

Analysis of the Normalized Differential Vegetation Index (NDVI) for the Detection of Forest Degradation Coverage in México

Carmen Meneses Tovar
Gerencia de Inventario Forestal y Geomática
cmeneeses@conafor.gob.mx

Technical Meeting of Forest Degradation. Roma
8 - 10 September 2009

GOBIERNO FEDERAL
SEMARNAT

EXPO FORESTAL 2009

Vivir Mejor

Objetivo

- Show the yearly trend of the forest coverage changes in the country
- Find relations between forest coverage status and the Normalized Differential Vegetation Index (NDVI) estimated from satellite imagery
- Detect forest degradation through NDVI changes.

Study area:
México 1.956.612 km²
Sensor: MODIS 250 m

GOBIERNO FEDERAL
SEMARNAT

EXPO FORESTAL 2009

Vivir Mejor

Goal and Vision of the project

Goal

- Generate a database annually comparable, measurable and repeatable
- The methodology must be easy, accuracy and completeness
- Generate answers to:
 - Where are changes occurring?
 - Which are the ecosystem affected?
- Generate a GIS compatible with the standards of the government (SEMARNAT, E-GOBIERNO).

Vision

- Helping the different levels of the government to take any action required.
- Helping to estimate the degradation causes and revert the process in order to benefit the communities that depend on the forest to survive.
- Guarantee the permanence of the forest resources for future generations

GOBIERNO FEDERAL
SEMARNAT

EXPO FORESTAL 2009

Vivir Mejor

Definitions: Understanding the Mexican condition

"Primary vegetation" vegetation that preserves, in large part, its condition of density, coverage, and number of species, from its original, primary, ecosystem and from that represented in the cartography of Use of the Ground and Vegetation from INEGI at a scale of 1:250,000. (INEGI, 2004)

TEMPERATE FOREST ✓ Pine (Pino) ✓ Oak (Quercus) ✓ Sacred fir (Abies u Oyamel) ✓ Cupressus (Cedro) ✓ Douglas fir (Ayarín) ✓ Mixed: Pine-oak and Oak-pine ✓ Mesophilus	TROPICAL FOREST (JUNGLE) ✓ High (perennial - deciduous) ✓ Medium (perennial - deciduous) ✓ Low (perennial - deciduous) ✓ ARD AND SEMIARD AND OTHER ✓ Chaparral ✓ Mesquite ✓ Shrubs ✓ Wetland, mangroves, palm
---	--

"Secondary vegetation" vegetation present where it has substituted totally or partially for the original (primary) vegetation as a result of some changes in the use of the ground or because of natural causes or where there is evidence of recovery of the vegetation community in some of the successional stages of vegetation ("trees", "bushes or shrubs" and "herbaceous"). (INEGI, 2004)

GOBIERNO FEDERAL
SEMARNAT

EXPO FORESTAL 2009

Vivir Mejor

Concepts

Deforestation or Loss of forest: permanent change in the forest coverage to land use.

- The loss of primary vegetation (e.g. BP → ZU)
- The loss of primary vegetation with secondary trees vegetation (BPVSA → IAF)

Degradation or alteration of the forest condition: indicates a change or degradation in the coverage without necessarily a loss from its original condition, but a negative change to a structure that diminishes its capacity to generate service and products and can be considered a loss of biodiversity or a decrease in biomass.

- primary vegetation that changes to secondary vegetation
- secondary vegetation that converts to inferior states for example from trees to bushes or trees to herbals

Recovery process: is the natural expansion of forest into areas where the land had been in use.

GOBIERNO FEDERAL
SEMARNAT

EXPO FORESTAL 2009

Vivir Mejor

Input Data: Forest National Inventory 2004 – 2007 and updating INF 2009 - 2014

<http://www.conafor.gob.mx/inf>

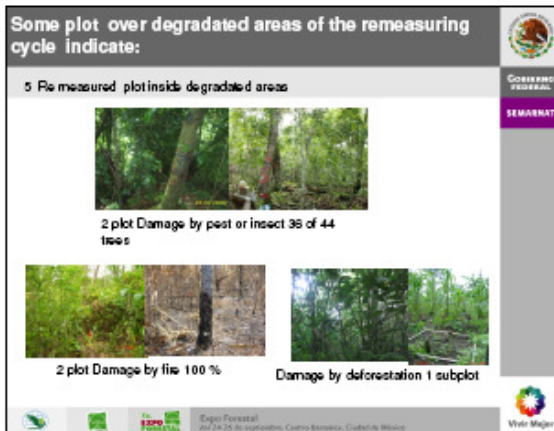
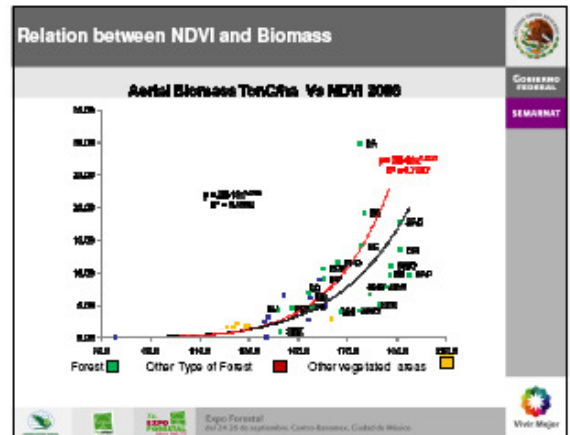
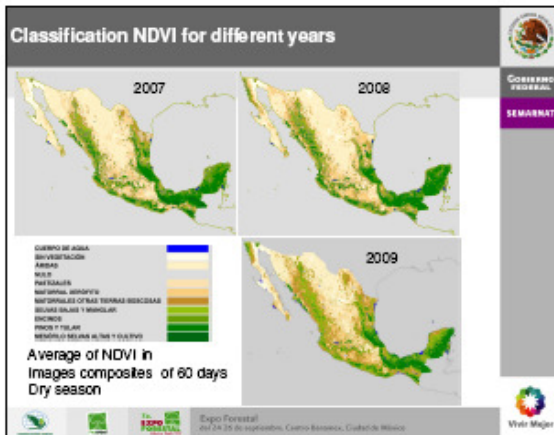
Variables:

- Trees: 39
- Seedling and bushes strata: 23
- Herbaceous strata: 20
- Soil: 10
- General and ecological information: 80

GOBIERNO FEDERAL
SEMARNAT

EXPO FORESTAL 2009

Vivir Mejor



Discussion

Limitation about images:

- ✓ Anisotropic illumination considerations
- ✓ Atmospheric effect considerations
- ✓ Presence of clouds and cloud shadows.
- ✓ Noise from the reflectance of vegetated ground
- ✓ Effect of treatment of the data or of saturation on NDVI
- ✓ Phenological aspects of the vegetation.

Limitation by Biomass estimation

- ✓ There is not equation for arid and semi-arid areas, wetland or jungles
- ✓ Trees below 7.5 cm DBH
- ✓ Seedling
- ✓ Fallen leaves
- ✓ Fuel
- ✓ Stumps
- ✓ Standing dead
- ✓ Branches

Gobierno Forestal
 SEMARNAT
 Expo-Forestal
 del 24 al 26 de septiembre, Centro Bursátil, Ciudad de México
 Water-Mejor

Opportunity areas in degradation indicators

Plot level volume increment based on re-measured sites

- ✓ In 2008 about 2,000 plots re-measured (e.g. DBH, Height)
- ✓ In 2009 there will be 4,500 plots re-measured

We can explore others data base information.

- ✓ Lichen and moss
- ✓ Number of species
- ✓ Damage condition
- ✓ Soil information
- ✓ Fuel
- ✓ Covert
- ✓ Stump
- ✓ Standing dead

Forest stand dynamics

- ✓ Growth rate
- ✓ Mortality rate
- ✓ Harvesting rate

Gobierno Forestal
 SEMARNAT
 Expo-Forestal
 del 24 al 26 de septiembre, Centro Bursátil, Ciudad de México
 Water-Mejor


Thanks for your attention

Published
www.cnf.gob.mx/emapas

More information
 Carmen Lourdes Meneses Tovar
cmeneses@consfor.gob.mx

Gobierno Forestal
 SEMARNAT
 Expo-Forestal
 del 24 al 26 de septiembre, Centro Bursátil, Ciudad de México
 Water-Mejor

FOREST DEGRADATION IN NEPAL: REVIEW OF DATA AND METHODS



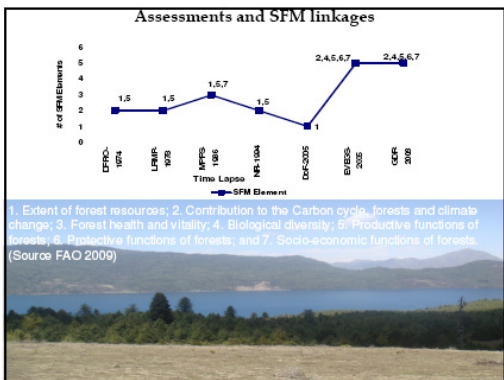
**K.P Acharya, DFRS
R.B. Dangji, DoF
Presented at FAO, Rome on 8th Sept, 2009**

Why assessment of forest degradation is important ?

- Improve resilience of ecosystem
- Improve supply potential
- Climate change mitigation and adaptation
- Improve Ecosystem Integrity
- Livelihoods improvements



Photo: WWF/Nepal, 2008



Assessment Methodology

Study	Degradation criteria	Indicators	Methods
1. FSRO	• Stocking class (Crown cover <10 % as a non forest area), and • density class	• 10-39 % Crown closure and • or 100-399 reproduction size tree/ha)	<ul style="list-style-type: none"> • Visual interpretation of aerial photographs • 1:12000 to 1:60,000 aerial photographs • Dot counting • Field inventory in commercial forest • Stumps recorded with species & size
	Scrub and shrub	Lands with unmerchantable tree and shrub species growing in bush-like clumps.	
	Encroached forest	Lands 10 % or more covered by tree crown and containing commercial timbers but currently being cultivated, unlikely to remain as forests	

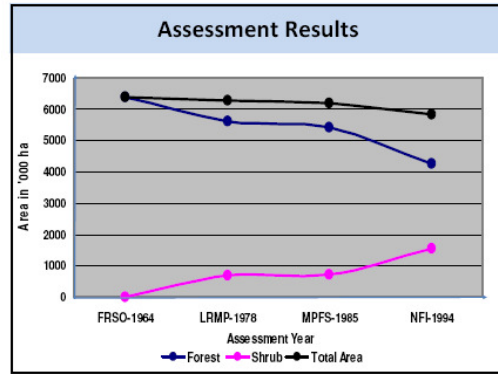
Assessment Methodology

Study	Degradation criteria	Indicators	Methods
2. LRMP	Stand stocking	• Crown density < 10 % as non-forest,	<ul style="list-style-type: none"> • Visual interpretation of aerial photographs (black and white 1: 20,000 to 1:50,000) • Ground truth • Land surveys • Topographic maps
	Soil surface erosion	<ul style="list-style-type: none"> • Livestock units per unit area • Few scattered trees • Low quality coarse vegetation burning 	

Assessment Methodology

Study	Degradation criteria	Indicators	Methods
3. MPFS	<ul style="list-style-type: none"> • Crown closure • Regeneration 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 to 40 % under stocking, • If immature containing 250 to 999 or less regeneration sized trees/ha 	<ul style="list-style-type: none"> • Desk review • Visual interpretation of aerial photographs; and field verification
4. NFI	Crown cover-stand density	<10% crown cover or well defined stems not found	<ul style="list-style-type: none"> • Satellite images, GIS, topographic maps • Ground based inventory • Visual interpretation of aerial photographs of scale 1:50,000
5. DoF	Crown cover	Degraded forest means sparsely distributed trees or forest land with < 10 % crown cover including shrub	<ul style="list-style-type: none"> • GIS, Satellite images analysis • ground verification

Assessment Methodology			
Study	Degradation criteria	Indicators	Methods
6. ESE	• Crown cover • Use value of ecosystem services	• <10 % crown cover as degraded forest or shrub land	• inventory • Questionnaires • Market price • Market price of substitutes • Benefits transfer
7. GDP	Crown cover	• <10 % crown cover and shrub as degraded forest	• Ground based forest inventory • Questionnaire • Market price • Market price of substitutes • Benefits transfer • Total net stock



Assessment Results two Periods of time

Study	Year	Shrub land		degradation % per year (1978/1994 - 1994)
		Area 000 ha	%	
LRMP	1978/79	689	4.7	(1978/1994 - 1994)
NFI	1994	1560	10.6	

Degradation Assessments

Method	Operation Feasibility	Accuracy	Cost	Implication
Aerial Photo	Easy and Visible to demonstrate with less technology input	High	High	No clear
Field Survey	Simple technology and capture all kinds of services, applicable for plain area	High	require long time	
Satellite Image Analysis	Easy in interpretation with high resolution, global uniformity, difficult in mountain terrain	Medium to high	Free to moderate	Combination with field survey support it in difficult terrain
Ecosystem Valuation Index	Recognize broader value of forest ecosystem, demand high technicality, Outside forest boundary	Medium to high	Low to medium	Community Participation, true valuation of forest services

Assessment methods and drivers

Drivers of degradation	Level of significance	Key degradation element	Detectability (low to high, 1 to 3)		
			Field survey	APs	Images
Fuel wood removal	High	Biomass, understorey	3	2	1
Timber removal	High	Crown cover, biomass	3	2	1
Fodder, leaf litter removal	High	Biomass, understorey	3	2	1
Over extraction of medicinal & other species	High	Understorey, biomass, biodiversity	3	1	1
Encroachment	High	Crown cover, habitat, biomass, understorey	3	2	2
Overgrazing	High	Understorey, soil, habitat	3	1	1
Development activities - Road	High	Crown cover, habitat, biomass, fragmentation	3	3	2
Wild fire	Medium	Understorey, biomass, soil, biodiversity	2	1	2
Settlements to landless	Medium	Crown cover, habitat, biomass	3	2	2
Invasive species	Low	Biomass, understorey, habitat, biodiversity	3	1	1
Rot disease	Low	Biomass	3	1	1
Floods	Medium	Biomass, understorey, biodiversity	2	1	2
Wind throw	Low	Biomass, species	3	2	2

Ways of Improvements

- Use of satellite images supported by ground based inventory. This approach will combine the strengths of both methods.
- Assessment for major forest types, physiographic regions and management regimes
- Assess BM, GS, BA, spp composition, structure and forest type.
- Regional cooperation through SAARC

REPUBLIQUE DU MALI
Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement
Direction Nationale des Eaux et Forêts

Contribution l'Étude de cas sur la dégradation des forêt
Extrait de L'Inventaire Forestier des Forêts Classées Autour
Bamako

Présentation :
Nianté Ousmane Tangara
Chargé d'Aménagement
Direction Nationale des
Eaux et Forêts Bamako- Mali

Contexte

L'étude a porté sur les trois forêts classées autour de Bamako.
Il s'agit de :
De la Faya,
Des Monts Mandingues,
Du Soussan.

Elles satisfont à deux rôles essentiels:

- Rôle de Production de produits ligneux (bois énergie, bois de service, pharmacopée)
- Rôle pédagogique (forêts d'application pour les deux écoles de formation forestière du pays.

Pour une meilleure gestion de ces forêts , nous avons initié un projet
dit « Projet de mise en valeur des forêts classées de Bamako »

La philosophie du projet est basée sur une approche de cogestion .
La première phase a démarré en 1995.
Cette phase a duré quatre ans.
Des coopératives dites Structures Rurales de Gestion de bois ont été mises en place dans les villages riverains de ces massifs.
A la fin des quatre années l'évaluation finale a démontré qu'il faut consolider les acquis c'est ce qui a motivé l'exécution d'une phase de consolidation.
Avant le démarrage de cette phase de consolidation nous avons estimé faire un état des lieux de ce qui reste du potentiel de ces massifs puisque tout le monde était unanime que les forêts s'étaient dégradées
après ces quatre années d'expérience de co gestion.

Notons qu'avant le démarrage de la première phase du projet un inventaire avait été réalisé afin de fixer les prélèvements annuels pour chaque village.

OBJECTIFS DE L'INVENTAIRE FORESTIER

- Actualiser les données d'inventaire des trois forêts classées;
- évaluer et caractériser le potentiel ligneux des massifs forestiers de la Faya, des Monts Mandingues et du Soussan)

RESULTATS ATTENDUS

- les types de formations végétales sont identifiés, caractérisés et localisés,
- les prélèvements effectués au niveau des formations naturelles sont estimés
- les volumes sur pied sont évalués par formation végétale
- les volumes par type de produits sont dégagés
- les accroissements moyens annuels sont déterminés par formation végétale
- une appréciation est faite de la tendance évolutive des principales espèces,
- les formes de dégradation existantes sont identifiées,
- une carte des formations végétales et une carte de potentiel ligneux sont produites par forêt.

Méthodologie

- Élaboration des outils de travail
Fiches d'inventaire,
Fiches de synthèse journalière
- Le taux de sondage :
Formation naturelles : 0,2%
Plantation : 0,5%
Cela a permis de dresser le tableau suivant (Faya)

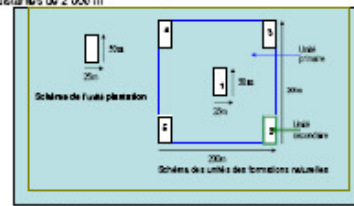
Taux de sondage utilisés pour la Faya

Détermination des taux de sondage théorique par forêt.	Types de formations	Superfici es (ha)	Degré de sondage	Taux théorique de sondage (%)	Superficie de sondage (ha)	Nombre d'unités de sondage
Faya	Formations naturelles	75 500	2	1,01	1448 223	382 1910
	Plantations	4 500	1	0,55	22,25	201

Description des unités de sondage

Deux types de sondage :

- Le sondage à 1 degré ou inventaire du premier degré a été appliqué dans les plantations artificielles. Il a consisté à installer dans les plantations, de façon systématique des plots de forme rectangulaire et de dimensions 25 m x 50 m avec une espaciation égale à 500 m.
- Le sondage à 2 degrés ou inventaire du second degré a été appliqué dans les formations naturelles. Il a consisté à installer dans les strates de formations naturelles des unités primaires de forme carrée de 200 m x 200 m à l'intérieur desquelles ont été installées des unités secondaires de forme rectangulaire de 25 m x 50 m. Les unités primaires étaient espacées de 2 000 m



Le schéma d'illustration de la distribution des unités de sondage en fonction des niveaux d'application.

Comptage des espèces et enregistrement des données

Cette opération a consisté à mesurer les circonférences des différents individus observés dans les unités secondaires installées dans l'unité primaire. Ainsi pour chaque individu rencontré, les informations suivantes ont été notées :

- le nom de l'espèce (genre et espèce);
- la nature de l'individu (mort ou vivant);
- le diamètre à la hauteur d'homme (1,30 m du sol);
- l'état de l'individu (dépassant ou vivace);
- la valeur de l'essence (bois de chauffe, bois non combustible);
- le type de produits exploitables

Les critères et indicateurs utilisés

Le diamètre (minimum est de 10 cm)

les types de dégradation
les types de bois rencontrés
les caractéristique spécifique de la formation forestière
les essences rencontrées dans la placette la fore rencontrées

ceci a permis un recensement exhaustif des espèces ligneuses des unités d'échantillonnage.

- Les mesures ont été faites sur tous les arbres contenus dans les unités de sondage et pouvant fournir du bois énergie.
- Les circonférences sont appréciées à hauteur d'homme (1,5 m du sol)
- Les sujets comptabilisés dans les classes de grosseur, toutes essences confondues, avec mention "bois vert" et "bois mort" sont ceux à bois dur, utilisable ou utilisable comme bois de feu en cas de besoin.

Les critères et indicateurs utilisés

- Les arbres ont été classés par espèces et par catégories de grosseur d'amplitude égale à 10 cm de circonférence.
- la classe 1 va de 10 cm à 19 cm ;
- la classe 2 va de 20 cm à 29 cm ;
- ;
- la classe 13 va de 130 à 139 cm ;
- la classe 14 va de 140 à 149 cm et plus.
- Les données ainsi recueillies sur le terrain ont été dépouillées et analysées. Elles ont permis de calculer les potentialités des formations végétales.
- Le passage de l'effectif au volume cubique est obtenu après application des quotients pour chaque classe de grosseur en fonction de la formule :
- - Ni le nombre total d'arbres pour la catégorie de grosseur (i) allant de 1 à 14) de l'ensemble des placettes
- - Ci le quotient relatif à la classe de grosseur i
- - Vi le volume total de la classe pour l'ensemble des placettes
- - n = nombre total de placettes On calcule facilement :
- $V1 = N1 \times Q1$
- $V2 = N2 \times Q2$
- ;
- $V13 = N13 \times Q13$
- $V14 = N14 \times Q14$
- Le volume total des placettes est :
- $V = V1 + V2 + + V13 + V14$
- Le volume moyen de la placette :
- $Vm = V : n$

Détermination du potentiel des formations naturelles

Au Mali, il existe peu de méthodes mathématiques qui prennent en compte le volume total de l'arbre. Le modèle utilisé est fondé sur l'efficacité et de la classe de grosseur. Il représente l'estimation du volume moyen pour la classe.

Au niveau national, ces quotients ont été définis et testés sur quatre localités :

- 300-500 mm ;
- 500-800 mm ;
- 800-1100 mm ;
- > à 1100 mm

Le volume cubique déterminé est le volume sans cope de l'ensemble de l'arbre à la découpe minimale de 10 cm de circonférence. Le massif concerné, la Figure de sites classés l'activité 500 mm - 1100 mm. Les tableaux ci-dessous résument les valeurs des quotients retenus par produits.

Valeur des quotients par classes de grosseur : bois de feu, bois non combustible et bois mort.

Bois feu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
800-1100 mm	0,802	0,809	0,812	0,815	0,818	0,821	0,254	0,260	0,268	0,276	0,284	0,291	0,299	0,307

Valeur des quotients par catégorie de produits : bois d'œuvre et de service

Bois feu	Bois de chauffe	Bois de service	Bois de feu	Bois de chauffe	Bois de service
800 - 1100	0,297	0,078	0,047	0,203	0,021

calcul de volumes (suite)

• Pour le calcul du volume total du bois de feu, le volume v1 est majoré du volume des houppiers de bois d'œuvre et de service. Il s'agit du volume à la découpe de 5 cm dont les produits ne peuvent avoir d'utilisations autres que le chauffage-cuisine.

$Vh = m1.p1 + n.p2.q2 + + n1.p14$

Le volume des houppiers est calculé de la façon suivante :

- Vh = volume de houppier,
- $n1$ = effectif du bois de service ou d'œuvre, selon la classe de grosseur
- $q1$ = coefficient de cubage du houppier du bois de service ou du bois d'œuvre selon la classe de grosseur.
- Le volume total d'un plateau est obtenu par simple sommation :
- $VT = Vol BV + Vol BM + Vol BS + Vol BO + Vol BNC$
- $Vol BV$ = volume de bois vert ou combustible,
- $Vol BM$ = volume de bois mort,
- $Vol BS$ = volume de bois de service,
- $Vol BO$ = volume de bois d'œuvre ou de sciage,
- $Vol BNC$ = volume de bois non combustible.

Les superficies des différentes formations ont été définies à l'intérieur grâce à la cartographie par télédétection, les volumes des produits ont été ainsi extrapolés en fonction des proportions des formations à l'intérieur du massif.

L'évolution du potentiel ligneux des formations végétales et forêt classée a été déterminé grâce aux taux d'accroissement moyen annuel par formation et par forêt déterminés lors des inventaires de 1995.

Taux d'accroissement moyen annuel par formation et par forêt en m3/ha

Formations végétales	Taux
Savane galerie	1,224
Forêt claire dégradée	1,374
Savane arbustive	0,361
Savane arbustive et herbé	0,2