauna Selvagem e Áreas de Conservação**. Diário da República Iª Série n.º 8. Luanda (2010).

Montecinos, V. - **Influencia del hábito de crecimiento del Boldo *Peumus boldus* Mol.), sobre la producción de fitomasa foliar**. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciências Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile (2001).

Newbould, P. J. - **Methods for estimating the primary production of forests**. IBP Handbook No. 2. Blackwell Scientific Publ. (1967).

Pardé, J. - **Forest biomass**. Forest Abstract. Commonw. For. bur. 41(8):343-362; 1980 August. [English translation by Sinclair.]

Ribeiro, N.; Siteo, A. A.; Guedes, B. S.; Staiss, C. – **Manual de Silvicultura Tropical**. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo (2002).

Sardinha, R. M. de A. – **Estado, dinâmica e instrumentos de política para o desenvolvimento dos recursos lenhosos no município da E Cunha**. IMVF (Projecto CE – Food/2006/130444) (2008).

Silveira, P.; Koehler, H. S.; Sanquetta, C. R.; Arce, J. E. - **O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais** In: Floresta, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, (2008).

Siteo, A. A.; Ribeiro, N. - **Miombo book Project (Case Study of Mozambique)**. DEF, UEM, Maputo (1995).

Sokal, R. R.; Rohlf, F.J. - **Biometry**. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. (3 ed.) Freeman and Co., New York (1995).

Teixeira, J. B. – **Lista das plantas do Centro de Estudos da Chianga**: espontâneas, introduzidas e/ou cultivadas. Instituto de Investigação Agronómica de Angola (1964).