

CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES  
AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES



Decimosexta reunión del Comité de Flora  
Lima (Perú), 3-8 de julio de 2006

Examen del comercio significativo de especímenes de especies del Apéndice II

Selección de especies después de la CdP11 y la CdP12

EVALUACIÓN DE LA RECOLECCIÓN DE CORTEZA DE *PRUNUS AFRICANA* EN LA ISLA DE BIOKO  
(GUINEA ECUATORIAL). DIRECTRICES PARA UN PLAN DE ORDENACIÓN

1. Este documento ha sido presentado por España.

Antecedentes

2. Dados los lazos históricos existentes entre España y Guinea Ecuatorial y la exportación de corteza de *Prunus africana* hacia España, la Autoridad Científica CITES española se planteó la realización de un proyecto piloto circunscrito a Guinea Ecuatorial y a la zona de extracción de corteza: la isla de Bioko. El modelo de estudio, que podría ser aplicado a otros países y zonas en función de la disponibilidad de financiación externa, fue impulsado y financiado en junio de 2004 por la Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, Autoridad Científica CITES de España.
3. El trabajo fue desarrollado por un equipo multidisciplinar<sup>1</sup> de la Universidad de Córdoba y del IMGEMA Jardín Botánico de Córdoba, Asimismo, se contó con la colaboración del Ministerio de Agricultura y Bosques y del Ministerio de Pesca y Medioambiente de Guinea Ecuatorial, a través de la participación de tres de sus técnicos en las tareas de campo el proyecto recibió apoyo logístico por parte de la empresa española: NATRA S.A.
4. El objetivo general del proyecto fue el estudio del área de distribución actual de *Prunus africana* en Bioko para determinar el aprovechamiento actual de corteza, la evaluación de sus existencias y proponer las recomendaciones necesarias que deberían tenerse en cuenta al elaborar un plan de gestión que permita un uso sostenible de la especie. Para lograr este objetivo general se han establecido los siguientes objetivos específicos: Estudio de la distribución de los tipos de vegetación dominantes mediante el uso de una imagen Landsat 7 ETM+; Caracterización de los bosques con presencia de *Prunus africana* en las áreas actuales y potenciales de extracción en términos de su estructura, composición florística, riqueza y diversidad de especies arbóreas; Estimación de la producción de corteza y Establecimiento de los criterios selvícolas para el uso sostenible de los bosques de *Prunus africana*. El siguiente resumen del proyecto completo se presenta al Comité de Flora:

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Margarita África Clemente Muñoz, Lcdo. Nicholas Alexander Kasimis, Prof. Dr. Esteban Hernández Bermejo y Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Enriqueta Martín-Consuegra Fernández; Departamento de Ingeniería Forestal: Prof. Dr. Rafael María Navarro Cerrillo y Dr<sup>a</sup> Eva Padrón Cedrés; Departamento de Ingeniería Gráfica y Sistemas de Información Geográfica: Prof. Dr. Alfonso García Ferrer.

## Material y métodos

### **Zona de estudio**

5. La zona de estudio considerada fue la isla completa para la determinación de la distribución de tipos de vegetación a través de la imagen satélite. Para el estudio de campo la zona elegida fue la de extracción actual de corteza, es decir Pico Basilé y Moka. La definición exacta de la zona se realizó mediante el uso de un modelo digital de terreno de resolución espacial de 90 m. y la distribución altitudinal de *Prunus africana*, entre los 1200 m. y los 2500 m. (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>)
6. La superficie teórica inicial para la distribución potencial de *Prunus africana* – en el intervalo de los 1200 y 2500 m. propuesto por Sunderland y Tako (1999) – quedó circunscrita a una extensión de 31.969,3 ha, de las que 16.000 ha se situaban en el Pico de Basilé y el resto en las zonas de Moka y la región oriental de la Caldera de Luba.

### **Clasificación de los ecosistemas forestales de Bioko por medio del análisis de imágenes Landsat 7 ETM+ . Sensor y tratamiento previo de la imagen**

7. Se trabajó con una imagen del satélite Landsat 7 ETM+ (30 x 30 metros de resolución) de marzo de 2003 de la zona de estudio. La imagen no fue necesaria corregirla geoméricamente ya que venía georeferenciada.
8. En cuanto a la corrección radiométrica de las tres imágenes se realizó utilizando los métodos estándar para pasar los datos digitales a radiancia espectral por la fórmula de Markham y Barker (1986). Para las correcciones geométricas y radiométricas se utilizaron los coeficientes para cada una de las bandas 1 a 5 y 7 de los ficheros de cabecera de las imágenes Landsat. Para el estudio de los bosques de Bioko con presencia de *Prunus africana* se utilizaron 6 de las 8 bandas, descartando las bandas térmica (6) y pancromática (8).
9. Se efectuaron dos clasificaciones supervisadas del bosque de Bioko y de los bosques afromontanos mediante el programa ERDAS 8.6 realizándose tres clasificaciones de 9, 11 y 14 categorías cada una.

### **Diseño del muestreo, toma datos de campo y análisis de datos**

10. El diseño seleccionado fue un inventario sistemático con punto de arranque aleatorio y con toma de datos cada 100 metros siguiendo trochas de extracción ya existentes. Como primer paso se estratificó todo el área del bosque de acuerdo a una distribución altitudinal en dos zonas de distribución (Guinea, 1949). Después de realizar las primeras visitas sobre el terreno, se localizaron las áreas de muestreo en superficies que habían sido sometidas a extracción de corteza: en la carretera al Pico de Basilé, entre el km. 14 y el 20; en Moka cerca del pueblo en una zona comunicada con la carretera, donde se había realizado extracción en el año 1998 y en el Lago Biaó en una franja alrededor del mismo donde en Abril de 2005 se estaba realizando extracción de corteza.
11. Estas tres áreas se consideraron representativas de la zona objeto de estudio, de ellas partían las trochas de extracción que venían siendo utilizadas. La razón de adecuar la distribución de las parcelas a las sendas existentes fue la imposibilidad de abrir nuevas trochas dado que el tiempo estimado de apertura era de 1 hora cada 100 metros de avance.
12. Dentro de cada transecto se mantuvo el carácter sistemático del inventario. Siguiendo las recomendaciones recogidas por Hall (2000), se realizó un inventario pie a pie de *Prunus africana* a lo largo de cada transecto recorrido para tener en cuenta su posible distribución en bosquetes. Se tomaron los datos de las características dasométricas de todos los individuos en una franja de 20 m. a cada lado de la trocha de saca.
13. Es escasa la información disponible sobre el tamaño que debe tener la muestra en estudios de bosque tropical, en particular aquellos dirigidos a la evaluación de RFNM, para que sea representativa de los procesos dinámicos. En bosques de montaña, de estructura más simple, y con un número bajo de especies principales tal como ocurre en Bioko, se considera que es suficiente trabajar con un

tamaño mínimo de 1000 m<sup>2</sup> y una superficie mínima total muestreada de 5000 a 10.000 m<sup>2</sup> (Cain y Oliveira, 1959; Bonham, 1989).

14. Se optó por la elección de parcelas circulares de 20 metros de radio con una superficie de muestreo de 1256,636 m<sup>2</sup>. A continuación se procedió a la localización de las parcelas así definidas a lo largo de la trocha de avance, identificando el centro de la parcela por medio de GPS. Se establecieron 41 parcelas de muestreo, 20 en la zona del Pico de Basilé y 21 en la zona de Moka.

15. El procedimiento seguido fue el siguiente:

a) Para la selección de los transectos:

- Selección de trochas de extracción de *Prunus africana* (6 en Pico Basilé y 5 en Moka) que estaban previamente abiertas. Las trochas variaron entre los 500 y los 2000 m.
- Establecimiento sistemático de una parcela cada 100 m. Se determinó el centro de la parcela y se fijó un área circular de 20 m de radio (GPS navegador, Magellan Meridian Color, error medio EPE = 15 metros)
- Determinación de la pendiente del terreno mediante clípsómetro
- Inventario de todos los árboles con más de 10 cm. de diámetro a la altura del pecho (DAP)
- Georreferenciación de todos los individuos explotables (> 30 cm.) de *Prunus africana* mediante GPS.

b) Parámetros muestreados

- Información dasométrica y selvícola:

- i) Abundancia: especies arbóreas existentes según número de individuos
- ii) Dimensiones de cada árbol: altura estimada (m.), DAP (cm.)
- iii) Posición sociológica de cada árbol y estructuración vertical del bosque
- iv) Estado de los pies de *Prunus africana* mediante clases de defoliación de copa propuestas por Sunderland y Tako (1999)
- v) Año/s de extracción de corteza. Comunicación personal de los responsables de los equipos de extracción
- vi) Espesor de corteza (cm.): determinación mediante medidor (marca Suunto)
- vii) Grado de intervención del bosque: nada, poco, medio o mucho.

c) Toma de muestras de corteza de 1 árbol cada 3 parcelas, para la posterior determinación del espesor y peso específico

16. La estructura de la vegetación en las parcelas se analizó mediante el cálculo de los valores relativos y medios del área basimétrica, la densidad y frecuencia de las especies. En un intento por encontrar patrones estructurales comunes para las áreas estudiadas se analizó la estructura poblacional de las especies. Dicha estructura se basó únicamente en el agrupamiento en clases diamétricas de los individuos de las especies más importantes.

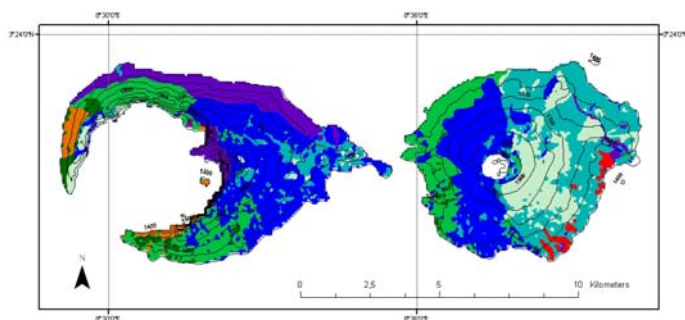
17. Para la determinación del peso específico se tomaron muestras al azar (N=10) de 10x20 cm. a una altura de 0,80-1,30 m. Los parámetros analizados fueron: espesor de la corteza viva y superficie de la muestra de corteza. La medición del espesor de la corteza se realizó con un calibre milimetrado (error 0,1 mm.), y se determinó la superficie total de la muestra para posteriormente determinar el peso específico de la corteza (g cm.<sup>-3</sup>).

18. Para la estimación de la producción de corteza fresca y su regeneración se tomaron datos en campo del espesor de corteza (N=264) con un medidor marca suunto, del DAP y de la altura hasta donde se había realizado la extracción de corteza. En el caso de árboles en donde ya se había realizado extracción (N=192) la medición se realizó sobre la corteza de regeneración y en el caso de los árboles intactos (N=72) sobre la corteza del árbol. En ambos casos la toma de datos se realizó a una altura de 1,20 m. El estudio de la producción de corteza por árbol y de la evolución temporal del espesor de la corteza se ha realizado mediante un análisis de regresión simple/múltiple entre la variable espesor de corteza/edad o entre peso fresco de corteza/altura de descortezado y DAP.

19. El análisis de datos consistió en el cálculo e interpretación de modelos lineales, potenciales, exponenciales, logarítmicos, cuadráticos y cúbicos. El análisis estadístico se realizó con el programa *SPSS 8.0*. Durante el proceso de selección del mejor modelo de predicción para la regeneración de la corteza se realizaron análisis de la muestra poblacional inventariada para la especificación de modelos explicativos válidos que consistieron en:
- Medidas relativas de la bondad del ajuste, utilizando el coeficiente de correlación  $R$ , de determinación  $R^2$  y el error estándar de estimación  $SE$ ; y
  - Pruebas de la bondad del ajuste: analizando la varianza para contrastar la significación del estadístico  $R^2$  mediante el cálculo del estadístico  $F$  y su nivel de significación  $p$ .
20. Los daños producidos por el aprovechamiento de corteza en los árboles de *Prunus africana* se evaluaron en una escala de 0 a 5 según el nivel de defoliación del árbol (Sunderland y Tako, 1999). El 0 fue el valor otorgado si no existían daños y 5 cuando el árbol estaba muerto (100% de defoliación).

## Resultados

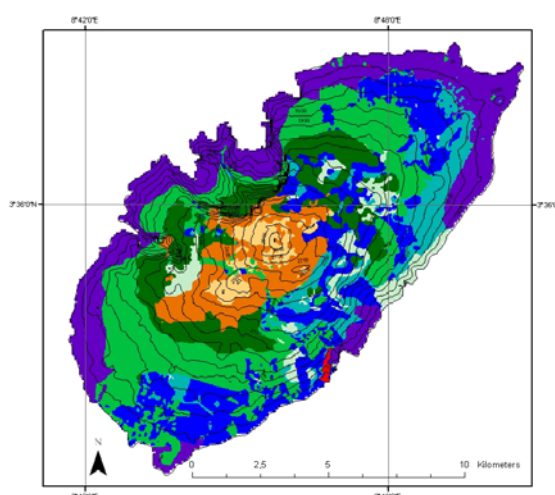
21. La distribución de *Prunus africana* quedó establecida entre los 1400 y los 2500 m. asociada su presencia principalmente al bosque de Araliáceas. Aunque algunos autores (Sunderland y Tako, 1999) citan la distribución de esta especie entre los 1200 y los 2500 m. en Bioko, los resultados obtenidos concuerdan parcialmente con lo señalado por Ocaña (1960) que asocia los bosques de Araliáceas a altitudes entre 1400 y 2500 m. si bien este autor no citó específicamente a *Prunus africana* dentro de este bosque.
22. Se compararon las superficies estimadas para cada tipo de vegetación según el mapa digitalizado de Ocaña con la clasificación supervisada resultante de la imagen Landsat ETM+ de 2003. Se observa que la superficie total de los principales tipos de vegetación es casi coincidente, sin embargo hay que resaltar que la superficie ocupada por el bosque de Araliáceas es sensiblemente menor. Ocaña atribuye a esta formación una superficie de 29.280 ha mientras que en la clasificación supervisada tiene una extensión de 8841 ha.
23. En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos a partir de la clasificación supervisada para las superficies ocupadas por las principales formaciones de vegetación entre los 1400 y 2500 m, rango altitudinal que se corresponde con la zona de distribución de *Prunus africana*. Se observa que las principales zonas de distribución de *Prunus africana* no degradadas se encuentran en Pico de Basilé (bosque de Araliáceas -7043 ha- y bosque afromontano bajo - 2030 ha-). Sin embargo, en la zona de Moka, apareció una mayor extensión de bosque afromontano secundario -3443 ha- que se correspondía con zonas anteriormente dedicadas a la ganadería y abandonadas a mediados del s. XX. En estas zonas *Prunus africana* se ha desarrollado con facilidad dado su temperamento heliófilo.
24. En los alrededores del pueblo de Moka se identificaron superficies abandonadas recientemente. En estos lugares no ha habido tiempo para la regeneración de *Prunus africana*, ni para el establecimiento de una formación boscosa secundaria, por lo que en la clasificación supervisada aparecieron como praderas de herbáceas (bosque afromontano degradado -1370 ha-) en zonas donde de forma natural se distribuiría *Prunus africana*. Sin embargo, en el Pico de Basilé las praderas de herbáceas (bosque afromontano degradado) apenas cubren 175 ha y son debidas principalmente a la regeneración tras incendios forestales.
25. También cabe destacar, que el límite altitudinal del bosque afromontano varía dependiendo de la zona y la orientación de las laderas, por lo que en la parte norte de Pico de Basilé aparece una superficie relativamente amplia que corresponde a pluvisilva guineo-congoleesa que ha sobrepasado su límite de distribución altitudinal y se encuentra mezclada con elementos afromontanos. Este hecho también ocurre en sentido inverso cuando el bosque afromontano baja en su distribución altitudinal y se mezcla con la pluvisilva guineo-congoleesa, pe.: en la ladera sur de Basilé, también definida en la clasificación supervisada como pluvisilva guineo-congoleesa mezclada con elementos afromontanos. (ver Figura 1).



Moka y Gran Caldera de Luba

Leyenda

- 100-m curvas de nivel
- Vegetación afroalpina
- Agricultura
- Bosque bajo de Araliaceae
- Bosque alto de Araliaceae
- Zona de arbustos (Ericaceae)
- Pluvisilvia Guineo-Congolesa con elementos afromontanos
- Bosque afromontano secundario
- Bosque afromontano secundario maduro
- Praderas de herbáceas (bosque secundario afromontano)



Pico de Basilé

**Figura 1.** Vegetación de montaña del sur de Bioko y Pico Basilé por encima de los 1,400 m

**Tabla 1:** Estimaciones de la superficie ocupada por las principales formaciones de vegetación de Bioko (Pico de Basilé; Moka y Gran Caldera de Luba) en altitudes superiores a los 1400 metros a partir de la clasificación supervisada realizada.

| Tipo de vegetación   | Clasificación supervisada<br>(Landsat ETM+ 2003) |                                  |
|--|--|----------------------------------|
|  | Pico de Basilé (ha)                              | Moka y Gran Caldera de Luba (ha) |
| Pluvisilvia Guineo-Congolesa mezclada con elementos afromontanos | 1568   | 390                              |
| Bosque Afromontano bajo  | 2030   | 435                              |
| Zona de herbáceas afromontanas                                   | 793  | 0,5                              |
| Zona de arbustos afromontanos (Ericáceas)                        | 1131,37  | 20,25                            |
| Pastos   | 17   | 76                               |
| Bosque Afromontano secundario                                    | 1735   | 3443                             |
| Praderas de herbáceas (bosque afromontano degradado)             | 175  | 1370                             |
| Bosque Afromontano de altura (Araliáceas)                        | 7043   | 1393                             |
| Pluvisilvia Guineo-Congolesa degradada                           | 1,5  | 14                               |
| Pluvisilvia Guineo-Congolesa joven mezclada con cultivos         | 115  | 35                               |
| Pluvisilvia Guineo-Congolesa secundaria vieja                    | 0  | 0,5                              |
| Pluvisilvia Guineo-Congolesa Primaria                            | 0,36   | 0                                |
| <b>Total</b>   | <b>14.609,23</b>                                 | <b>7177,25</b>                   |

## Composición en Especies de los bosques inventariados

26. Los inventarios forestales realizados permitieron contabilizar un total de 355 individuos pertenecientes a 37 especies arbóreas diferentes. Junto a *Prunus africana*, aparecen con mayor frecuencia especies como *Schefflera mannii*, *S. barteri*, *Neboutonia macrocalix*, *Trichilia priureana*, *Bersama abyssinica*, *Maesa lanceolata*, *Xymalos monospora*, *Polyscias fulva*, *Oxyanthus* spp. y *Ficus clamycarpa*. *Hypericum lanceolatum*, especie característica del piso superior de las Ericáceas, apareció de forma esporádica principalmente en aquellas zonas alteradas por incendios, siempre acompañada de la ya citada y todavía más abundante *Polyscias fulva*. El estrato arbustivo estaba constituido por especies como *Uragoga manii*, *Oxyanthus tenuis* y *Solanum* spp. y el herbáceo por *Anchomanes diformis*, *Piper guineense* y *Aframomun* sp., entre otras muchas, pero éstos estratos no fueron considerados en los inventarios forestales realizados. La familia mejor representada entre las especies leñosas fue la de las Rubiáceas, con un total de ocho especies diferentes de los géneros *Cephaelis*, *Psychotria*, *Oxyanthus* y *Uragoga*. Además de las registradas en los inventarios forestales, también se identificaron en la zona de estudio otras especies leñosas como *Ficus exasperata*, *Macaranga* spp., *Alangium begonifolium* y *Dracaena* sp.

## Área de distribución de *Prunus africana*

27. El inventario forestal realizado constató la presencia de individuos de *Prunus africana* desde los 1400 hasta los 2500 m en Bioko. Las 41 parcelas inventariadas en el área de distribución potencial determinaron una distribución teórica de la especie en un rango altitudinal entre 1400-2500 m, con pendiente media del 17%.

28. Las superficies potenciales obtenidas para el rango altitudinal propuesto en el presente trabajo (1400-2500 m.) fueron menores que las que se obtendrían bajo la consideración de un rango altitudinal entre los 1200 y 2500 m. (Sunderland y Tako, 1999). En este último supuesto la superficie teórica total estimada para la isla sería 31.969,3 ha, de las cuales 16.000 ha se situarían en el Pico de Basilé y 15.969,3 ha en la zona de Moka y Gran Caldera de Luba.

29. Sin embargo atendiendo a la clasificación supervisada realizada y al rango altitudinal establecido (1400-2500 m.) la superficie total de la distribución potencial sería de 21.620,12 ha, de las cuales la mayor parte se encuentran en el Pico de Basilé (14.492,37 ha) y las 7127,75 ha restantes distribuidas entre Moka -3559 ha y la Caldera de Luba -3568 ha.-. Además durante el trabajo de campo se percibió que la distribución real en Moka probablemente fuera menor debido a la deforestación realizada para un antiguo uso ganadero de la zona.

30. Con respecto al grado de intervención del bosque, los resultados indicaron que la mayoría de las parcelas muestreadas pertenecían al tipo "poco intervenido" en los últimos años. Son zonas donde se ha extraído corteza de *Prunus africana*, pero en ellas no se han realizado otras labores de extracción vegetal. El principal motivo de degradación del bosque ha sido debido a la aparición del fuego, sin que se puedan considerar aún como zonas de bosque secundario regenerado. La zona de Monguibus (Moka) es una excepción, ya que fue dedicada a la ganadería a principios del siglo XX y luego abandonada convirtiéndose tras 60 años en un bosque secundario con *Prunus africana* como especie principal.

## Estructura de los bosques de *Prunus africana*

31. En la Tabla 2 se presentan los atributos estructurales medios obtenidos en los bosques con *Prunus africana* en el Pico de Basilé y Moka, expresados como densidad total arbórea, densidad de *Prunus africana*, fracción de cabida cubierta total y de *Prunus africana* en unidades por hectárea y altura media de la masa en metros.

**Tabla 2:** Atributos estructurales de la vegetación de los ecosistemas con presencia de *Prunus africana* en el Pico de Basilé y Moka. Se muestran los valores absolutos de la densidad total, densidad de *Prunus africana*, altura media de la masa y fracción de cabida cubierta (Fcc)

| Zona                  | Densidad total arbórea (pies/ha) | Densidad <i>Prunus africana</i> (pies/ha) | Altura media de la masa (m) | Fcc total arbórea (%) | Fcc <i>Prunus africana</i> (%) |
|-----------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Pico de Basilé y Moka | 69,29                            | 7,18                                      | 24                          | 77,16                 | 14,7                           |

32. Se observa que las estimaciones realizadas con anterioridad en el Pico de Basilé (Monforte, 2000) aportaban valores de densidad por hectárea muy superiores a los encontrados en el presente inventario forestal.

#### Inventario forestal

33. En las dos zonas de extracción de corteza actuales se han realizado inventarios para determinar la abundancia de *Prunus africana*, con lo cual se dispone de datos bastante precisos de las existencias en cada sector (Tabla 3).

**Tabla 3:** Valores de la densidad y la distribución (%) de *Prunus africana* por clases diamétricas.

| Zona               | <i>Prunus africana</i> (pies/ha) | ≤40 cm | 40-60 cm | 80-100 cm | 100-120 cm | 120-140 cm | 140-160 cm | 160-180 cm | 180-200 cm | > 200 cm |
|--------------------|----------------------------------|--------|----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
|                    |                                  | %      |          |           |            |            |            |            |            |          |
| <b>Pico Basilé</b> | <b>7,56</b>                      |        |          |           |            |            |            |            |            |          |
| Zona baja          | 2,65                             | 1,41   | 5,63     | 14,08     | 18,31      | 22,54      | 11,27      | 12,68      | 7,04       | 7,04     |
| Zona alta          | 15,38                            | 8,45   | 2,82     | 11,27     | 15,49      | 12,68      | 15,49      | 8,45       | 7,04       | 18,31    |
| <b>Moka</b>        | <b>6,82</b>                      |        |          |           |            |            |            |            |            |          |
| Pico Biaó          | 6,37                             | 16,90  | 28,17    | 7,04      | 2,82       | 1,41       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00     |
| Monguibus          | 5,68                             | 2,82   | 8,45     | 4,23      | 1,41       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00     |
| Zona baja          | 9,95                             | 8,45   | 21,13    | 9,86      | 2,82       | 0,00       | 0,00       | 1,41       | 0,00       | 0,00     |

34. Las formaciones de *Prunus africana* encontradas presentan una gran heterogeneidad debido a factores difíciles de precisar como: variaciones ecológicas, dinámica natural del bosque o el uso histórico. Por ello, se seleccionaron cinco zonas diferentes, dos en el Pico de Basilé y tres en Moka. Las variaciones en la abundancia fueron bastante importantes, aunque más acusadas en Basilé, que en Moka. La abundancia media por zona, sin embargo, se mantiene relativamente constante (7,5-6,8 pies ha<sup>-1</sup>), que son valores muy altos con respecto a otras poblaciones naturales estudiadas, lo que supone que estos bosques pueden considerarse ricos en esta especie. Es importante destacar el desequilibrio encontrado en la distribución de clases diamétricas de *Prunus africana* como ya señalaron otros autores (Cunningham y Mbenkum, 1993; Sunderland y Tako, 1999).

#### Producción de corteza y cálculo de la producción estimada por zonas

35. El inventario realizado en este trabajo ha permitido un estudio bastante completo de la producción potencial de corteza en las zonas con aprovechamiento actual. El peso específico de la corteza se ha establecido en 0,57 g cm<sup>3</sup> y se utilizó como un parámetro previo para determinar la producción de corteza. El espesor de corteza observado varió entre 0,8 y 1,5 cm. según clases diamétricas, lo cual fue consistente con los antecedentes bibliográficos consultados, aunque ligeramente menor (Tonye *et al.*, 2000). A partir de estos datos fue posible establecer el rendimiento de corteza seca, según clase diamétrica y altura de extracción, que osciló entre 15 Kg. pie<sup>-1</sup> (diámetro ≤30 cm.) y 231 Kg. pie<sup>-1</sup> (diámetro ≥200 cm.). El peso medio de corteza seca se estimó considerando una pérdida de peso del 50% a lo largo del proceso de secado. Se estableció la producción media por ha considerando la distribución de pies según clases diamétricas (Tabla 4).

**Tabla 4:** Producción media de corteza seca por ha para las áreas de extracción (actuales y potenciales) de acuerdo a la distribución de clases diamétricas.

| Área de extracción       | Producción del árbol medio (Kg. pie <sup>-1</sup> ) | Densidad (pies ha <sup>-1</sup> ) | Producción media de corteza seca (Kg. ha <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------|---|-----------------------------------|--|
| Pico de Basilé-zona alta | 107,11  | 15,38                             | 1647,35  |
| Pico de Basilé-zona baja | 115,92  | 2,65                              | 307,19   |
| Pico de Basilé-zona sur  | 111,5 (estimada)                                    | 7,56 (estimada)                   | 842,94   |
| Pico de Basilé-zona este | 111,5 (estimada)                                    | 7,56 (estimada)                   | 842,94   |
| Moka-zona baja           | 39,68   | 9,95                              | 394,82   |
| Moka-Monguibus           | 30,87   | 5,68                              | 175,34   |
| Moka-Biaó                | 35,04   | 6,37                              | 223,21   |

36. Se determinaron las siguientes superficies de extracción: 2741 ha para el Pico de Basilé y 457 ha para Moka, que se distribuyeron de la siguiente forma: Pico de Basilé zona alta (1622 ha), Pico de Basilé zona baja (1119 ha), Moka zona baja (282 ha), Moka-Monguibus (103 ha) y Moka-Biaó (72 ha). Para las áreas nuevas propuestas en las faldas sur y este del Pico de Basilé se estimaron 2500 ha en función de las distancias máximas de aprovechamiento y de la accesibilidad. Se calcularon las producciones potenciales máximas de corteza seca, considerando las superficies totales previamente estimadas para cada una de las áreas de extracción (Tabla 5).

**Tabla 5:** Producción potencial máxima de corteza seca en las áreas de extracción en función de la superficie total y producción media de corteza seca.

| Área de extracción       | Superficie (ha) | Producción media de corteza seca según clases diamétricas* (Kg. ha <sup>-1</sup> ) | Producción potencial máxima de corteza seca (t.) |
|--------------------------|-----------------|--|--|
| Pico de Basilé-zona alta | 1622            | 1647,35  | 2672,00  |
| Pico de Basilé-zona baja | 1119            | 307,19   | 343,75   |
| Pico de Basilé-zona sur  | 1500 (estimada) | 842,94 (estimada)  | 1264,41 (estimada)                               |
| Pico de Basilé-zona este | 1000 (estimada) | 842,94 (estimada)  | 842,94 (estimada)                                |
| Moka-zona baja           | 282             | 394,82   | 111,34   |
| Moka-Monguibus           | 103             | 175,34   | 18,06  |
| Moka-Biaó                | 72              | 223,21   | 16,07  |

\* Rendimiento peso fresco/peso seco del 50 %

37. El crecimiento de la corteza de *Prunus africana* estimado en función del año de aprovechamiento indicó que el espesor mínimo de corteza para un segundo aprovechamiento se obtendría a partir de los 8-10 años. Los datos de productividad permitieron hacer un análisis de las ventajas e inconvenientes de la situación actual, así como de las recomendaciones más importantes para el Plan de Gestión.

#### Definición de las unidades de producción y estimación de cuotas de aprovechamiento

38. En la Tabla 6 se incluyen todos los datos obtenidos a partir de los cuales se calculó la producción potencial estimada anual por áreas de extracción en una situación teórica de no aprovechamiento previo de la corteza. Para su determinación se consideraron: el área de aprovechamiento, la proporción de área bajo explotación (P=80%), la densidad de *Prunus africana*, la proporción de árboles explotables (P=90%), la producción estimada por árbol y dos supuestos: turno de aprovechamiento de 10 años y turno de aprovechamiento de 8 años. El cálculo de la cuota de extracción potencial para las zonas accesibles se realizó a partir de la ecuación propuesta Ondigui (2001) en situación de no aprovechamiento previo de la masa.



**Tabla 6:** Producción potencial estimada anual de corteza seca, en situación de no aprovechamiento previo de la masa, dependiendo de la superficie de extracción, proporción de área explotada, densidad de *Prunus africana*, producción estimada de corteza seca en las áreas de extracción actuales y de las nuevas propuestas, proporción de árboles explotados y número de años entre cosechas (F = 10 años y F = 8 años). En negrilla los valores de las nuevas áreas propuestas de extracción.

| Área de aprovechamiento                   | A<br>Superficie extracción (ha) | P<br>Proporción de área explotada (%) | RME<br>Densidad <i>Prunus africana</i> (pies/ha) | Y<br>Producción estimada por árbol (Kg. pie <sup>-1</sup> ) | RMExY<br>Producción estimada corteza seca <sup>1</sup> (Kg./ha) | V<br>Proporción de árboles explotables (%) | Producción potencial estimada de corteza <sup>2</sup> (t./año) en situación de no aprovechamiento según F (n° de años entre cosecha) |                       |
|---|---------------------------------|---------------------------------------|--|---|---|--|--|-----------------------|
|   |                                 |                                       |  |   |   |  | F = 10 años  |                       |
| <b>Áreas Actuales</b>                     |                                 |                                       |  |   |   |  | <b>Áreas Actuales</b>  | <b>Áreas Actuales</b> |
| Pico de Basilé<br>Zona alta               | 1622                            | 80                                    | 15,38  | 107,11  | 1647,35   | 90   | 192,38   | 240,48                |
| Pico de Basilé<br>Zona baja               | 1119                            | 80                                    | 2,65   | 115,92  | 307,19  | 90   | 24,74  | 30,93                 |
| Moka<br>Zona baja                         | 282                             | 80                                    | 9,95   | 39,68   | 394,82  | 90   | 8,16   | 10,02                 |
| Moka<br>Monguibus                         | 103                             | 80                                    | 5,68   | 30,87   | 175,34  | 90   | 1,30   | 1,62                  |
| Moka<br>Lago Biaó                         | 72                              | 80                                    | 6,37   | 35,04   | 223,21  | 90   | 1,15   | 1,44                  |
| <b>Total áreas actuales<sup>3</sup></b>   |                                 |                                       |  |   |   |  | <b>227,73</b>  | <b>284,49</b>         |
| <b>Áreas Nuevas</b>                       |                                 |                                       |  |   |   |  | <b>Áreas Nuevas</b>  | <b>Áreas Nuevas</b>   |
| Pico de Basilé-zona<br>sur                | 1500<br>(estimada)              | 80                                    | 7,56<br>(estimada)                               | 111,5<br>(estimada)   | 842,94<br>(estimada)  | 90   | 91,03<br>(estimada)  | 113,79<br>(estimada)  |
| Pico de Basilé-zona<br>este               | 1000<br>(estimada)              | 80                                    | 7,56<br>(estimada)                               | 111,5<br>(estimada)   | 842,94<br>(estimada)  | 90   | 60,69<br>(estimada)  | 75,86<br>(estimada)   |
| <b>Total con áreas nuevas<sup>4</sup></b> |                                 |                                       |  |   |   |  | <b>379,45</b>  | <b>474,14</b>         |

<sup>1</sup> El rendimiento estimado de corteza fresca a corteza seca fue del 50%.

<sup>2</sup> El valor de producción medio por hectárea se ha calculado de acuerdo a la frecuencia de clases diamétricas en cada área de extracción.

<sup>3</sup> Valores sin incluir las nuevas áreas potenciales de extracción.

<sup>4</sup> Valores incluyendo las nuevas áreas potenciales de extracción.

39. Para elaborar una propuesta final de cuota recomendada se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos de la situación actual:
40. Las exportaciones reportadas bajo la reglamentación CITES aparecen en 1998 y cesan en el periodo 1999-2002. Se estima que su comienzo fue en 1996 y que la extracción media anual ha sido de 199 t. La extracción ha sido casi en su totalidad en el Pico de Basilé, aunque en 1998 también se realizó en la parte baja de Moka.
41. En 2005 puede concluirse que, con un área de extracción limitada por la carretera y por la distancia de penetración (1,5 Km.), el aprovechamiento se concentra en árboles que ya han sido extraídos anteriormente. Esto se ha puesto de manifiesto en todos los transectos realizados en el Pico de Basilé, lo que indica que la extracción segunda (o incluso tercera en pies aislados) se mantiene de forma residual en zonas de fácil acceso habiéndose encontrado sólo algunos árboles aislados con primera extracción.
42. El problema principal de este segundo aprovechamiento es que se ha realizado sin el conocimiento de la distribución de las extracciones en las anteriores campañas, por lo que se ha recurrido a árboles con un mínimo de corteza regenerada sin tener en cuenta los años transcurridos desde la primera extracción. Lo anterior conduce a que se observen en campo árboles con una regeneración mínima de corteza ( $\leq 0,5$  cm.), que están siendo aprovechados de nuevo, con el consiguiente riesgo de provocar daños que pudieran elevar la mortalidad en un futuro, por lo que sería aconsejable dar una pausa para que la reposición de corteza se realice de forma adecuada.
43. En Abril de 2005 la extracción se realizaba en zonas nuevas con árboles intactos, en concreto en el Lago Biaó y, por tanto, hay existencias que pueden ser aprovechadas en una segunda extracción, aunque debe tenerse en cuenta que estas son muy limitadas. La zona localizada en el área de Monguibus es la nueva zona más accesible para los extractores. La zona baja de Moka es la que cuenta con más existencias, pero en muchos de los casos son árboles ya aprovechados y, por tanto, con un potencial productor menor y un mayor riesgo de mortalidad.
44. Con respecto a las dos nuevas áreas de extracción aunque no fueron visitadas y no hay trabajos previos sobre su potencial productor se puede inferir que se trataría de bosques afro-montanos de estructura similar a los de las zonas estudiadas de Basilé y, por tanto, con una densidad parecida de pies de *Prunus africana*. A la vista de los resultados obtenidos para la zona norte de Pico de Basilé, para las estimaciones realizadas se utilizaron los valores de densidad de 7,56 pies  $\text{ha}^{-1}$  y de producción por pie de 111,5 Kg. De esta forma se avanza una valoración sobre las nuevas áreas de extracción: Basilé Sur tendría una producción potencial anual de corteza seca con un turno de 10 años de 91,03 t.  $\text{año}^{-1}$  y de 113,79 t.  $\text{año}^{-1}$  con un turno de ocho años y Basilé Este produciría 60,69 t.  $\text{año}^{-1}$  en turno de 10 años y 75,86 t.  $\text{año}^{-1}$  en turno de 8 años. Sería de gran importancia el realizar los estudios pertinentes previos antes de comenzar las extracciones y aplicar desde el principio las premisas de un plan de gestión.
45. En resumen la producción potencial de corteza seca total, en una teórica situación de no aprovechamiento previo en las áreas actuales de extracción sería de 227,73 t.  $\text{año}^{-1}$  y con la incorporación de las dos nuevas zonas sería de 379,45 t.  $\text{año}^{-1}$  dejando un turno de saca de 10 años y de 284,49 t.  $\text{año}^{-1}$  en las zonas actuales y 474,14 t.  $\text{año}^{-1}$  con las nuevas zonas en un turno de 8 años.
46. Dada la situación actual de las diferentes zonas de extracción, a la hora de calcular la cuota anual total que se recomienda para 2006, se ha tenido en cuenta la necesidad de dar una pausa en la extracción en el Pico de Basilé para la reposición de corteza y también que en la zona baja de Moka y Lago Biaó ya se ha realizado una extracción, por lo que las existencias serán menores. En la Tabla 7 se realiza la comparación entre la producción potencial estimada de corteza (t. /año) en situación de no aprovechamiento según turnos de saca de 10 y 8 años y la cuota recomendada para 2006 tras el análisis de la situación en las áreas actuales de extracción y la de las áreas nuevas (ver Tabla 6).

**Tabla 7:** Producción potencial estimada de corteza (t/año) en situación de no aprovechamiento según turnos de saca de 10 y 8 años y cuota recomendada para 2006 tras el análisis de la situación en las áreas actuales de extracción y las de las áreas nuevas, según turno de saca de 10 y 8 años.

| Área de aprovechamiento       | Producción potencial estimada de corteza (t./año) en situación de no aprovechamiento según F (n° de años entre cosecha) |                      | Cuota recomendada (t./año) para 2006 tras el análisis de la situación en las áreas actuales de extracción y las áreas nuevas |  |
|-------------------------------|---|----------------------|--|--|
|                               | F = 10 años   | F = 8 años           | F = 10 años  | F = 8 años                                 |
| Áreas Actuales                | Áreas Actuales  | Áreas Actuales       | Áreas Actuales   | Áreas Actuales                             |
| Pico de Basilé<br>Zona alta   | 192,38  | 240,48               | 0<br>(descanso para reposición de corteza)   | 0<br>(descanso para reposición de corteza) |
| Pico de Basilé<br>Zona baja   | 24,74   | 30,93                | 0<br>(descanso para reposición de corteza)   | 0<br>(descanso para reposición de corteza) |
| Moka<br>Zona baja             | 8,16  | 10,02                | 4,08<br>(2ª extracción)  | 5,01<br>(2ª extracción)                    |
| Moka<br>Monguibus             | 1,30  | 1,62                 | 1,30<br>(sin extracción)   | 1,62<br>(sin extracción)                   |
| Moka<br>Lago Biaó             | 1,15  | 1,44                 | 0,58<br>(2ª extracción)  | 0,72<br>(2ª extracción)                    |
| <b>Total áreas actuales</b>   | <b>227,73</b>   | <b>284,49</b>        | <b>5,96</b>  | <b>7,35</b>                                |
| <b>Áreas nuevas</b>           | <b>Áreas nuevas</b>   | <b>Áreas nuevas</b>  | <b>Áreas nuevas</b>  | <b>Áreas nuevas</b>                        |
| Pico de Basilé-zona sur       | 91,03<br>(estimada)   | 113,79<br>(estimada) | 91,03<br>(estimada)  | 113,79<br>(estimada)                       |
| Pico de Basilé-zona este      | 60,69<br>(estimada)   | 75,86<br>(estimada)  | 60,69<br>(estimada)  | 75,86<br>(estimada)                        |
| <b>Total con áreas nuevas</b> | <b>379,45</b>   | <b>474,14</b>        | <b>157,68</b>  | <b>197</b>                                 |

47. La cuota anual máxima de corteza seca recomendada para 2006 con la incorporación de las nuevas zonas sería de 157,68 t. año<sup>-1</sup>, considerando un turno de saca de 10 años, y de 197 t. año<sup>-1</sup> si se establece un turno de 8 años. Se deberá realizar en años sucesivos un seguimiento de la evolución de la situación en las áreas ya extraídas y estudios previos en las áreas nuevas que permitan una planificación total de la extracción y las consiguientes propuestas sucesivas de las cuotas anuales dentro de un plan de gestión global.

#### Técnica de extracción

48. Es evidente que la técnica de extracción es uno de los aspectos que más cuidadosamente tienen que ser considerados. Las numerosas propuestas realizadas en Camerún, suponen un excelente punto de partida y parece que han permitido mejorar las condiciones de aprovechamiento en este país. No obstante, las observaciones realizadas a lo largo del trabajo de campo en Bioko y por los datos obtenidos en este estudio permiten reconsiderar algunos de los aspectos propuestos. A continuación se formulan las siguientes observaciones a tener en cuenta:

- La corteza debería ser extraída mediante machete, ya que parece que es la herramienta que mejor manejan los trabajadores, lo cual les permite un mejor control de los daños sobre el cambium. Debe abandonarse el uso de cualquier herramienta agresiva sobre el cambium.
- El corte debería empezar a una altura aproximada de 1 m sobre el nivel del suelo, y cuando el árbol tenga costillas inmediatamente por encima de las mismas).
- Se sugiere aumentar el diámetro mínimo de aprovechamiento a árboles de  $\geq 40$  cm. de DAP.
- La técnica de extracción de la corteza completa no parece que produzca mortalidades masivas en el arbolado (<6%), habiéndose constatado una gran capacidad de regeneración de la corteza. Por lo que no se considera muy operativo el sistema de extracción en cuartos y octavos, siendo una alternativa intermedia dejar una zona no extraída de aproximadamente el 20% del perímetro.

- e) Otra alternativa que podría ser recomendable es la extracción del 50 % de la corteza en cada "pela", dejando un periodo de rotación de 5 años entre cada extracción. En cualquier caso, este es un tema que debe ser discutido incluyendo la operatividad del sistema.
- f) Los árboles deberán ser marcados y su turno de aprovechamiento se sugiere sea establecido en 8 años.
- g) La segunda extracción debería quedar supeditada al estado de vigor del arbolado, no realizándose en árboles con un porcentaje de defoliación superior al 40%.
- h) Las labores de aprovechamiento deben ser suspendidas durante la época de lluvias ya que el riesgo de pudriciones es muy alto. Además existen aspectos prácticos de la extracción (accesibilidad, bienestar de los trabajadores, etc.) que no lo hacen aconsejable.
- i) Deberían dejarse árboles semilleros, no aprovechados, en las zonas de extracción. Se considera recomendable realizar una única extracción de 1 árbol de cada 10 ( $\geq 60$  cm.) y no aprovechar un árbol de cada 20 ( $\geq 60$  cm).

#### Referencias citadas

- Bonham, C. H. (1989). *Measurements for Terrestrial Vegetation*. John Wiley and Sons, New York. 338 pp.
- Cain, S. A. and Oliveira, C. G. M. (1959). *Manual of Vegetation Analysis*. Harper and Brothers, New York. 325 pp.
- Cunningham, A. B. and Mbenkum, F. T. (1993). Sustainability of Harvesting *Prunus africana* Bark in Cameroon: a Medicinal Plant in International Trade. *People and Plants Working Paper 2: 1-28*. UNESCO, Paris.
- Guinea, E. (1949). En el país de los Bubis. Relato ilustrado de mi primer viaje a Fernando Poo. Instituto de Estudios Africanos, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, España. 292 pp.
- Hall, J. B., O'Brien, E. M. and Sinclair, F. L., Eds. (2000). *Prunus africana: a Monograph*. School of Agricultural and Forest Sciences Publication Number 18. University of Wales, Bangor. 104 pp.
- Markham, B. L. and Barker, J. L. (1986). Landsat MSS and TM Post-Calibration Dynamic Ranges, Exoatmospheric Reflectances and At Satellite Temperatures. *EOSAT: Landsat Technical Notes 1: 3-5*.
- Monforte (2000). Informe interno de APRA. Aprovechamiento de corteza de *Prunus africana* en la Isla de Bioko.
- Ocaña, G. M. (1960). Factores que influyen la distribución de la vegetación en Fernando Poo. *Anales del Instituto de Estudios Africanos*, 55, 67-85.
- Ondigui, B. R. P. (2001). Sustainable Management of a Wild Plant Species for the Conservation of Montane Forest Ecosystems and the Welfare of Local Communities: A Case Study of *Prunus africana* in the Mount Cameroon Area. 9 pp. *In Sustainable Management of a Wild Plant Species*. Proceedings of the World Mountain Symposium. Interlaken, Switzerland.
- Sunderland, T. C. H. and Tako, C. T. (1999). The Exploitation of *Prunus africana* on the Island of Bioko, Equatorial Guinea. Report for the People and Plants Initiative. WWF-Germany and the IUCN/SSC Medicinal Plant Specialist Group.
- Tonye M., Ndam, N. and Bell, J. M. (2000). Medicinal Tree Needs Sustainability Cure. *Tropical Forest Update*, 10 (4): 16-17.

## Agradecimientos

Los autores del proyecto desean expresar su agradecimiento al Sr. Emilio Monerri<sup>†</sup> y a las siguientes personas e instituciones:

- Dr. Manuel María Calderón, Dr. Miguel Aymerich Huyghues y Dr. Borja Heredia Armada. Autoridad Científica CITES España.
- Dña. Teresa Zapatero, Dña. Mercedes Núñez Román, Dña. Mercedes Lasso Licerias y Dña. Rosa Tortajada Perrote. Autoridad Administrativa CITES de España.
- Dña. Beatriz Mañas, Natraceutical S. A.
- Dr. Mauricio Velayos. Herbario del Real Jardín Botánico de Madrid.
- Viceministra de Agricultura y Bosques: Dña. Pelagia Abeso Tomo.
- Ministro de Pesca y Medio Ambiente: D. Fortunato Ofa Mbo Nchama.
- Director General de Pesca y Medio Ambiente: D. Santiago Engonga.
- Director General de APRA en Guinea: D. Giovanni Bandini.
- Personal de APRA: D. José Luis Capote, D. Isafías Enoko y D. Pedro Bopa.
- Alcalde de Moka: D. Gabino Siloche.
- Técnicos de los Ministerios de Agricultura y Bosques y de Pesca y Medio Ambiente: D. José Luís D. Massoko Elonga, D. Pelagio Mangué Mbomio y D. Ramón Willy Tomos.

A la luz de los resultados del presente proyecto piloto, se solicita la aprobación del Comité de Flora de las siguientes recomendaciones:

A nivel internacional: Medidas dirigidas a organismos internacionales y países e industrias involucrados en la importación, exportación y comercio de productos derivados de la corteza de *Prunus africana*.

1. Impulsar de forma efectiva la puesta en marcha de planes de gestión en los países del área de distribución.
2. Promover de forma coordinada estudios completos sobre las poblaciones de *Prunus africana* a lo largo de todo su rango de distribución.
3. Impulsar proyectos de cooperación internacional que promuevan el uso de *Prunus africana* en sistemas agroforestales y plantaciones, utilizando la diversidad genética adecuada y optimizando las técnicas de propagación y cultivo agroforestal.
4. Coordinar la metodología de evaluación de producción de *Prunus africana* en ecosistemas naturales utilizada en Bioko con otras propuestas metodológicas utilizadas en CITES.
5. Velar por la calidad de los estudios y seguimiento de los planes de gestión de la especie

A nivel nacional: dirigidas al Gobierno de República de Guinea Ecuatorial.

1. Definición, puesta en marcha y aplicación del Plan de Gestión de *Prunus africana*
2. Impulsar el uso de *Prunus africana* en sistemas agroforestales y plantaciones, utilizando la diversidad genética adecuada y optimizando las técnicas de propagación y cultivo agroforestal, especialmente en la zona de Moka.
3. Establecimiento de plantaciones de *Prunus africana* con un período estimado de 12 años para alcanzar la fase de aprovechamiento, lo que permitiría en un futuro eliminar la presión de los bosques naturales y mantener el aprovechamiento sostenible de la especie.
4. Designación de un técnico que, en coordinación con los responsables de la extracción, vele por las buenas prácticas
5. Debe implantarse un cupo anual de 197 t año<sup>-1</sup> en 2006 y un turno de saca de 8 años.
6. Dicho cupo se debe evaluar científicamente, revisándolo cada año.
7. No se debe permitir que más de una empresa extractora opere en la zona.

A nivel local: Medidas dirigidas a la población local encargada de la extracción de corteza que deberían ser tomadas en acuerdo con la empresa exportadora:

1. Los extractores de corteza deberían recibir la formación adecuada previa en cuanto a las técnicas de extracción que no dañen al árbol y contar con las herramientas adecuadas para llevar a cabo sus trabajos.
2. Al menos un operario debe estar libre de la extracción de corteza y encargarse de la supervisión y revisión de las buenas prácticas de aprovechamiento.
3. Se debe fomentar que los operarios realicen la extracción en función de la calidad de ésta y no de la cantidad de corteza extraída..