

SEMARNAP
SUBSECRETARÍA DE RECURSOS NATURALES
DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL
UNIDAD DEL INVENTARIO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES

**DIAGNÓSTICO DE LA
DEFORESTACIÓN EN MÉXICO**

MÉXICO, D.F. JUNIO DE 1998

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Importancia
- 1.2. Área responsable
- 1.3. Objetivos del proyecto
- 1.4. Justificación del proyecto

2. ANTECEDENTES

- 2.1. Estimaciones de la deforestación en México
- 2.2. Aspectos básicos sobre estimaciones de deforestación

3. MARCO DE REFERENCIA

- 3.1. Programa Forestal y de Suelo 1995 - 2000
- 3.2. Aspectos metodológicos
- 3.3. Sobre los métodos cartográficos

4. METODOLOGIA

- 4.1. Descripción general
- 4.2. Materiales
- 4.3. Diseño de muestreo
- 4.4. Método de análisis
- 4.5. Interpolación y extrapolación de datos
- 4.6. Método de trabajo

5. RESULTADOS

- 5.1. Período base
- 5.2. Método de Síntesis - Origen - Destino
- 5.3. Principales resultados
 - A. Generales
 - B. Identificación del Cambio

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8. BIBLIOGRAFÍA

9. ANEXOS

- 9.1. Relación total de cartas y cartas seleccionada indicando fracción de estudio.
- 9.2. Correspondencias entre sistemas de clasificación cartografía INEGI - cartografía INFP.
- 9.3 Ejemplificación del proceso de síntesis e identificación del origen y destino en los cambios de uso del suelo.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Distribución de la cartografía 1:250,000 por regiones y representación de fracciones en una carta.
- Figura 2. Características básicas por regiones en el cambio del uso del suelo
- Figura 3. Principales cambios en el uso del suelo con origen y destino del cambio.
- Figura 4 . Tasas Promedio de Cambio por Región
- Figura 5. Tendencia estimada en el cambio de uso de suelo en terrenos con vegetación forestal.
- Figura 6. Variación anual de la superficie con vegetación forestal
- Figura 7. Gráfico comparativo ente superficies de clases de uso del suelo obtenidos en cartografía INEGI e INFP (Sup. en km²)

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1. Tipos de Inventarios nacionales Forestales realizados en México
- Cuadro 2. Tasas estimadas de deforestación en México para la década de 1980 - 1990
- Cuadro 3. Principales características de los materiales cartográficos empleados
- Cuadro 4. Intensidad de muestra en relación a la vegetación forestal del país
- Cuadro 5. Identificación de clases con vegetación forestal denominadas primarias o de origen.
- Cuadro 6. Reconocimiento de las clases secundarias o de posibles cambios de las clases con vegetación forestal (clases secundaria o de destino).
- Cuadro 7. Matriz de identificación de cambios en el uso del suelo.
- Cuadro 8. Características básicas promedio por regiones (sup. en km²)
- Cuadro 9. Principales cambios promedio en el uso del suelo por regiones (sup. en km²).
- Cuadro 10. Tasas de cambio promedio por región y nacional en los principales conceptos de estudio (en % anual).
- Cuadro 11. Estimación anual de la superficies afectadas a nivel nacional por Tasas de Cambio.
- Cuadro 12. Superficie promedio anual estimada con vegetación forestal en Unidad de estudio en el período 1970 - 1995.
- Cuadro 13. Redacción de cartas (mapas y fracciones elegidas al azar (clave correspondiente a distribución INEGI, escala 1:250,000).
- Cuadro 14. Sistemas de clasificación INEGI e INFP.
- Cuadro 15. Superficie por clase de uso en cartografía INEGI, clave de carta F14-5.
- Cuadro 16 Superficie por clase de uso en cartografía INFP, clave de carta F14-5.
- Cuadro 17. Identificación de diferencias en superficie por clase de uso en cartografía INFP vs INEGI
- Cuadro 18. Agrupamiento de clases de uso e identificación de diferencias neta por grupo de cambio (Sup. en km²).
- Cuadro 19. Resumen en los cambios de uso del suelo e identificación del origen del cambio (reducción de áreas) vs el destino del cambio (ampliación de áreas).

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Relación de cartas totales y seleccionadas indicando fracción de estudio
2. Correspondencia entre sistemas de clasificación. Cartografía INEGI - Cartografía INFP.
3. Ejemplificación del proceso de Síntesis e Identificación del Origen y Destino en los cambios de uso del suelo.
4. Resumen de Resultados por regiones.
5. Interpolación y extrapolación de datos para el período de 1970 a 1995. Datos anuales de superficies con vegetación forestal por Unidad y promedio por Región

ESTUDIO DIAGNÓSTICO DE LA DEFORESTACIÓN EN MÉXICO

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Importancia.

La deforestación en México se estima por la FAO (1995) en 508,000 ha/año, lo que nos ubica en el cuarto lugar a nivel mundial. Condición que a nivel mundial motiva serias controversias ecológicas relacionadas al cambio climático global e incluso “pone en riesgo la seguridad alimentaria y la continuidad de la vida”. (Agenda 21 de la Cumbre de Río, 1992; Kioto, Japón, 1998 y Declaración de Antalya, Turquía 1997, XI Congreso Forestal Mundial)

Por lo anterior el conocimiento de la deforestación es de interés mundial y nacional por su relación con el deterioro de las condiciones sociales, económicas y ecológicas. A la fecha los cálculos realizados en México han sido de carácter subjetivo y carecen de un fundamento estadístico.

Se estima que los desmontes ilegales con fines de cambio en el uso del suelo son responsabilidad del 90% de la deforestación en México. Los incendios, la tala clandestina y las plagas forestales constituyen el resto de las causas.

El Programa Nacional de Desarrollo y el Programa Sectorial 1995-2000 señalan al control de la deforestación como acción fundamental para el tránsito a la sustentabilidad, estableciendo que el estudio de su cuantificación precisa, su ubicación geográfica y las causas que lo motivan serán la base para frenar el avance del deterioro de los recursos forestales y para revertir esta tendencia.

El presente estudio se apoya en un marco estadístico que permite diagnosticar a nivel nacional la tasa anual de deforestación ocurrida durante el período de 1972 a 1990 en las principales regiones del país (norte, centro y sur) y en los principales tipos de vegetación forestal (bosques, selvas y matorral).

1.2. Área responsable

Subsecretaría de Recursos Naturales.

Dirección General Forestal.

Unidad del Inventario Nacional de Recursos Naturales.

Subdirección del Inventario Nacional Forestal.

1.3. Objetivos del proyecto

General

Determinar a nivel de diagnóstico la tasa anual de deforestación en México durante el período de 1972 a 1990 (18 años), calculando su dinámica por regiones y ecosistemas

Específicos

- Identificar los cambios de uso del suelo, en especial los ocasionados sobre los terrenos con vegetación forestal.
- Determinar la dinámica de cambios de uso del suelo por regiones (norte, centro y sur del país) y por los principales tipos de vegetación forestal (matorrales, bosques y selvas).
- Identificar los destinos en uso del suelo por la reducción de las áreas con vegetación forestal.
- Determinar los niveles degradación y perturbación de la vegetación arbolada.
- Inferir a nivel nacional sobre la deforestación (tasa anual), por regiones y por principales tipos de vegetación forestal.
- Presentar la base de datos numérica del análisis, la cartografía de las áreas de estudio y la metodología de análisis e inferencia estadística.

1.4. Justificación del proyecto.

El conocimiento de la deforestación es de interés mundial y nacional. Por ello, a nivel internacional la FAO conduce el proyecto de Evaluación de los Recursos Forestales del Mundo (ERF). En México la Ley Forestal establece la necesidad de su conocimiento, dicha responsabilidad actualmente corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).

Sin embargo, a nivel global y nacional la determinación de cifras confiables de deforestación y sus causas no es una tarea fácil, debido a problemas técnicos y de disponibilidad de recursos económicos, humanos y de equipo especializado para ello.

Hasta la fecha las estimaciones realizadas en México son de carácter subjetivo y carecen de un fundamento estadístico que les dé la confiabilidad necesaria. Asimismo, independientemente de las estimaciones oficiales, diferentes instituciones y personas han aventurado cifras, cuyas diferencias y variación entre ellas, se explica por las causas anotadas, lo que ha contribuido a crear confusión y desconfianza sobre las estadísticas de deforestación.

Por lo anterior, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), por conducto de la Subsecretaría de Recursos Naturales, ha decidido llevar a cabo el primer proceso en México para calcular objetivamente y con una confiabilidad estadística adecuada, la tasa de deforestación anual. Dicho proceso consiste de varios estudios, siendo en primera instancia el realizado en el presente documento para determinar el Diagnóstico de la Deforestación a Nivel Nacional, y en segunda instancia el que se realizara mediante la colaboración de instancias nacionales y extranjeras (Servicio Forestal de EUA, instituciones de enseñanza e investigación) con base en las técnicas de mayor actualidad y precisión, utilizando imágenes de sensores remotos de alta resolución, sistemas de información geográfica y diseños de muestreo estadístico.

2. ANTECEDENTES.

En México se han realizado tres inventarios nacionales forestales con las siguientes características:

Cuadro 1. Tipos de Inventarios Nacionales Forestales realizados en México.

Nombre y Período	Materiales y metodología	Escala Cartográfica	Resultados
Primer Inventario Nacional Forestal. 1961 - 1985	Fotografías aéreas escala prom. 1:50,000 de zonas arboladas y muestreo intensivo de campo	50,000	Áreas arboladas con valor comercial
Inventario Forestal de Gran Visión. 1991	Imágenes de satélite NOAA de baja resolución, sin muestreo de campo	1,000,000	Superficie de tipos de vegetación forestal
Inventario Nacional Forestal Periódico. 1992 - 1994	Imágenes de satélite Landsat TM con resolución espacial de 30 x 30 m y muestreo de campo de baja intensidad	250,000	Tipos de vegetación forestal y zonificación forestal

2.1. Estimaciones de la Deforestación en México

En la década de los 70's se hicieron las primeras estimaciones de deforestación en el 1er. Inventario Nacional Forestal por Moncayo. En 1978, Sosa y Medina estimaron con la información existente en esa época una deforestación anual de 400 mil hectáreas.

En 1990, Sosa por encargo y con metodologías de la FAO para la ERF de 1990, estimó una deforestación anual de 365 mil ha. para la década de 1970 a 1980.

En 1990 la SARH determinó una deforestación de 370 mil ha. por año con una encuesta realizada en sus Delegaciones Estatales. Asimismo, comparando cifras del primer inventario con el de gran visión se llegó a cifras cercanas a 400 mil hectáreas.

Algunos autores han efectuado sus propias estimaciones como Toledo, Masera, Dirso y Ordoñez, con base en estudios localizados e inferencias de cifras dadas por diversas fuentes, pero carecen también de la confiabilidad necesaria.

Cuadro 2. Tasas estimadas de deforestación en México para la década de 1980 - 1990 (miles de ha/año).

Fuente	Tipo de Vegetación	Tasa de Deforestación
--------	--------------------	-----------------------

	Bosques	Selvas	zonas Áridas	
FAO 1988	125	470	20	615
Boledo et. al. 1989	nd	nd	nd	1500
Capetto 1989	nd	460	nd	460
Wyers 1989	nd	700	nd	700
Castillo et.al. 1989	273	473	nd	746
INRAH 1990	127	202	41	370
INRAH 1991	127	189	54	370
INRAI 1992	nd	nd	nd	615
Castro et.al. 1992	167	501	nd	668
INRAI 1994	nd	nd	nd	678
FAO 1995	nd	nd	nd	678

Fuente:

La problemática enfrentada hasta hoy para conocer la deforestación se puede resumir en lo siguiente:

1. El concepto de dinámica o estudios de cambio no era considerado bien desarrollado en la época que se iniciaron los Inventario Nacional Forestal en México.
2. El primer inventario se concluyó hasta 1985. Después de su terminación se disminuyeron al mínimo los recursos para el Inventario Nacional Forestal, por lo cual no fue posible hacer estudios adicionales hasta 1990.
3. La diferencia de tipos de inventarios, escalas y metodologías no hace posible comparar directamente los inventarios nacionales existentes para conocer la deforestación. Por ello se requieren estudios específicos.
4. El último Inventario Nacional Forestal Periódico se realizó entre otros con el propósito de su posibilidad de comparación, para ello se utilizaron técnicas que incluyen imágenes de satélite y bases de datos. La realización del INFP del año 2000 brindará esta posibilidad.
5. Las estimaciones mundiales de deforestación realizadas por la FAO y las oficiales de México, se refieren a deforestación de zonas arboladas. Esto es, no se han efectuado estimaciones de deforestación de vegetación forestal no arbolada como matorrales y otros tipos.
6. La mayoría de los países han enfrentado los mismos problemas, incluso países altamente desarrollados como EUA, en donde hasta hace unos años realizó su primer estimación de deforestación.

2.2. Aspectos básicos sobre estimaciones de deforestación

- **Definiciones y Terminología**

Deforestación: se considera como el cambio de uso del suelo de forestal a no forestal en un período determinado. También puede expresarse como la eliminación completa de áreas arboladas a dedicarlos a usos del suelo no forestales.

Degradación: Afectación de un área forestal arbolada por diferentes factores de perturbación. Impacta en una reducción de densidad, biomasa y calidad del arbolado, y afectación del suelo, sin implicar un cambio de uso o disminución de superficie.

Disturbio: alteración que directa o indirectamente ha provocado el hombre en la vegetación, ocasionada también por fenómenos naturales (incendios, plagas, etc.)

Perturbación: cambios en la constitución de la vegetación natural producidos por agentes destructores y engloba deforestación, degradación y disturbio.

- **Razones de Confusión**

Una de las principales razones de confusión en las diversas fuentes y estimaciones de deforestación es la multiplicidad de términos y definiciones usadas por los investigadores (FAO, 1990). Se usan términos como deforestación, desertificación, transformación, disturbio, perturbación, degradación, etc., con diferentes significados y clases de vegetación incluidas. El propio término forestal tiene diferentes interpretaciones. En la mayoría de los países y en la FAO, se refiere a vegetación de formaciones arboladas, es decir, no incluye zonas forestales no arboladas.

Por lo anterior, una consulta de expertos realizada por la FAO revisó esta situación y recomendó un sistema de clasificación y definiciones descritas en la “Guía para la ERF de 1990”. Todos los cambios de forestal arbolado a no-forestal constituirán la deforestación.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Programa Forestal y de Suelo 1995-2000

El programa Forestal y de Suelo 1995-2000 indica en el diagnóstico correspondiente a deforestación y degradación, que existe actualmente incertidumbre sobre las estimaciones de tasas de deforestación en nuestro país, ya que a nivel nacional las cifras varían desde 370 mil a 1.5 millones de ha/año, para la década de los ochenta.

Esta diferencia se debe a que las estimaciones son resultado de estudios con objetivos diferentes, y a que la homogeneidad y confiabilidad de los datos varían, así como los años base y escalas geográficas utilizados.

Otros aspectos que contribuyen a la discrepancia de las tasas son las definiciones diversas de deforestación, los diferentes tipos de bosque utilizados en la cuantificación (cerrados o abiertos) y otros problemas metodológicos

Para contar con una cifra confiable de deforestación, se requiere que se realicen mediciones directas en intervalos regulares. Entre los proyectos fundamentales que considera el Programa Forestal y de Suelos 1995 - 2000, esta la evaluación de la deforestación de la cubierta forestal.

3.2. Aspectos metodológicos

La estimación de la tasa de deforestación requiere de cuando menos dos mediciones en distintos momentos. Así, su error o confiabilidad está conjuntamente determinado por los errores o confiabilidad de los dos inventarios. Una tasa de cambio no puede estimarse en forma confiable sin medir el proceso dos o más veces (FAO, 1990).

Se puede intentar calcular la tasa de deforestación indirectamente con la ayuda de otra variable o conjunto de variables, que se sepa están correlacionadas con la primera, si existe información para esta variable de dos fechas, y un modelo matemático que correlacione la variable indirecta y la tasa de deforestación. La confiabilidad de esta estimación dependerá conjuntamente de la confiabilidad del modelo y de la confiabilidad de la variable indirecta.

A nivel de un país generalmente la tasa de deforestación (expresada como porcentaje del área total forestal arbolada), es una cantidad pequeña. La tasa mundial de deforestación promedio es menor del 1% anual, esto significa que en un ciclo de inventarios de 10 años, el cambio total de la cobertura arbolada sería menor de 10%. Esta magnitud de cambio no puede estimarse confiablemente a menos que los errores estándar de los dos inventarios sucesivos sea considerablemente menor a 10%. Esto significa que la estimación de la deforestación requiere de estudios e información precisa.

El número de países que cuentan con inventarios forestales multitemporales o sucesivos es muy reducido, y cuando se tienen el error asociado a las estimaciones o diferencias metodológicas, como en el caso de México, imposibilitan una comparación exitosa. Esto ilustra las limitaciones para evaluar confiablemente la deforestación con la información existente. Por ello es que se requieren estudios adicionales específicos.

3.3. Sobre los métodos cartográficos.

Las experiencias definidas por la FAO en materia de evaluación de la deforestación, indican que la comparación de mapas existentes de dos o más fechas, han derivado en evaluaciones de cambios afectados por una consistencia pobre, debido a las diferencias en materiales y metodologías de los inventarios que se han llevado a cabo en diferentes años para la misma área, lo que comúnmente implica inconsistencia en las clasificaciones usadas, en la calidad de los sensores remotos y en las técnicas de interpretación, así como una involucración significativa de subjetividad en la delineación de las claves. Estos factores provocan un número desconocido de cambios ficticios.

4. METODOLOGÍA

4.1. Descripción

Tipo de análisis:	Comparativo cartográfico - numérico.
Fuentes de datos:	Cartografía INEGI (Carta de Uso del Suelo) y cartografía INFP (Carta Forestal)
Proceso :	Análisis parcial retrospectivo de carácter comparativo. Comparación de la cartografía realizada en dos periodos.
Diseño de muestreo:	Estratificado con asignación proporcional
Método de análisis:	Inductivo apoyado en un proceso de Síntesis en las Unidades de Clasificación y la revisión del Origen vs Destino en el cambio en las unidades de clasificación en el uso del suelo.

Cuadro 3. Principales características de los materiales cartográficos empleados

Característica	INEGI	INFP
Escala	1:250,000	1:250,000
Periodo de elaboración	1970 - 1980	1990 - 1992
Fuente de datos	Fotografías aéreas escala 1:50,000 - 1:75,000	Imágenes Landsat TM con resolución espacial de 30 x 30 m.
Proyección cartográfica	UTM	UTM

El estudio se realizó mediante proceso comparativo de datos cartográficos digitalizados entre Cartas de Uso del Suelo de INEGI y Cartas Forestales del Inventario Nacional Forestal Periódico (INFP). El proceso de análisis espacial y estadístico se llevó a cabo con los programas Arc/Inf y un programa estadístico (SAS) para computadora personal.

4.2. Material

- Cartas de INEGI de Uso del Suelo escala 1:250,000 con fechas de elaboración entre 1970 y 1980
- Cartas Forestales del INFP (Inventario Nacional Forestal Periódico) escala 1:250,000 con fechas de elaboración entre 1990 y 1992.
- Espaciomapas de INEGI escala 1:250,000 con fechas de elaboración entre 1990 - 1994
- Acetatos
- 2 Computadoras Pentium
- 1 Computadora Unix.
- 2 Licencias de Arc/Inf
- 1 Plotter
- 1 Impresora de tinta ()
- 1 Scanner
- 5 mesas de luz

- Plumones de colores
- Lápices
- Reglas
- Discos 3.5" HD
- Zip iomega de 100 MB

4.3. Diseño de muestreo

Estratificado con asignación proporcional

La distribución de unidades primarias fue de forma sistemáticas correspondiendo a las cartas escala 1:250,000 . La selección de las unidades de estudio fue al azar, para ello se procedió como se explica a continuación:.

El país se subdividió en tres grandes Regiones: Norte, Centro y Sur .

En cada región se identificaron las cartas correspondientes a los levantamientos de INEGI y del INFP, las cuales sobresalieran por sus coberturas de vegetación forestal.

En total se identificaron 61 cartas (19 región norte, 21 región centro y 21 región sur), de las cuales se seleccionaron al azar 12 para cada región. Cada carta fue subdividida en seis fracciones proporcionales, de las cuales al azar se obtuvo una de ellas, representando esta fracción el área de estudio a comparar entre las dos diferentes coberturas cartográficas. (Anexo 1. Relaciones de cartas totales y seleccionadas indicando fracción de estudio)

- **Porcentaje de muestra**

Superficie total considerada: 1,425,875 km² (100%)

Total de cartas identificadas = 61

Superficie cubierta por carta = 23,375 km².

Superficie seleccionada en primera fase : 841,500 km². (59%)

36 cartas, 12 por región

Superficie seleccionada en segunda fase: 140,256 km². (9.83%)

1 fracción por carta seleccionada en 1o. fase

Total de fracciones = 366

Fracciones seleccionadas al azar = 36

Superficie cubierta por cada fracción = 3,896 km².

Superficie real seleccionada para estudio = 140, 256 km²

La superficie total de estudio SELECCIONADA es equivalente a los siguientes conceptos.

Cuadro 4. Intensidad de muestra en relación a la vegetación forestal del país.

Concepto	Superficie	Proporción
superficie arbolada del país	56 873 950 ha	25%
superficie arbolada y vegetación. de zonas áridas	115 346 350 ha	12 %
superficie total forestal del país	1 417 451 690 ha	10 %

4.4.. Métodos de análisis

El método específicamente generado y utilizado para este caso a sido llamado “Método de Síntesis - Origen vs Destino”, el cual tiene como principal consideración reducir las fuentes de error originadas por las diferencias en materiales y criterios de clasificación utilizados en cada una de las cartográficas empleadas. Dicho método se aplico a la revisión de los datos numéricos y permitió dar seguimiento y control a los procesos cartográficos.

El método tiene como elemento base un proceso continuo de síntesis en donde se reagrupan las principales unidades de clasificación para el interés específico del estudio. Esto permitió reducir las posibilidades de diferencias entre los sistemas de clasificación de cada una de las cartografías utilizadas e identificar dos grupos, el primero llamado Primario o de Origen, correspondiente a las clases de uso que fueron afectadas por un cambio en su uso original y un segundo grupo llamado Secundario o de Destino, correspondiente a las clases de cambios o destino de las unidades cartográficas correspondientes.

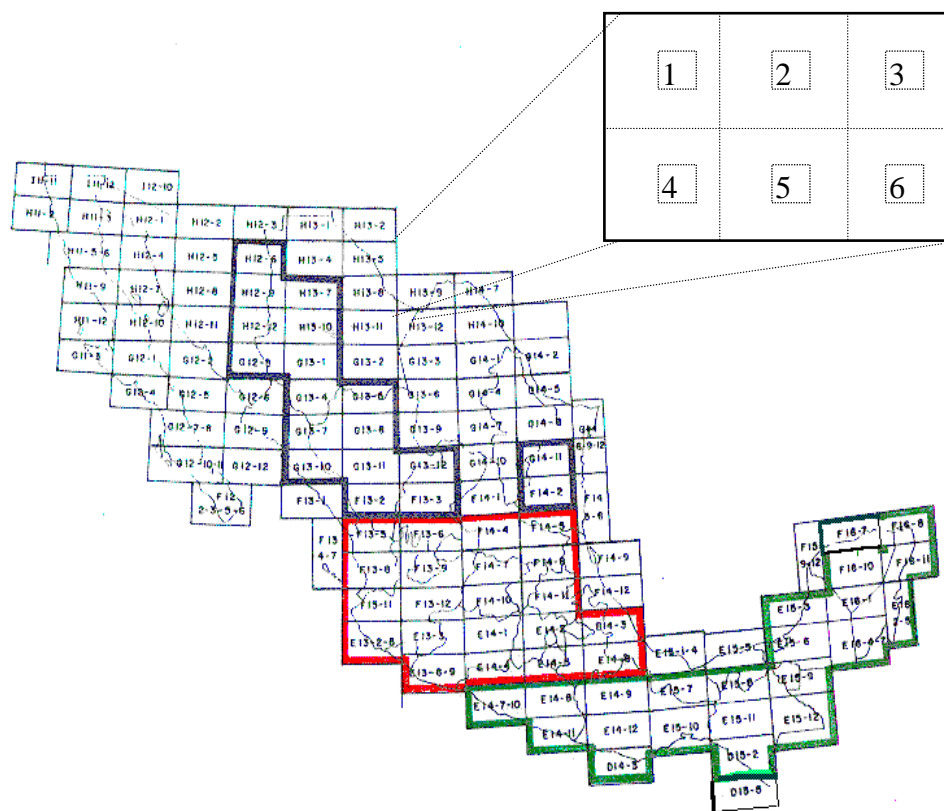


Fig. 1. Distribución de la cartografía 1:250,000 por regiones y representación de fracciones en una carta

Cuadro 5. Identificación de clases con vegetación forestal denominadas primarias o de Origen:

1o agrupamiento Clase	Clave	2o. agrup.	3°. Agrup.
1. Bosque templado cerrado	B(c)	Bosques	Veg. Ftal
2.- Bosque templado abierto	B(a)		
3.-Bosque fragmentado	BF	B. fragmentado	Veg. Ftal. Frag.
4.- Bosque mesófilo cerrado	Me(c)	B. mesófilo	Veg. Ftal.
5.- Bosque mesófilo abierto	Me(a)		
6.-Selva cerrada	S(c)	Selvas	Veg. Ftal
7.-Selva abierta	S(a)		
8.-Selva fragmentada	SF	S. fragmentada	Veg. Ftal. Frag.
9. Matorral	Mx	Matorral	matorral

Cuadro 6. Reconocimiento de las clases secundarias o de posibles cambios de las clases con vegetación forestal. (clases secundarias o de Destino).

1o. agrupamiento. Clases	Clave	2o. agrup.
9.-Pastizales	Pz	Agropecuario
10.- Agricultura	Ag	
11.- Áreas perturbadas	Ap	A. perturbadas
12.- Zonas urbanas	Zu	Z. urbanas
13.- Plantaciones	Pl	Plantaciones
14. Áreas sin vegetación aparente	Sv	Sin veg.
15.-Vegetación natural	Vn	Veg. nat.

El método Síntesis - Origen vs Destino se auxilio en primera instancia mediante gráficas comparativas INEGI - INFP de las superficies de cada clase de uso, y posteriormente en dos pasos de reagrupamiento con su respectiva análisis numérico de síntesis comparativa entre superficies de unidades de Cambio correspondientes a las clases de Origen vs Clases Destino.

La determinación y calculo de superficie de los polígonos de cada Clase se obtuvo respectivamente utilizando el programa Arc/Info y Excel . Este proceso permitió establecer las siguientes premisas numéricas del proceso Síntesis - Origen vs Destino:

- Superficie total de fracción INEGI = Superficie total de fracción INFP
- Superficie con cambio de uso negativo (reducción de áreas) = Superficie con cambio de uso positivo (ampliación de áreas)
- Sumatoria de diferencia entre clases con cambio = 0

- Sumatoria de superficies de Origen = Sumatoria de superficies Destino
- Superficie sin cambio = Sup. total de la unidad de estudio (fracción) menos sumatoria de superficie de origen.

-

4.5.. Interpolación y extrapolación de datos.

Por la variación en los periodos en que se obtuvieron las diferentes Cartas, tanto del INEGI como del INFP, se procedió a generar un modelo de interpolación y extrapolación que permitiera establecer un periodo único para las diferentes Unidades y Regiones estudiadas. Para ello se aplicó el análisis en la fórmula siguiente

$$X_n = X_o (1 + r)^n$$

donde: X_o . = superficie con vegetación forestal en el inicio del periodo

X_n = superficie con vegetación forestal en el período n

n = número de años transcurridos entre la fecha inicial y final

r = tasa de cambio.

4.6.. Métodos de trabajo

Cada fracción de mapa seleccionada tanto en la cartografía INEGI como del INFP fueron desplegadas digitalmente mediante el programa Arc/Info, identificando en cada polígono la Clase o unidad de clasificación, la frecuencia de la misma y su superficie correspondiente.

Para la correspondiente homologación y síntesis entre el sistema de clasificación empleado por INEGI y el empleado por el INFP se procedió a generar una Tabla de Comparación entre ambos sistemas de clasificación, identificando sus respectivas correspondencias entre Clases de uso del suelo. (anexo 2. Cuadro comparativo entre los sistemas de clasificación INEGI e INFP)

Establecidas las equivalencias y la determinación de sus correspondientes datos se procedió a realizar dos procedimientos de comparación entre las unidades INEGI vs INFP:

- Numérico, mediante los datos de superficie de cada unidad de clase
- Cartográfica, mediante las unidades cartográficas de cada unidad de clase y su respectivo cambio (generación del tercer mapa). Este último se realizó de dos maneras:

- automatizado
- visual

- **Proceso numérico**

Cada fracción de carta con sus respectivos datos de superficie por unidad cartográfica fueron analizadas para calcular a su vez los siguientes valores:

- Diferencia de superficie entre clase INEGI vs INFP = Sup. absoluta. INFP menos Sup. absoluta INEGI
- Sup. rel. (%) = $100 * (\text{Sup INFP}) / \text{Sup. (INEGI)}$.
- Sup. arbolada INEGI = sumatoria de sup. de Bosques y Selvas (periodo 1970-80)
- Sup. arbolada INFP = sumatoria de sup. de Bosques y Selvas (periodo 1990-92)
- Sup. con cambio de uso en áreas forestales (Origen) = Sup. arb. INFP menos Sup. arb. INEGI
- Sup. con cambio de uso en áreas no forestales (Destino) = Sup. de áreas no ftal's INFP menos Sup. de áreas no ftal's INEGI (Agrícolas, pecuarias, sin veg., zonas urbanas, cuerpos de agua etc.)
- Sup. de áreas perturbadas = Sup. con cambios en áreas ftales mas Sup. Con cambios en áreas no forestales
- Sup. con veg, ftal. Fragmentada = Sup. de bosques fragmentados mas Sup. de selvas fragmentadas
- Sup. de áreas recuperadas = Ampliación de superficies. con vegetación forestal

- **Proceso cartográfico**

El método automatizado se realizo mediante computadora y el sistema o programa Arc/Inf, el cual permitió detectar los cambios entre las unidades cartográficas existentes entre las cartas INEGI vs INFP; a su vez se reportaba automáticamente los datos respectivos de superficie de cada unidad cartográfica en función de los pixel de la imagen representada en cada unidad de clase obtenidas de la carta resultante (tercer mapa).

El método visual se llevo a cabo mediante la comparación cartográfica de ambas fracciones de cartas INEGI vs INFP y la detección e identificación de unidades cartográficas de cambio. La planimetría o sea la determinación de superficies de cada unidad resultante se realizo utilizando plantillas de puntos de 4 puntos por centímetro cuadrado.

Concluidos los métodos de trabajo y análisis se procedió a la verificación de resultados preliminares, mediante la revisión en:

1. Consistencia de los resultados entre el método numérico vs el método cartográfico. Diferencias entre valores eran menores al 10% son aceptados.
2. Verificación de premisas establecidas al propio Método Síntesis - Origen - Destino y especificadas en el punto 3.3.
3. Congruencia entre el origen de las unidades de cambio y el destino de las mismas tanto en la Clasificación de la unidad como en la superficie de la misma.

Cuadro 7. Matriz de identificación de cambios en el uso del suelo

	INEGI	INFP (1990 - 92)					
	(1970-80)	DESTINO					
		Bosques	Selvas	Matorral	Agrop.	Sin veg.	Otras
O	Bosques	SC	NA	Perturb.	Deforest.	Deforest.	Deforest.

R	Selvas	NA	SC	Perturb.	Deforest.	Deforest.	Deforest.
I	Matorral	NA	Recupera.	SC	Deforest.	Perturb.	Perturb.
G	Agrop.	Recupera	Recupera	Abandono	SC	abandono	Perturb.
E	Sin veg.	Recupera	Recupera	Recupera.	NA	SC	Perturb.
N	Otras	Recupera	Recupera	Recupera.	NA	Perturb.	SC

5. RESULTADOS

5.1. Periodo base

Del total de 36 pares de unidades o fracciones de cartas analizadas, se encontraron diferencias en periodos de tiempo desde un mínimo de 7 hasta de 22 años entre la obtención de las fotografías aéreas con que se elaboraron las cartas de INEGI y las imágenes de satélite correspondientes a la cartografía del INFP.. Por lo anterior se procedió a determinar mediante una función de interpolación y extrapolación el periodo base de estudio, el cual para fines teóricos se estimo entre los años de 1970 a 1995 (anexo). Sin embargo para fines practicos se considero para la cartografía INEGI el año base de 1974 y para la cartografía del INFP el año de 1990. Estos datos determinaron como periodo base el comprendido entre 1974 y 1990 o sea un total de 16 años.

5.2. Método de Síntesis - Origen - Destino

El proceso de síntesis de unidades de clasificación y el análisis numérico en la identificación del Origen del cambio y el Destino del mismo, permitió determinar que aproximadamente mas del 90% de las unidades de uso de suelo con reducción de área o sea con origen de cambio, tienen su destino hacia las Areas Perturbadas. Por ello se procedió a un análisis detallado de las Unidades cartográficas calificadas bajo este concepto.

El análisis de las Areas Perturbadas considero la definición y el criterio con que fueron clasificada estas unidades en la cartografía del INFP, a decir el de: *“terrenos de aptitud preferentemente forestal, en que la vegetación ha sido destruida por desmontes, incendios o pastoreo excesivo y en algunos casos la vegetación se encuentra en vías de recuperación conformando comunidades vegetales secundarias”*. Así mismo, se considero el criterio al termino de **Perturbación**, el cual se indica *“como cambios en la constitución de la vegetación natural producidos por agentes destructores y engloba deforestación, degradación y disturbio”*.

A fin de corroborar los criterios anteriores, se procedió a recorridos de campo en algunas de las fracciones de estudio en donde predominaran las unidades de áreas perturbadas.

Todo lo anterior permitió concluir en la necesidad de estudiar a mayor detalle las áreas perturbadas a fin de identificar y separar unidades de terreno en las condiciones posibles de encontrar a la vegetación forestal en dichas áreas, esto es mediante la clasificación de unidades de deforestación, unidades de degradación y unidades de fragmentación. Esta ultima considerada como aquellas áreas con disturbios provocados exclusivamente por el

hombre. Estos tres conceptos se apegan a los criterios definidos en el punto 2.2 de este documento

La metodología utilizada fue mediante la delimitación cartográfica digital sobre acetatos de las Areas Perturbadas y las Areas Fragmentados y la sobreposición de los mismos en los Espaciomapas de INEGI. Para el caso, los espaciomapas correspondían a la misma escala y características cartográficas de las cartas del INEGI y el INFP y periodo de imágenes de satélite con que se elaboraron comprendido entre enero y marzo de 1993.

5.3. Principales resultados

En los siguientes cuadros se establecen por su relevancia los datos promedios básicos siguientes:

A. Generales.

En el siguiente cuadro se reportan las características generales de las unidades de estudio y las condiciones de la vegetación forestal en el inicio del periodo de estudio, correspondiente a la cartografía INEGI, y la encontrada aproximadamente 16 años después en la cartografía del INFP.

Los conceptos reportados en este cuadro son:

- Superficie promedio por regiones de la fracción de estudio
- Superficie promedio por regiones con vegetación forestal al inicio del estudio.
- Superficie promedio por regiones con vegetación forestal al final del periodo de estudio.
- Superficie promedio por regiones con reducción o cambios en la vegetación forestal.
- Superficie promedio total por regiones con dinámica total de cambio.

Cuadro 8. Características básicas promedio por regiones (superficie en km²)

Dato	Norte	Centro	Sur	Suma
Sup. de unidad de estudio	3670.63	3852.45	3917.77	11440.85
Sup. con veg. ftal. INEGI	2573.27	2470.92	3234.77	8278.96
Sup. con veg. ftal INFP	2315.66	1942.4	2351.76	6609.82
Sup. ftal. con cambio.	257.61	528.52	883.01	1669.14
Sup. total con cambio	398.47	718.22	1067.24	2183.93

Las características generales muestran un mayor dinamismo en los cambios de uso del suelo en la región Sur y menor en la región Norte. Así mismo el cambio en la superficie con vegetación forestal entre la existente al principio del periodo de estudio (cartas INEGI) y la resultante al final (Cartas INFP) es significativamente mayor en el Sur y menor en el Norte.

En terminos de porcentaje se reporta que:

- La presencia de cobertura con vegetación forestal es:

Al	Norte	Centro	Sur
Inicio (INEGI)	70%	64%	82%
Final (INFP)	63%	50%	60%

- La variación total en el cambio de uso del suelo es por Región: Norte 11%, Centro 19% y Sur 27%.

Por lo tanto: la mayor dinámica de cambio, tanto de cobertura forestal como de otros usos del suelo se da en la REGIÓN SUR.

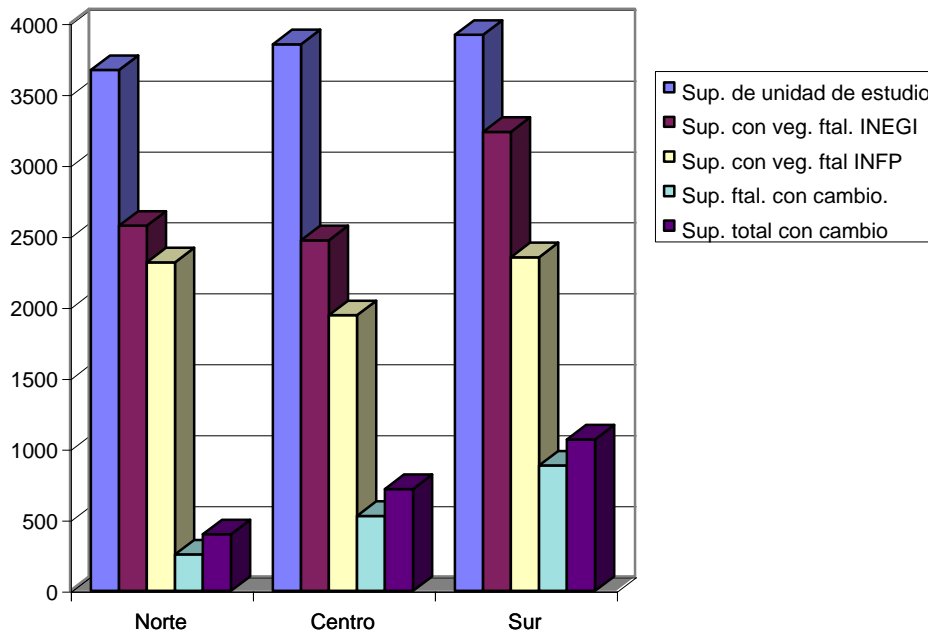


Figura 2. Características básicas por región en el cambio del uso del suelo.

B. Identificación del Cambio.

El siguiente cuadro resalta el análisis en la identificación del Origen del Cambio y el Destino del mismo, mediante las cifras de reducción y la respectiva ampliación en las principales unidades de uso del suelo

Cuadro 2. Principales cambios promedio en el uso del suelo por regiones (sup. en km².)

REGIÓN	NORTE	CENTRO	SUR	Suma
Reducción de áreas				
matorral	61.42	13	22.9	97.32
selvas	21.37	314.24	692.16	1027.77
bosques	201.08	257.76	202.42	661.26
agropecuarias	115.1	133.29	149.78	398.17
suma	398.97	718.29	1067.26	2184.52

Ampliación de áreas				
Arbolada	27.56	41.59	27.32	96.47
matorral	10.09	21.8	14.68	46.57
agropecuaria	2.82	0	0	2.82
Areas perturbadas	358.83	654.91	1025.8	2039.54
suma	399.3	718.3	1067.8	2185.4

El método de identificación del Origen del cambio en el uso del suelo y el Destino del mismo; permitió observar el promedio total en la reducción de superficie en las principales Clases de uso del suelo y la ampliación respectiva.

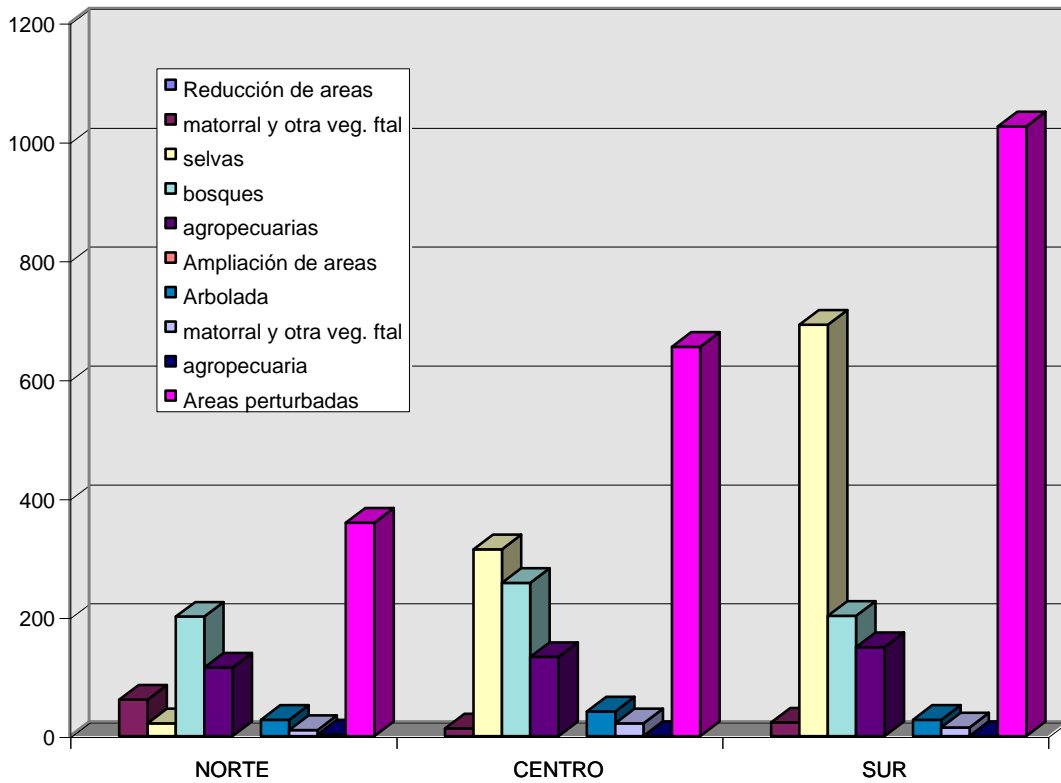


Figura 2. Principales cambios en el uso del suelo con origen y destino del cambio

En relación a las clases que dieron origen a cambios en el uso del suelo o sea las que se vieron afectadas en reducción de su área original, resaltan las siguientes observaciones:

1. Los ecosistemas de Selvas muestran mayores tendencia de cambio con respecto a bosques y matorrales. Por regiones, el Sur muestra las mayores reducciones de área (67% del total), le sigue el Centro con el 30% y por ultimo el Norte con tan solo el 3%.
2. Los matorrales aún cuando muestran reducciones en todas las regiones, es evidente su mayor cuantía en la región norte, en donde consecuentemente hay mayor existencia de vegetación de zonas áridas y semiáridas.

3. Por su parte los ecosistemas de Bosques mantienen valores de cambio en sentido de reducciones relativamente similares en las tres regiones. Resultando ligeramente mayor en la Región Centro.
4. Por ultimo, se observan valores significativos de reducción de áreas bajo uso agropecuario: Esto ligeramente similar en las tres regiones, con cierta tendencia de ser menor en la región norte y mayor en la región sur.

Con respecto al destino en los cambios de uso del suelo mostrada en la ampliación de su superficie, destacan las siguientes observaciones en las principales clases de uso.

1. La vegetación forestal y los matorrales muestran una ligera recuperación en superficie, siendo mayor su tendencia en la región centro y ligeramente similar en el norte y sur.
2. Por su parte las áreas agropecuarias muestran una ligera ampliación en la región norte, correspondiente estas a una zona bajo riego.
3. En general las cifras muestran que más del 90% del origen de cambio tiene su destino en las Areas Perturbadas. Sus valores son significativamente diferentes entre regiones, siendo evidente la tendencia de ser menor en la región norte y mayor en el sur.

Por lo tanto se concluye :

A. En relación al Origen del Cambio (reducción de áreas) :

- La Selva como el ecosistema con mayor reducción de área (47%) y al Matorral con la menor reducción (4.5%).
- La Región Sur con el mayor porcentaje (49%) en cambio de uso del suelo.

B. En relación al Destino del Cambio (ampliación de áreas) tiene el siguiente comportamiento:

- El 93% tiene su destino en áreas Pertubadas.
- La ampliación de áreas arboladas es tan solo del 4.4% y de matorral el 2%.
- Las áreas agropecuarias muestran tan solo una pequeña ampliación en la región Norte (0.13%)

C. Tasas de Cambio.

El siguiente cuadro muestra los valores de Tasas de Cambio, las cuales por razones propias al nivel del estudio deben ser consideradas como indicadores generales que diagnostican a nivel de región y nacional la dinámica de cambio en cada concepto señalado. Las Tasas de

Cambio se expresan en porcentaje anual con respecto al total de la superficie del concepto correspondiente.

Cuadro 3. Tasas de cambio promedio por regiones y nacional en los principales conceptos de estudio. (en % anual)

TASA	NORTE	CENTRO	SUR	Suma	Prom.Nal.
DE CAMBIO TOTAL	0.688	1.162	1.95	3.8	1.267
DE DEGRADACIÓN	0.47	0.641	1.03	2.141	0.714
DE FRAGMENTACIÓN	0.693	1.662	2.59	4.945	1.648
DE DEFORESTACIÓN	0.184	0.324	0.7	1.208	0.403
DE RECUPERACIÓN	0.067	0.179	0.07	0.316	0.105
DE ABANDONO DE TIERRAS AGROP.	1.447	1.035	1.94	4.422	1.474

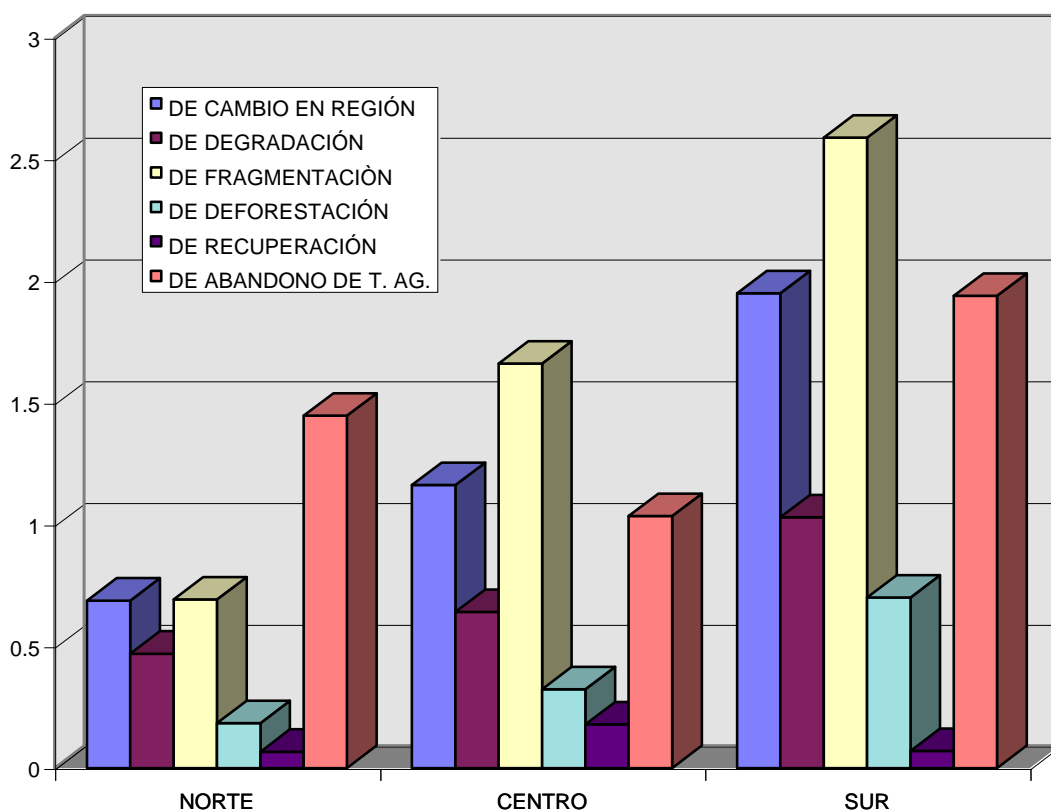


Figura 3. Tasas Promedio de Cambio por Región

A partir de las Tasas de Cambio es posible concluir que:

- La Deforestación es un proceso que se origina con la degradación y fragmentación de las áreas arboladas.
- Las áreas fragmentadas pueden representar la deforestación del futuro.

- La alta Tasa de abandono de tierras agropecuarias puede ser indicador de la migración y/o reducción de la población rural o de suelos no aptos para estas actividades.

De acuerdo a los Tipos de Tasas y su aplicación a las correspondientes superficies de afectación, reportan cambios anuales para el período de estudio de las siguientes magnitudes:

Cuadro 4. Estimación anual de la superficies afectadas a nivel nacional por Tipo de Tasa

TIPO DE TASA	Promedio Nal.	sup. con cambio anual (miles de ha)
de cambio total	1.267%	2457.140
de degradación	0.714%	406.080
de fragmentación	1.648%	937.282
de deforestación	0.403%	229.202
de recuperación	0.105%	59.717
de abandono de Tierras. Agropecuarias	1.474%	769.259

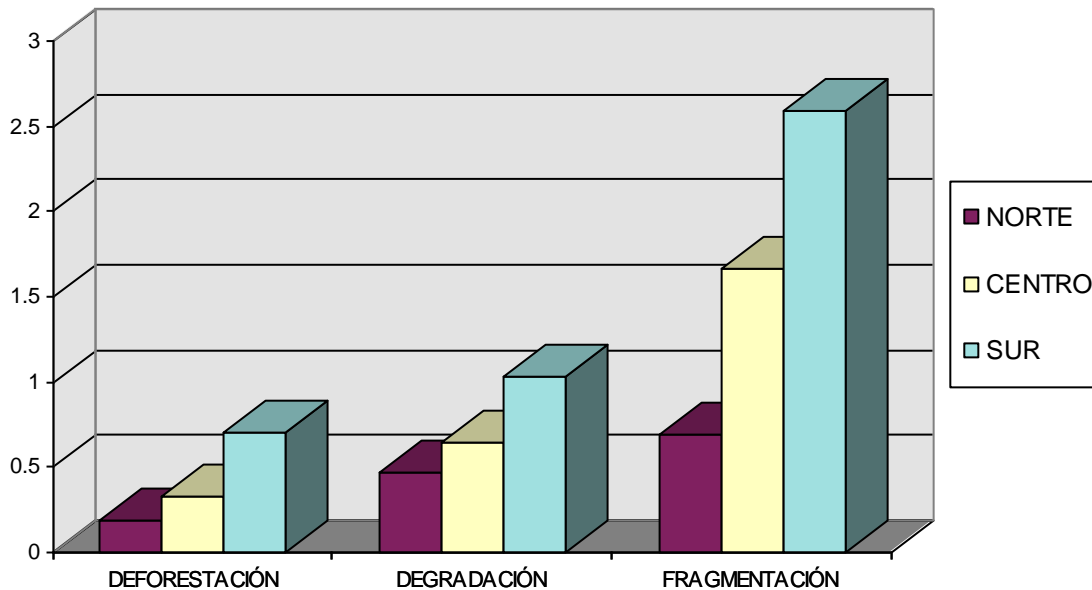


Figura 4.-Relación proporcional entre las Tasas de Fragmentación, Degradación y Deforestación

D. Interpolación y extrapolación de datos.

Apoyados en la fórmula : $X_n = X_o (1 + r)^n$ se procedió a calcular la variación de la superficie forestal, interpolando los datos iniciales y finales de superficie con vegetación forestal obtenidos en cada Unidad o fracción de estudio, para los periodos reales de tiempo marcados en cada Carta según la fecha del material con que se elaboraron.

Lograda la interpolación se procedió a extrapolar los datos para cada Unidad, marcando como periodo base el comprendido entre 1970 y 1995.

Este proceso de calculo permitió obtener la superficie teórica anual con vegetación forestal en cada Unidad de estudio

Cuadro 5. Superficie promedio anual estimada con vegetación forestal en Unidad de estudio en el periodo de 1970 a 1995.

AÑO	REGIÓN (Sup. km2)			NACIONAL KM2
	NORTE	CENTRO	SUR	
1970	2671.69	2694.58	3719.23	3028.50
1971	2657.46	2642.24	3636.39	2978.70
1972	2637.41	2590.01	3557.64	2928.36
1973	2617.71	2540.54	3482.52	2880.26
1974	2598.32	2493.60	3410.65	2834.19
1975	2579.18	2448.84	3342.48	2790.17
1976	2560.36	2406.25	3277.88	2748.16
1977	2541.71	2365.63	3216.72	2708.02
1978	2523.39	2326.87	3158.88	2669.71
1979	2505.32	2289.85	3104.25	2633.14
1980	2487.57	2254.42	3028.84	2590.28
1981	2470.12	2212.58	2955.02	2545.91
1982	2452.97	2180.41	2884.22	2505.87
1983	2436.12	2149.52	2816.29	2467.31
1984	2419.56	2119.82	2751.12	2430.16
1985	2403.29	2090.90	2688.56	2394.25
1986	2387.29	2063.05	2628.50	2359.61
1987	2371.57	2036.20	2570.83	2326.20
1988	2356.12	2010.29	2515.44	2293.95
1989	2340.94	1985.26	2462.23	2262.81
1990	2326.02	1961.06	2411.10	2232.72
1991	2311.35	1937.63	2361.95	2203.64
1992	2296.93	1914.93	2314.71	2175.52
1993	2282.77	1892.91	2269.28	2148.32
1994	2268.84	1871.55	2225.59	2121.99
1995	2255.15	1850.80	2183.56	2096.51

Las gráficas de estos datos nos permiten apreciar entre otros aspectos lo siguientes

- El comportamiento de la variación anual en superficie por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales en cada una de las tres regiones para el periodo de 1970 - 1995. (Figura 5)
- El rango de amplitud del cambio en el uso del suelo de los terrenos forestales en cada región. (Figura 6)

**VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE CON VEGETACIÓN FORESTAL
(Periodo 1970-1995)**

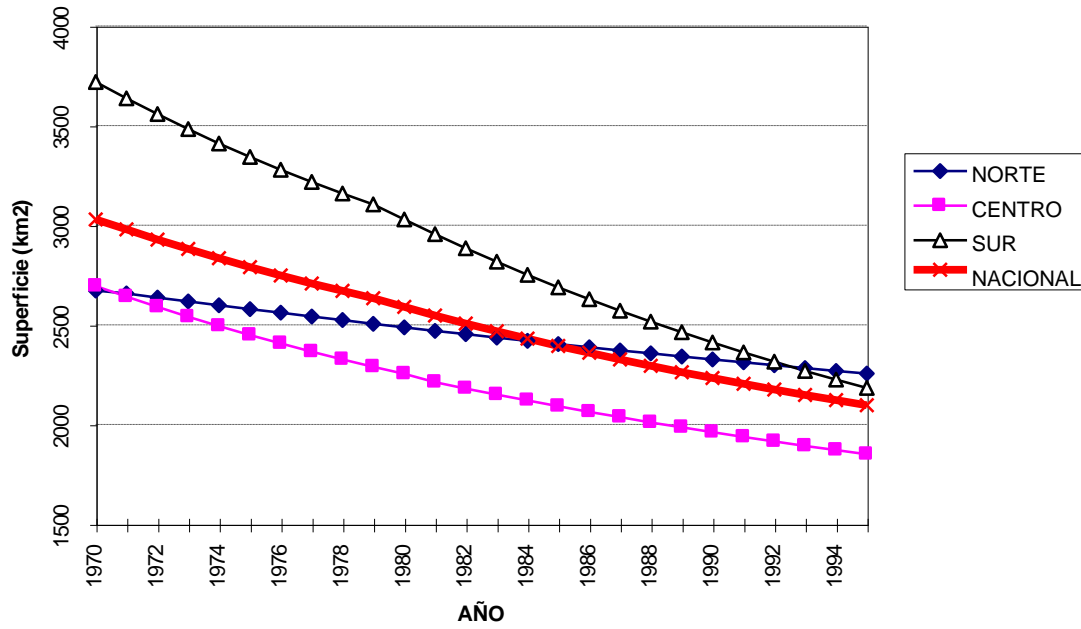


Figura .5 Tendencia estimada en el cambio de uso de suelo de terrenos con vegetación forestal.

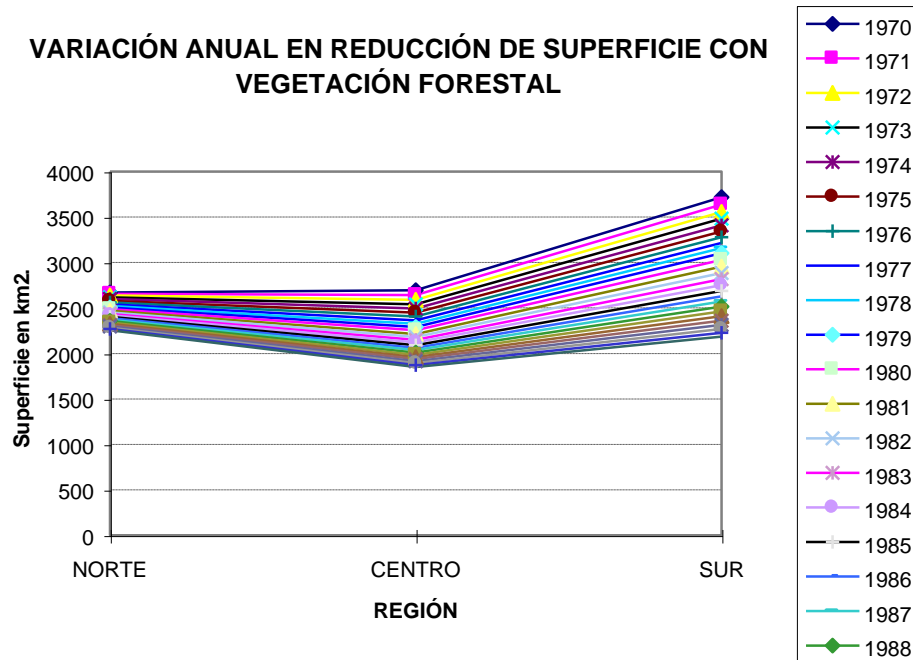


Fig. 6.- Rangos de variación anual de la superficie con vegetación forestal
6. ANALISIS E INTERPRETACIÓN.

Cuando el método de comparación cartográfico es hecho exclusivamente en forma gráfica para determinar la dinámica de cambio en un periodo determinado, provoca resultados erróneos que pueden ser causados por diferencias entre los materiales usados en cada una de los procesos de elaboración (fotografías aéreas o imágenes de satélite) así como a diferencias en criterios de clasificación y precisión entre una cartografía y otra; incluyendo procesos de fotointerpretación, procesamiento de imágenes, muestreos de campo o desplazamientos por proyecciones cartográficas.(FAO 1994)

Las experiencias anteriores se corroboraron cuando se aplicaron interpretaciones gráficas a las fracciones de estudio cartográficas y en la generación del tercer mapa. Para evitar dichos errores se tomó al proceso numérico como base del estudio apoyado en el Método de Síntesis - Origen -Destino y auxiliándose desde luego en la cartografía cuando los cambios en el uso del suelo resultaban ilógicos (p.ej. cambio de Bosques a matorrales o selva).

El análisis numérico y gráfico de los resultados obtenidos llevo a varias conclusiones preliminares, tales como el no haber tomado a la diferencia entre la superficie con vegetación forestal encontrada en la cartografía INEGI y la encontrada en la del INFP como el concepto de deforestación, ya que el desconocer el destino de dicho cambio implicaba ignorar si efectivamente el cambio se había dado hacia áreas sin vegetación arbolada, tales como las agropecuarias por ejem.

Confirmado que más del 90% del origen del cambio tenía su destino en las áreas perturbadas identificadas por el INFP se considero necesario su estudio detallado en los Espaciomapas de INEGI, los cuales resultaron sumamente útiles por sus características idénticas a la cartografía originalmente empleada y a las fechas de las imágenes de satélite con que fueron elaborados.

El tratar de determinar en las áreas perturbadas a la deforestación dio como origen identificar las diferentes condiciones de la vegetación forestal en dichas áreas. En términos generales puede decirse que la vegetación en ellas es una vegetación alterada, con diferentes niveles de degradación y existencia de espacios desprovistos de vegetación arbolada bajo usos agrícolas o ganaderos de subsistencia, estos terrenos regularmente son abandonados por periodos variables para descanso y/o recuperación del suelo. Así mismo se identificaron áreas con vegetación de chaparral, matorral y selvas bajas, las cuales fueron erróneamente clasificadas como perturbadas.

Se identifico además que la deforestación, salvo cuando tienen destinos de uso agropecuario resultan evidentes; ya que en términos generales su proceso esta dado a través de una sistemática degradación de las áreas arboladas mediante, primero la perdida en su calidad en especies y características, así como en la reducción de su biodiversidad y en sus individuos de mayor porte o valor en general. Posteriormente se dar la apertura de espacios para usos agrícola y/o de pastoreo. Este ultimo proceso identificado por el INFP como Fragmentación resulta ser la Tasa más elevada y en donde se puede contemplar la deforestación de los próximos años.

Por ultimo y por su importancia se identifico la llamada Tasa de Abandono de Tierras Agropecuarias, las cuales sin ser valores absolutos, sino mas bien indicativos, por su variabilidad en las llamadas áreas de descanso o por las practicas de abandono por periodos determinados, sí son de tomarse en cuenta por ser indicativas de un proceso de deforestación en tierras que por sus características de pendiente o profundidad entre otras, pierden sus propiedades productivas en pocos años quedando empobrecidas, abandonadas y sujetas a procesos de erosión.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La integración a la metodología de la interpretación de espaciomapas y del método de “síntesis origen destino” permitió resolver las limitaciones originalmente identificadas en el método exclusivo de comparación cartográfico.

La deforestación debe ser considerada como un proceso en donde se identifican a la degradación de la vegetación como un primer paso para llegar a su fragmentación y por último a la eliminación total de la vegetación arbolada.

La superficie de abandono de tierras agropecuarias resulto ser ligeramente similar en las tres regiones bajo estudio, esto puede ser resultado de los problemas sociales del país tales como migración, reducción de la población rural o abandono por empobrecimiento del suelo, erosión etc.

Por ultimo se concluye un mayor dinamismo de cambio y desde luego deforestación en los Ecosistemas de Selvas y en la Región Sur.

Ante la problemática anterior se recomienda:

Generar a nivel nacional la cartografía de la deforestación en México a fin de identificar la localización precisa de las áreas afectadas por este fenómeno. Se recomienda una escala no menor de 1:250,000.

Establecer programas de reforestación en áreas identificadas como áreas forestales abandonadas, estableciendo estos programas bajo criterios de manejo de cuenca, corrección de causas, regulación de avenidas o control de la erosión.

Identificar las áreas de fragmentación de selvas y bosques para instrumentar en ellas programas de manejo forestal, generación de fuentes de trabajo y concientización a fin de evitar su avance a la deforestación..

8. BIBLIOGRAFIA

- CONAF. 1991. Marco de referencia sobre estimaciones de deforestación en México. Consejo Técnico Consultivo Nacional Forestal. Grupo de Trabajo sobre Deforestación. Inédito. México, D.F.
- FAO. 1995. Evaluación de los recursos forestales (1990), países tropicales . Estudios FAO Montes, núm. 112. Roma.
- Mas, J. Francois, et. al. 1996. Elaboración de un modelo de simulación del proceso de deforestación. Investigaciones Geográficas. Boletín núm. especial 5. México, D.F.
- SARH.1994. Inventario Nacional Forestal Periódico. Memoria Nacional. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. México, D.F.
- SEMARNAP 1997. Propuesta metodológica para determinar el estado actual de la cobertura forestal y evaluar su dinámica de cambios, con énfasis en la determinación de la tasa anual de deforestación. Dirección General Forestal. Unidad del Inventario Nacional de Recursos Naturales. Inédito. México, D.F.
- SEMARNAP. 1995. Programa Forestal y de Suelo 1995 - 2000 . Subsecretaría de Recursos Naturales. Dirección General Forestal. México, D.F.
- SEMARNAP. 1997. LEY FORESTAL. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Primera edición. México D.F.
- SEMARNAP: 1996. Estudio para determinar la Tasa de Deforestación en México en el período 1973 - 1995. Términos de Referencia. Subsecretaría de Recursos Naturales. Dir. Gral. Forestal. Unidad del Inventario Nacional de Recursos Naturales. Inédito. México, D.F.
- SEMARNAP: 1997. Escenarios de Deforestación en México. Subsecretaria de Recursos Naturales. Dirección General Forestal. inédito. México, D.F.
- SEMARNAP: 1998. Cifras sobre deforestación en México. Subsecretaría de Recursos Naturales. Dir. Gral. Forestal. inédito. México, D.F.

9. ANEXOS