



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-255

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Germinación de tres especies arbóreas Africanas (*Boswellia papyrifera*, *Acacia Senegal* y *Acacia seyal*) bajo condiciones de sequía

KASSA AMELEWORK, BRAVO FELIPE, ALÍA RICARDO, TADESSE WUBALEM

¹Unidad Mixta UVa-INIA 'Gestión Forestal Sostenible

²Universidad de Valladolid, Departamento de Producción Vegetal y Recursos forestales, Palencia

³Instituto Nacional de Investigación y Tecnología y Alimentaría. Mejora Genética Forestal. Ctra. A Coruña, Km. 7,5. 28040 Madrid. España

⁴Ethiopian Institute of Agricultural Research, P.O.Box 2003, Addis Ababa, Ethiopia.

Resumen

Etiopía es uno de los países que tiene varias especies de *Acacia*, *Boswellia* y *Commiphora* que se encuentran distribuidas en zonas áridas y son productoras de goma arábiga, resina y mirra respectivamente, que se usan en las industrias alimentarias, farmacéuticas, cosméticos, detergentes, textiles etc. En este trabajo se estudia la tasa y el patrón de germinación de *Boswellia papyrifera*, *Acacia senegal* y *Acacia seyal* bajo diferentes condiciones de estrés hídrico. Las semillas utilizadas proceden de rodales naturales del norte y este de Etiopía y fueron sometidas durante 45 días a un ensayo con cuatro niveles de potencial hídrico (0, -4, -8 y -12 bares) alcanzado mediante diferentes concentraciones de Polietilenglicol 6000. El ensayo se realizó a temperatura constante (30 °C) y con foto período de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. La correlación de las variables morfológicas de las especies de *Acacias* son las mismas que las variables de la especie de *Boswellia*, también se pudo comprobar que el estrés hídrico influye en la germinación. Los resultados servirán para orientar los trabajos de regeneración forestal en Etiopía bajo las previsibles condiciones climáticas futuras

Palabra clave

Acacia, *Boswellia*, Etiopía, sequía, germinación

1. INTRODUCCIÓN

La deforestación y sus consecuencias son problemas muy graves en los países del tercer mundo, ya que la economía de estos países se basa en la agricultura. Los productos forestales no maderables desempeñan un papel muy importante tanto en la vida cotidiana como en la economía de varios países del este de África. Uno de ellos es Etiopía que se encuentra al noreste del ecuador, en el Este de África. Limita al Norte con Eritrea, al Sur con Kenia, al Este con Somalia y Djibouti, y al Oeste con Sudán. Etiopía ocupa la mayor parte del cuerno de África, y se encuentra ubicada entre 3° y 5° N de latitud y 33° y 48° de altitud, con una superficie de 1.104.300 km². Por su área ocupa el cuarto puesto en superficie de África, y el 21 del mundo.

La población de Etiopía supera los 80 millones, y aumenta cada año en un 2,5%. Es el país más poblado en la región de África sub-Sahariana y el segundo de África. El 85% de la población Etíope y el 50% del producto interior bruto (PIB) del país proviene de la agricultura, (MENGISTU, 2002).

Etiopía tiene un gran rango de altitudes desde <100 m bnm hasta >4500 m snm (SPONG, 2008). Arbitrariamente, el límite para clasificar y diferenciar las tierras altas de las bajas es de 1500 m snm y estas dos zonas presentan grandes diferencias ambientales y sociales (SPONG, 2008). La precipitación anual en las tierras altas varía entre 800-2200 mm, y en las tierras bajas, desde 200 mm hasta 800 mm. En la mayor parte del territorio, las épocas secas se



extienden entre Octubre y Enero, y las épocas de lluvia entre Junio y Septiembre, pero algunas zonas tienen un corto período de lluvias entre Febrero y Mayo (SPONG, 2008). Las condiciones de temperaturas son influenciadas por la altitud, latitud, humedad y viento (TEKETAY. & BEKELE 2002). La temperatura media de las tierras altas es de 16 °C y la de las tierras bajas es de 31 °C.

La información de los bosques y recursos forestales en Etiopía es muy limitada, lo que se considera el principal impedimento para planificar e implementar una gestión forestal adecuada (THOMAS & BEKELE, 2002). Al comienzo de los años cincuenta los bosques cubrían el 16% de la superficie total del país y en 2000 tan sólo el 4,2%, lo que implica 0.1 hectáreas por habitante (una de las proporciones más bajas de toda África). En el año 2002 las plantaciones forestales ocupaban una superficie de 216.000 ha, el 0,2% del área total (THOMAS. & BEKELE). La deforestación va en aumento y se calcula que cada año se pierden 40.000 ha de cubierta forestal (el 0,8%). La pérdida de suelo debido a la deforestación y actividades agrícolas se han estimado en más de 1.9 hasta 3.5 billones de toneladas al año (100 toneladas/hectáreas/año) (FOREST RESERCH DIRECTORATE, 2000, 2000; MENGISTU 2002). Como consecuencia, la capacidad productiva de las tierras altas disminuye anualmente un 1-2 % (FOREST RESERCH DIRECTORATE, 2000., 2000). La principal causa de deforestación es la gran tasa de crecimiento demográfico, y por tanto la gran demanda de tierras para el cultivo y pastos, así como de madera para la construcción, utensilios agrícolas, leñas y combustible entre otros usos. Junto a esto, la dificultad de aplicar las leyes agravan la situación de la deforestación., con implicaciones en la pérdida de recursos naturales y genéticos. Aunque no hay datos concretos, se cree que algunas especies podrían estar en peligro de extinción.

Los productos forestales no maderables como la resina, el incienso, la mirra, las gomas arábicas y la goma talha aportan del 1 al 1,5% del PIB del país (TADESSE *et al* 2002). Etiopía tiene más de 60 especies productoras de gomas y resinas naturales, de los géneros *Acacia*, *Boswellia* y *Commiphora*. Estas especies se encuentran distribuidas en las regiones áridas del territorio y el área total cubierta por ellas se estima en 2,9 millones de hectáreas en todo el país.

El género *Boswellia* incluye las especies más productoras de incienso, y en concreto a la especie *Boswellia papyrifera*, que se encuentra distribuida en lugares de altas pendientes y zonas rocosas. Esta especie se encuentra con abundancia en la parte noroeste del país, en las regiones de Tigray y Amhara (en Abergele y Metema) con una producción potencial de 300.000 toneladas métricas (TADESSE *et al.*, 2007).

El género *Acacia* presenta las especies más productoras de goma arábica, encontrándose en las regiones secas, áridas y semiáridas del país. Además, el género *Acacia* se utiliza en restauración ecológica, pues otras especies pueden establecerse bajo su dosel, funcionando como especie nodriza. Las especies de *Acacias* presentan una alta capacidad adaptativa a condiciones ambientales erráticas y de baja precipitación, así como a una intensa radiación solar y fuertes vientos. La resina que se obtiene de *Acacia seyal* se usa en la preparación de medicinas, bebidas y licores, cosméticos, detergentes, cremas y perfumerías, pinturas y adhesivos. La goma arábica que se obtiene de la especie *Acacia senegal* se usa como estabilizador en las industrias alimentarias; y en las industrias farmacéuticas, imprentas y textiles (LEMENIH *et al* 2004; TADESSE *et al.*, 2007). La madera de estas especies son muy apreciadas por las poblaciones rurales, para obtener leñas y carbón vegetal, lo que hace que las especies puedan estar en peligro de extinción. Las características de las tres especies se resumen en la tabla 1.

Tabla 1 Características de las especies estudiadas

Tipo	Hábitat (SNM)/ Ecología	Distribución	Propagación	Usos
<i>Acacia Senegal</i>				
Árbol/ Arbusto 10 – 15m	500 – 1700m 500 1000mm/año Resistente a la Sequía	Senegal-Mar rojo y Éste – Sur de África	Semilla y regeneración natural. 18000sem/Kg.	Goma, medicina, Palatable, leña, Carbón vegetal, Fertilidad de suelo
<i>Acacia seyal</i>				
Árbol hasta 9m	0 – 2100m 250-1000mm/año 22-30C° Resistente a la Sequía De crecimiento rápido	Senegal – Sudan y Egipto, Somalia – Mozambique	Semilla y regeneración natural. 22000sem/Kg.	Menor calidad de goma, medicina, Palatable, leña, Carbono vegetal, Fertilidad de suelo
<i>Boswellia papyrifera</i>				
Árbol hasta 12m	950-1800m, Resistente a la Sequía Pendientes altas	Etiopía-Nigeria- Camerún- Chad- Sudan-Uganda- Eritrea	Semillas y estacas de tallo	Menor calidad de goma, medicina, Palatable, leña, Carbono vegetal, Fertilidad de suelo

A pesar de la importancia social y económica de estas tres especies (*Boswellia papyrifera*, *Acacia seyal* y *Acacia senegal*), su uso en programas de reforestación o en programas de regeneración se ve limitado por la dificultad para obtener plantas de calidad (relacionados con la germinación, métodos de cultivo en vivero, etc.) y por dificultades en el proceso de instalación y crecimiento de las plantaciones en campo, lo que podría ocasionar que estas especies se encuentre en peligro de extinción en un futuro próximo.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. Comprobar la influencia de la disponibilidad de agua en la germinación de las tres especies.
2. Evaluar la correlación existente en las variables morfológicas de las semillas en las tres especies.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Especies estudiadas

Se han estudiado tres especies productoras de gomas naturales: *Boswellia papyrifera*, *Acacia seyal* y *Acacia Senegal*, características de zonas áridas y semiáridas. Las semillas fueron facilitadas por el Centro de Investigación Forestal de Etiopía y fueron conservadas en cámara fría hasta el momento en el que se inició el experimento. Las características geográficas de los sitios donde se recogieron las semillas se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Características geográficas de las zonas de procedencia de las semillas

Especie	Zona	Coordenadas Geográficas	Altitud (m.s.n.m.)	P anual (mm)	T media, max. y min (°C)
<i>B. papyrifera</i>	Abergele	13°15'N-38°42'E	1400	650	33
<i>Acacia seyal</i>	Shala	7°32'N-38°40'E	1749	500-600	13.8 y 28
<i>Acacia Senegal</i>	Langanó	7°26'N-38°47'E	1620	600	13.8 y 28

Las semillas de *A. senegal* y *A. seyal* son originarias de la región suroeste de Etiopía (Langanó y Shala) en la región Este de Shewa en Etiopía, y que se clasifica como zona semiárida. La vegetación de estas zonas se caracteriza por presentar abundantes especies leguminosas, principalmente la especie *Acacia seyal*, *Acacia senegal* y *Acacia tortolis*, *Dichrostachys cinerea*, *Balanitis aegyptica* y otros arbustos importantes, así como herbáceas. La precipitación media de la zona es de 600 mm y las temperaturas medias de las máximas y mínimas son de 28 y 13.8°C (ERIKSSON *et al* 2002). Las semillas de *B. papyrifera* fueron obtenidas de Abergele (Tigray), que es una de las regiones más importantes en la producción de incienso de *B. Papyrifera*.

Procedimientos de laboratorio

Morfología de las semillas

Para estudiar los aspectos morfológicos de las semillas, se midieron 200 semillas de cada especie mediante el programa UTHSCSA Image Tools (que se encuentra disponible en <http://ddsdx.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>). Se analizaron cinco variables morfológicas (Área, Perímetro, Longitud, Anchura y Elongación, (ratio entre la longitud y la anchura) de las semillas).

Germinación

De cada una de las especies estudiadas se seleccionaron 400 semillas. Todas las semillas fueron desinfectadas siguiendo una metodología de desinfección (VILLAMEDINA *et al* 2007) el procedimiento descrito en la tabla 3. Las semillas de la especie *Acacia seyal* fueron sometida a pretratamiento de germinación con agua hervida durante 24 horas (AREF, 2000)

Tabla 3: Tratamiento para la desinfección de semillas

Tratamiento	Tiempo (min)
Alcohol 70%	2
H ₂ O destilada y estéril	5
2ml hipoclorito cálcico	10
H ₂ O destilada y estéril 3 veces	5

Para simular el estrés hídrico, las semillas fueron puestas a germinar con diferentes concentraciones de Polietilenglicol 6000. Se ensayaron cuatro niveles de potencial hídrico (0 ó control, -4, -8 y -12 bares). Se siguió la metodología propuesta por MICHEL & KAUFMANN (1973) y modificada por MICHEL (1983) de acuerdo con la ecuación:

$$[PEG] = \frac{4 - \sqrt{5,16\psi T - 560\psi + 16}}{2,58T - 280} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Donde,

[PEG]: gramos de Polietilenglicol 6000 por cada gramo de agua

ψ : Potencial hídrico en bares

T: Temperatura en grados Celsius

Para cada combinación de tratamiento y especie se utilizaron 100 semillas distribuidas en cuatro placas Petri de 10 cm de diámetro con 25 semillas cada una, sobre papel de filtro. Cada cuatro días se cambió la solución y el papel de filtro para mantener el potencial hídrico constante durante todo el experimento y evitar procesos de hiper concentración, según FALLERI (1994). Las placas se situaron al azar dentro de una cámara germinadora y el ensayo duró 45 días. Las condiciones para el ensayo de germinación fueron de 30 °C de temperatura y 80 % de humedad relativa constante, y un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. La evaluación de la germinación se realizó diariamente. Se consideró que una semilla había germinado cuando la radícula emergió al menos 1 mm del tegumento (COME, 1970). Todas las semillas no germinadas al final del experimento fueron sometidas a un ensayo de viabilidad de tetrazolio (2,3,5-Triphenyl-2H-Tetrazolium ChloridePB al 1%).

Análisis de datos

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre las distintas variables morfológicas de las semillas.

Para el porcentaje de germinación al final a los 45 días, se realizó un análisis de varianza según un modelo factorial:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_j + \delta_l + \beta\delta_{jl} + \varepsilon_{jl} \quad [\text{Ec. 2}]$$

Donde,

Y_{ijkl} : Porcentaje de semillas germinadas de la especie l bajo el tratamiento de estrés hídrico j.

μ : Efecto de la media general

β_j : Efecto del estrés hídrico (j=1 a 4)

δ_l : Efecto de la especie (l=1 a 3)

$\varepsilon_{jk} \rightarrow N(0, \sigma_j^2)$

Las diferencias que se revelaron significativas, entre los factores individuales, fueron analizadas mediante el test de Tukey-Kramer. Además se analizó gráficamente la interacción entre la especie y el estrés hídrico. El análisis se realizó con los procedimientos CORR y GLM de SAS (SAS Institute Inc, 2004).

4. RESULTADOS

Morfología de las semillas

Las características morfológicas medidas para las semillas de las tres especies estudiadas se pueden observar en la tabla 4.

Tabla 4 Características morfológicas estudiadas de las semillas de Acacia senegal, Acacia seyal y Boswellia papyrifera (n=200 semillas de cada especie)

		Especie		
		<i>Acacia senegal</i>	<i>Acacia seyal</i>	<i>Boswellia papyrifera</i>
Área (mm)	Med ± std	53,12 ± 10,67	22,4 ± 4,51	20,49 ± 4,94
	Minimo - Maximo	30,00 - 80,13	12,40 - 34,80	8,14 - 38,43
Perímetro (mm)	Med ± std	27,58 ± 2,93	18,38 ± 1,86	20,35 ± 2,99
	Minimo - Maximo	20,53 - 34,87	13,65 - 22,93	14,84 - 32,07
Long.(mm)	Med ± std	8,76 ± 0,95	6,77 ± 0,77	6,77 ± 1,1
	Minimo - Maximo	6,70 - 10,83	4,80 - 8,90	4,00 - 10,04
Ancho (mm)	Med ± std	7,67 ± 0,82	4,01 ± 0,49	4,83 ± 0,72
	Minimo - Maximo	5,29 - 9,68	2,73 - 5,29	3,00 - 6,90
Elongación (mm)	Med ± std	1,14 ± 0,07	1,69 ± 0,18	1,42 ± 0,25
	Minimo - Maximo	1,02 - 1,46	1,18 - 2,16	1,01 - 2,36
Peso (g)		8,62	5,18	1,26

El análisis de correlación entre las variables morfológicas indica que para las tres especies todas las variables están altamente correlacionadas, excepto para el área y perímetro con la elongación (Tabla 5).

Tabla 5 Correlación de las variables de las semillas de las tres especies estudiadas Acacia senegal (sobre la diagonal) / Acacia seyal (bajo la diagonal)

	Área	Perímetro	Largo	Ancho	Elongación
Área		0.947 <,0001	0.948 <,0001	0.931 <,0001	0.051 ns
Perímetro	0.970 <,0001		0.928 <,0001	0.881 <,0001	0.100 ns
Largo	0.884 <,0001	0.939 <,0001		0.812 <,0001	0.329 <,0001
Ancho	0.865 <,0001	0.769 <,0001	0.564 <,0001		-0.279 <,0001
Elongación	-0.102 ns	0.059 ns	0.347 <,0001	-0.569 <,0001	
<i>Boswellia papyrifera</i>					
Área					
Perímetro	0.980 <,0001				
Largo	0.963 <,0001	0.987 <,0001			
Ancho	0.971 <,0001	0.966 <,0001	0.932 <,0001		
Elongación	-0.051 ns	0.022 ns	0.140 0.0410	-0.199 0.0036	



Germinación

El análisis de la germinación muestra que existen diferencias significativas entre las tres especies, así como entre el potencial hídrico (o sequía) y la interacción entre estos dos factores (Tabla 6). El porcentaje de germinación de *Acacia senegal* fue mayor (66.25 %) que el porcentaje de germinación de *Acacia seyal* (36.25 %). *Boswellia papyrifera* no germinó (el porcentaje de germinación medio fue de 0 %) y por tanto fue excluida del análisis. El test de viabilidad aplicado a las semillas no germinadas demostró que en *Acacia senegal* las semillas que no germinaron no eran viables al final del ensayo, mientras que en el caso de las otras dos especies, todas las semillas fueron viables. El tiempo necesario para que germinasen el 50% de las semillas no cambió con los tratamientos de estrés hídrico. Así, en *Acacia senegal* este valor es de 2 días para el tratamiento control, y de 2.5 días para el estrés más severo (-12 Mpa). En *Acacia seyal*, estos valores son similares, de 2.75 días para el tratamiento control y de 3.25 para el resto de tratamientos.

Tabla 6: Análisis de la varianza del efecto de la especie y el potencial hídrico sobre la germinación

Factor	gl	Suma de cuadrados	F	p-valor
MODELO	7	17230,00	11,19	<0,0001
Especie	1	7200,00	32,73	<0,0001
Stress Hídrico	3	7882,00	11,94	<0,0001
Interacción	3	2148,00	3,25	0,0392
ERROR	24	22510,00		

El test de Tukey-Kramer reveló que existen diferencias significativas entre los niveles extremos de tratamientos hídricos, la respuesta de la tasa de germinación frente al estrés hídrico muestra que el tratamiento testigo (0 MPa) dio como resultado la mayor tasa de germinación (71,50%), mientras que el tratamiento más intenso (-12 MPa), resultó en la tasa de germinación más baja (30,50%). Los tratamientos intermedios (-4 y -8 MPa) y mostraron una respuesta intermedia entre los dos tratamientos extremos (60,00 % y 43,00 % respectivamente). No existen diferencias entre los tratamientos más intensos (-12 y -8 MPa) ni entre los niveles de sequía más bajos (-4 y 0 MPa), Tampoco se han detectado diferencias significativas entre los tratamientos intermedios (-8 y -4 MPa). Los resultados para cada una de las especies y tratamiento se muestran en la Figura 1.

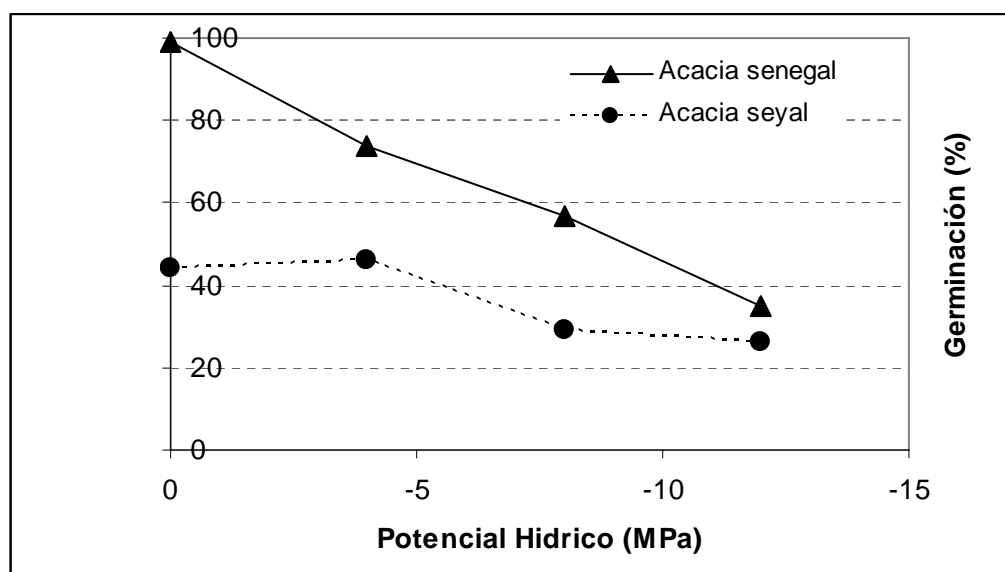


Figura 1. Porcentaje de semillas germinadas para cada especie y tratamiento

DISCUSIÓN

El resultado de la morfología de las semillas nos indica que existe una correlación entre las variables de tamaño de las tres especies.

A pesar de la viabilidad de las semillas, nos encontramos una gran diferencia en la germinación de las tres especies, que en el caso de *Boswellia* no llega a germinar durante toda la duración del ensayo. El porcentaje de germinación de la especie *Acacia senegal* es más alto para la especie de *Acacia seyal* y esto puede ser debido a la cubierta muy dura de esta última especie y que concuerda con los resultados obtenidos por ZIDA (2007).

El menor porcentaje de germinación de *Acacia seyal* (y probablemente de *Boswellia papyrifera*) en condiciones de no-estrés, puede ser debido a la existencia de un tipo de dormición, lo que concuerda con los estudios realizados por GEBRAKIRSTOS *et al.*, (2006).

En las dos especies se observa una disminución de la germinación al aumentar el nivel de estrés hídrico, mucho más acusado en el caso de *Acacia senegal* (reducción del 64.6% en la germinación en el tratamiento a -12 Mpa respecto al control) que en el de *Acacia seyal* (reducción del 40.9% respecto del control). Esto podría estar relacionado con una mayor tolerancia a la sequía en esta última especie, aunque no se relaciona con la precipitación en los lugares de origen en estas especies que son similares.

CONCLUSIONES

1. Podemos concluir que el estrés hídrico influye negativamente en la germinación de las especies de *Acacia*, aunque no es un factor limitante.
2. La nula germinación obtenida con *Boswellia papyrifera* obliga a un estudio más detallado, para analizar la influencia de dormición secundaria inducidas, u otros factores intrínsecos que puedan suponer una amenaza para la especie.
3. Estudiar el desarrollo inicial de las plántulas de estas especies para la posible prevención de la extinción.

AGRADECIMIENTOS

A la Agencia Española de Cooperación Internacional que financió este trabajo mediante una beca concedida a la primera autora el trabajo para la realización de su tesis doctoral.

BIBLIOGRAFÍA

- COME D., 1970. Les obstacles á la germination. Masson. Pris. DE-LUCAS, AL, ROBLEDO-ARNUNCIÓ, JJ, HIDALGO, E., GONZÁLEZ-MARTINEZ, SC 2008, Mating system and pollen gene flow in Mediterranean maritime Pine. *Heredity* 100, 390-399.
- ERIKSSON I., TEKETAY D., GRANSTROM A., 2002. Response of plant communities to fire in an Acacia woodland and dry Afromountane forest. *Southern Ethiopia. Forest Ecology and Management*, 177, 39-50.
- FALLERI E., 1994. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. *Seed Science and Technology* 22, 591-599
- FORESTRY RESEARCH DIRECTORATE. EARO. 2000. Forestry Research Strategic Plan (Internal document). Addis Ababa. Ethiopia.
- GEBREKIRSTOS A., TEKETAY D., FETENE M., MITLÖHNER R., 2006. Adaptation of five co-occurring tree and shrub species to water stress and its implication in restoration of degraded lands. *Forest ecology and Management*. 229, 259-267.
- LEMENIH M., ABEBE T., OLSSON M., 2004. Gum and resin resources from some *Acacia*, *Boswellia* and *Commiphora* species and their economic contributions in Liban. South-east Ethiopia. *Journal of Arid Environments*. 55, 465-482.
- MENGISTU K., 2002. Tropical secondary forest management in Africa. Reality and perspectives. FAO-ICRAF-CIFOR. Workshop on Tropical Secondary Forest Management in Africa. Nairobi. 9-13 December 2002.
- MICHEL B. E.; 1983. Evaluation of the water potential of solutions of Glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes, *Plant Physiology*. 72, 66-70.
- MICHEL B.E., KAUFMANN M.R. 1973. The osmotic potential of Polyethylene Glycol 6000. *Plant Physiology*. 51, 914-916.
- SAS Institute Inc., 2004. SAS/STAT(R) 9.1. Users guide. SAS Institute Inc., Cary N.C.
- SPONG B.D, 2008. A Decision Framework for the implementation of appropriate jogging practices in development Countries: Case Study-Ethiopia. PhD-Thesis Oregon State University.
- TADESSE W., TEKETAY D., LEMENEH M., FITIWI G., 2002. Review and Synthesis on the State of Knowledge of *Boswellia* Species and Commercialization of Frankincense in the Dry lands of Eastern Africa. Country Report for Ethiopia.
- TADESSE W., GETACHEW D., ALÍA R., 2007. Natural gum and resin bearing species of Ethiopia and their potential applications. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*. 16(3), 211-221.
- TEKETAY D., BEKELE T., 2002. Indicators and Tools for Restoration and Sustainable Management of Forests in East Africa. State of Forest and Forestry Research in Ethiopia.
- THOMAS I., BEKELE M., 2002. Role of planted forests and trees outsider forests in sustainable forest Management. Federal Democratic Republic of Ethiopia. Country Study Report. Executive Summary. FAO-Government of the Federal Democratic Republic of Ethiopia.

- VILLAMEDINA I., PEDRANZANI H., E; SIERRA DE GRADO R., 2007. Respuesta clonal al cultivo in Vitro en *Populus x canescens*(Ait) Sm. Con fines de conservación. VII Reunión de la Sociedad de cultivo in Vitro de Tejidos Vegetales. Alcalá de Henares, Madrid.
- ZIDA D., 2007. Impact of Forest Management Regimes on Ligneous Regeneration in the Sudanian Savanna of Burkina Faso. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences.

