

# DINÁMICA DE COBERTURA FORESTAL Y URBANA 1990-2001 EN LA REGIÓN METROPOLITANA DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Claudia María Monzón Alvarado\*

Departamento de Biología

El crecimiento poblacional en la Ciudad de Guatemala y sus alrededores se ha acelerado en las últimas décadas, lo cual ha provocado un aumento en la cobertura de concreto y pérdidas de las áreas verdes. En este estudio se analizan los cambios de cobertura de concreto y de bosque durante el período de 1990 al 2001 para la región metropolitana. Para ello se realizó la clasificación de las imágenes de satélite de dichos años, confirmando el análisis con fotos aéreas y visitas de campo. Empleando el mapa de cobertura boscosa actual, se determinaron las áreas que cuentan con mayor área boscosa, que podrían ser conservadas como parte del cinturón verde metropolitano.

## CRECIMIENTO URBANO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Las áreas conocidas como Cinturones Ecológicos de la Ciudad Capital, son los barrancos aledaños al área urbana de la metrópoli y están a punto de extinguirse por las necesidades de vivienda de una buena parte de guatemaltecos que viven en la extrema pobreza. En el Congreso de la República, a través de la Comisión de Ambiente, Ecología y Recursos Naturales, se analiza la iniciativa de ley que guarda la protección de los Cinturones Ecológicos del área Urbana. En el proyecto de Metrópoli 2010, surgió la idea base para crear el proyecto de conservación de Cinturones Ecológicos. Esta iniciativa es sustentada en los índices de crecimiento poblacionales, que hacen esperar mucho más personas de las ya existentes. Se hace cada día más necesario proteger áreas verdes si se quiere conservar el medio que queda.

Con el estudio que Metrópoli 2010 realizó, se revela el número de personas que estarán asentadas en la ciudad capital para 2010, y por este motivo es necesario frenar los asentamientos humanos en los barrancos de la ciudad. El área de la ciudad alcanzaba en 1988 las 18 mil ha y se proyecta que para 2010 alcanzará 55 mil ha. En doce años, entre 1988 y 2000, se ocupó más suelo urbano que el que se ocupó en 224 años anteriores desde la fundación de la ciudad

en 1776. Este crecimiento no ha sido ordenado y ha seguido más bien la lógica de los patrones de asentamiento según las capacidades socioeconómicas de la población, la dirección de los ejes principales de circulación, es decir acceso y salida de la ciudad, así como las características geomorfológicas del valle de la ciudad (García 2000).

Actualmente existen 12,000 hectáreas de áreas verdes en barrancos capitalinos, que están sirviendo como protectores ambientales, para atraer lluvias y evitar erosiones. La Comisión de Ambiente, Ecología y Recursos Naturales del Congreso de la República, pretende entrar al rescate de estas áreas que están en peligro de extinción (Hernández 2000). Las zonas de protección, que de hecho serían parte de un cinturón ecológico metropolitano, son los monumentos naturales del Volcán Pacaya y Volcán de Agua, el Parque Nacional Naciones Unidas y la reserva de manantiales del Cerro Alux. En la administración de estas áreas participan el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), el Instituto Nacional de Bosques, algunas municipalidades y la Fundación Defensores de la Naturaleza en el caso del Parque Nacional de Naciones Unidas. Asimismo cabe destacar el Parque Nacional Kaminaljuyú, que aunque es un parque de patrimonio cultural y no natural, debe fortalecer su manejo en función del turismo.

Se tiene conocimiento de un estudio realizado sobre la flora en el municipio de Guatemala, (Bustamente *et al.*, 2000) en el cual se determinaron las especies vegetales de los arriates según la zona capitalina. Este es un estudio ecológico cuya área de interés es el municipio de Guatemala. El presente estudio es una contribución a nivel de paisaje, en el que se toman en cuenta todos los municipios de la región metropolitana, para determinar los cambios de cobertura vegetal durante el período de 1990 a 2001. Utilizando imágenes de satélite y clasificándolas por tipo de cobertura, se determinaron los bosques más extensos de la ciudad, que podrían servir como cinturones ecológicos.

\*Estudiante de 5o. año, realizó este trabajo para el curso Estudio de Verano, 2003

## OBTENCIÓN DE COBERTURAS POR MEDIO DE IMÁGENES DE SATÉLITE

Las imágenes de satélite son empleadas desde hace más de dos décadas para el análisis de coberturas; inicialmente se empleaban para fines militares, aunque actualmente su uso se ha diversificado hasta tener aplicaciones en la conservación. Con esta herramienta se puede realizar ecología de paisaje, es decir obtener la idea global de las coberturas con las que cuenta un área.

Cada tipo de cobertura absorbe o refleja la luz de una forma distinta, lo que es llamado la absorbancia de una superficie. Por ejemplo, la cobertura urbana refleja una mayor cantidad de luz que un bosque, ya que este último emplea la energía luminosa para el proceso de fotosíntesis. El resultado de estas diferencias de absorbancia para cada superficie, es un color o tonalidad específica para cada cobertura.

A partir de este conocimiento, en Guatemala se han empleado imágenes de satélite para la clasificación de coberturas en un área. En la mayor parte de análisis de este tipo, así como en este estudio, se determinan las coberturas siguiendo la clasificación que se muestra en el cuadro 1. En éste se explica el color esperado en una imagen de satélite Landsat 7 empleando una combinación de bandas 4, 5, 6.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El área de estudio se definió como los municipios del departamento de Guatemala que cuentan con una parte de concreto metropolitano dentro de su perímetro. Se tomó en cuenta los municipios de Chiantla, Guatemala, Mixco, Petapa, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva.

### Cambio de Cobertura Vegetal y Cobertura Urbana en 1990 / 2001

Para determinar los cambios de cobertura boscosa y urbana, se clasifican las imágenes de los años de interés, en este caso 1990 y 2001, calculando las áreas (km<sup>2</sup>) de dichas superficies en los años de estudio. Este análisis se realizó con base en cambio de área (km<sup>2</sup>) y en relación a un cambio porcentual. A continuación se muestra cómo se calculó el cambio porcentual:

$$\text{Cambio porcentual} = \frac{\text{Área 2001} - \text{Área 1990}}{\text{Área 1990}} \times 100$$

Se obtienen cambios positivos como un aumento y cambios negativos como un descenso.

Cuadro 1. Clasificación del tipo de cobertura para la interpretación de las imágenes

Bosque	En esta categoría se incluyen los bosques maduros y los bosques secundarios indistintamente	Se observa con un color rojo ocre
No bosque	Centros urbanos: se dibujó un polígono del área con cobertura de concreto para los años de estudio	Se observan de una tonalidad gris
	Agrícola: Incluye cultivos y café	Los cultivos intensivos se observan rojo intenso El suelo limpio se observa verde-agua
Cuerpos de agua	Lagos	Se observan completamente negros
Otros	Nubes y sombras	Blancos y negros respectivamente

Fuente: Elaboración propia según metodología propuesta

### Análisis de la información

Como parte del trabajo de laboratorio se realizó un breve análisis de la clasificación de las imágenes y se determinaron las áreas críticas de protección según los criterios siguientes:

- las áreas en las que se ha perdido más bosque en el área metropolitana
- las áreas que han sufrido menos cambios
- las áreas que han permanecido igual

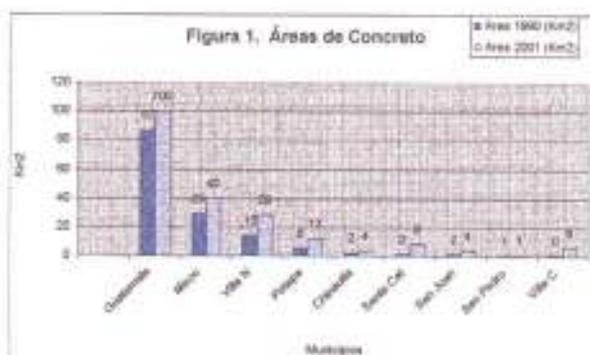
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cambio en la cobertura de concreto

Según la clasificación de las imágenes de satélite Landsat TM, se determinó que la región metropolitana aumentó en 60Km<sup>2</sup> de área urbana durante el periodo de estudio. La Figura 1 compara el área de concreto (Km<sup>2</sup>) en 1990 y en 2001, en este se observa que los municipios de Guatemala, Mixco y Villa Nueva son los que cuentan con mayor área de concreto. Sin embargo se constata que los municipios de Petapa, San Juan Sacatepéquez, Santa Catarina Pinula y Villa Canales han tenido un aumento de más del 100% lo que implica que estos por lo menos duplicaron su extensión de concreto. Villa Canales y Santa Catarina Pinula han aumentado 1150% y 400% respectivamente. El análisis desde esta perspectiva, nos indica las áreas que han ganado más concreto pero no necesariamente las que han perdido más bosque. Esto se debe responder con el análisis desde el punto de vista de cobertura vegetal.

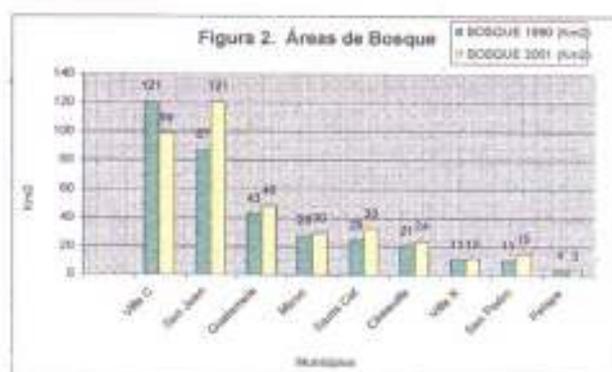
### Cambio en la cobertura de bosque

Empleando la clasificación de cobertura de bosque en 1990 y 2001, se puede constatar que en esta década se produjo un aumento de cobertura boscosa de 33.17km<sup>2</sup>; esto implicaría por lo tanto, grandes esfuerzos de reforestación en los municipios. Asumiendo que ha habido algunos esfuerzos por reforestar, como en San Pedro Sacatepéquez (4.7km<sup>2</sup>), Guatemala (5.5km<sup>2</sup>), y Santa Catarina Pinula (8km<sup>2</sup>), el dato que se obtiene en San Juan Sacatepéquez es sorprendentemente elevado siendo de 34 km<sup>2</sup> (ver Figura 2). Se debe investigar a qué se debe este valor: puede ser debido a que en este municipio se realicen cultivos forestales, reforestaciones o puede ser error de la imagen y la clasificación. Cabe mencionar que San Juan Sacatepéquez es el municipio que cuenta con mayor cobertura de bosque, y es además el único municipio que presenta un cambio de cobertura positivo; 87km<sup>2</sup> en 1990 y 121km<sup>2</sup> en 2001. Este tipo de bosque debería ser tomado en la planificación del cinturón verde metropolitano.



FUENTE: Elaboración propia empleando las imágenes de satélite Landsat 7 de 1990 y 2001

Figura 1. Áreas de concreto en km<sup>2</sup> (1990-2001) en los municipios del departamento de Guatemala



FUENTE: Elaboración propia empleando las imágenes de satélite Landsat 7 de 1990 y 2001

Figura 2. Áreas de bosque en km<sup>2</sup> (1990-2001) en los municipios del departamento de Guatemala

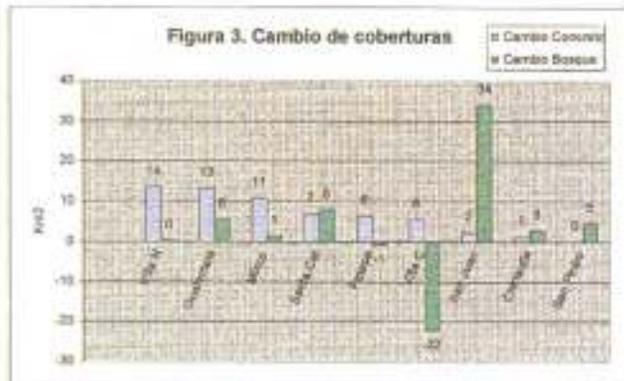
Si analizamos las Figuras 2 y 3, con respecto al municipio de Villa Canales, se logra determinar que éste es el de mayor cobertura forestal en el 2001, y es además, el que ha perdido mayor cobertura forestal en la última década (22 km<sup>2</sup>). Esto nos indica la susceptibilidad de esta área a cambios de la cobertura forestal por presiones urbanísticas (incremento de 0.5km<sup>2</sup> en 1990 a 6km<sup>2</sup> en 2001).

El análisis de cobertura boscosa permite determinar de forma preliminar las áreas con mayor área de bosque y éstas pueden ser sugeridas como parte del cinturón verde del área metropolitana.

### Áreas sugeridas para conformar el cinturón ecológico

Se determinaron las áreas que cuentan con una mayor cobertura boscosa y se sugiere que éstas

sean tomadas en cuenta para conformar el cinturón ecológico del área metropolitana. La localización de estas áreas puede encontrarse en el mapa de cobertura forestal de 2001.



FUENTE: Elaboración propia empleando las imágenes de satélite Landsat 7 de 1990 y 2001

Figura 3. Cambio de coberturas en los municipios del departamento de Guatemala.

Cuadro 2. Áreas boscosas del cinturón metropolitano y municipio al que pertenecen

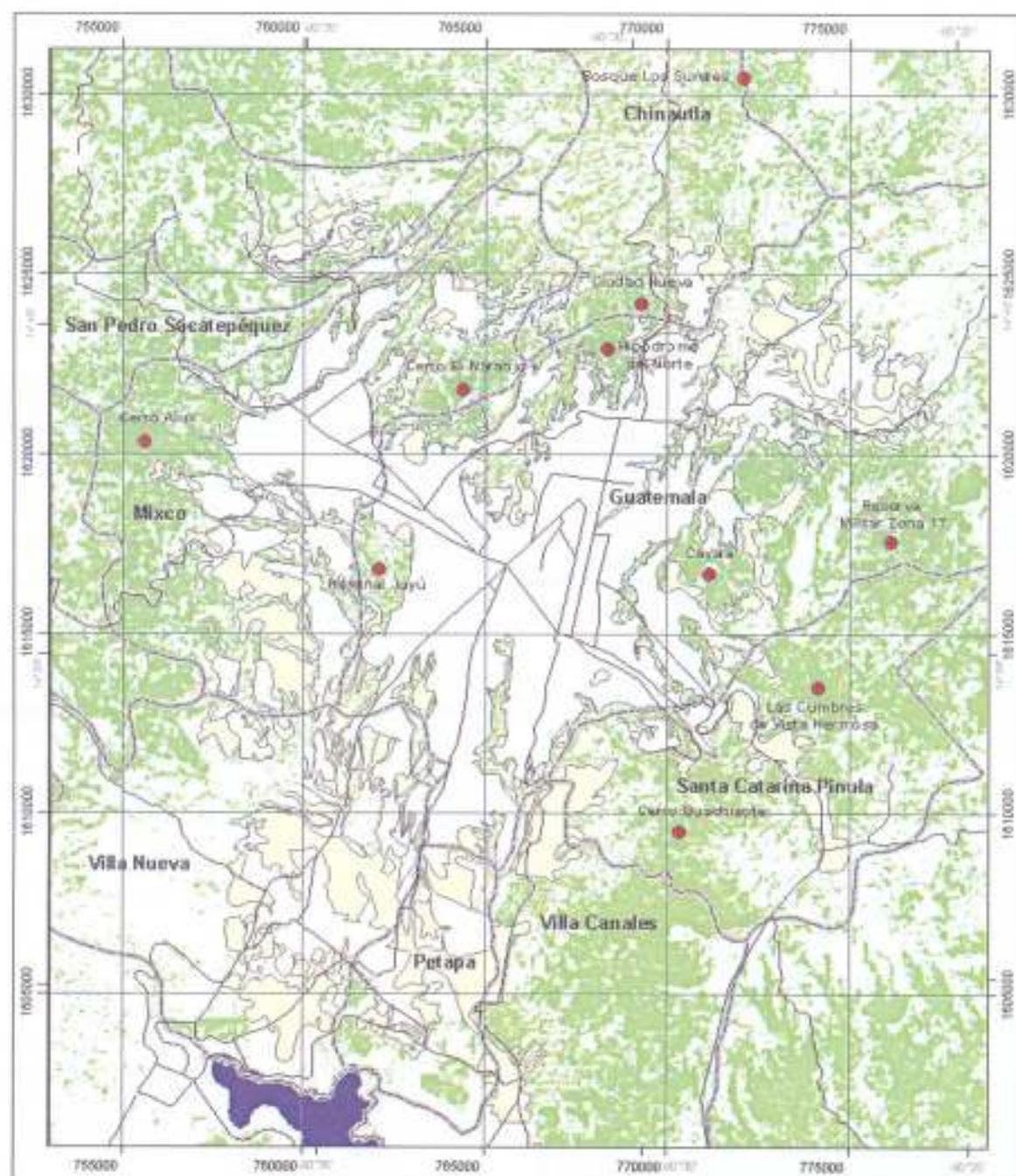
	Área boscosa	Municipio
1	Cerro Alux	Mixco San Pedro Sacatepéquez
2	Kaminal Juyú	Guatemala
3	Cerro Guachisote	Villa Canales
4	Las Cumbres de Vista Hermosa	Santa Catarina Pinula
5	Cayalá	Guatemala, zona 16
6	Reserva Militar	Guatemala, zona 17
7	Bosque Los Suretes	Chinautla San Pedro Ayampuc
8	Ciudad Nueva	Guatemala, zona 2
9	Hipódromo del Norte	Guatemala, zona 2
10	Cerro El Naranjo	Guatemala, zona 7

De las 10 áreas propuestas como áreas boscosas que conformen el cinturón ecológico metropolitano, 4 están protegidas de una forma u otra. El Cerro Alux es un área protegida con la categoría de Área Protectora de Manantiales; Kaminal Juyú es un área Monumento Cultural el cual sería interesante conservar también desde la perspectiva natural. La reserva militar de la zona 17 no fue delimitada para fines de conservación pero cumple con la protección debida. Por último está Cayalá, que es fruto de los primeros esfuerzos por conservar barrancos.

El cerro Guachisote, en el municipio de Villa Canales, cuenta con una extensa cobertura de bosque, similar a la del Cerro Alux. Este sería un área esencial de protección para la delimitación del cinturón ecológico de la ciudad. Se propusieron también parches de bosque que se encuentran en las periferias cercanas de la ciudad, tales como el barranco de Ciudad Nueva, el hipódromo del Norte, y el cerro el Naranjo. Para este último es interesante comentar que esta área ha conservado su cobertura vegetal debido a que es un área privada. Se debería de motivar a los dueños del área para que declararan el área como un área protegida privada. Según el mapa de cobertura del 2001 se constata que el cinturón verde de la metrópoli sería factible en las regiones al oeste y al este, sin embargo en el norte y en el sur este no sería posible, ya que no hay áreas con cobertura boscosa. Sin embargo para el área sur, CONAP tiene declarados como áreas que conformarían el cinturón verde a los volcanes de Agua y Pacaya, así como el Parque Naciones Unidas. A pesar de que estos se encuentran más alejados que las áreas propuestas, sí podrían servir de cinturón ecológico.

## CONCLUSIONES

- Los municipios que cuentan con una mayor extensión de concreto y que han aumentado más su área de concreto en la última década son Guatemala, Mixco y Villa Nueva.
- Los municipios que han aumentado más su área de concreto en porcentaje de cambio son Petapa, San Juan Sacatepéquez, Santa Catarina Pinula y Villa Canales, teniendo el último un aumento de más de 1000%, lo que implica que se multiplicó 10 veces el área de concreto de este municipio en los últimos 10 años.
- Las zonas dentro de la región metropolitana que cuentan con cobertura forestal son Cerro Alux, Kaminal Juyú, Cerro Guachisote, Cumbres de Vista Hermosa, Cayalá, Reserva Militar zona 17, Los Suretes, Ciudad Nueva, Hipódromo del Norte y Cerro el Naranjo



**Figura 4**  
**Dinámica de la Cobertura Forestal**  
**1990-2001**  
**en el Área Metropolitana**

Laboratorio de Sistemas de Información  
 Geográfica y Sensores Remotos  
 Universidad del Valle de Guatemala

**LEYENDA**

- Áreas propuestas
- Vías principales
- Límites Municipales

Imágen de satélite Landsat 7 del 8/12/2000

<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #4CAF50; border: 1px solid black;"></span> Bosque en 2001	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFFFFF; border: 1px solid black;"></span> No bosque
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFF9C4; border: 1px solid black;"></span> Aumento de concreto 1990-2001	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #3949AB; border: 1px solid black;"></span> Agua

Escala 1: 150 000

0 2 4 Km

Fecha:  
 Base de datos digital  
 MNGA escala 1:250,000  
 Imágen Landsat 7, 8 de 2000  
 Polígono de usos y tipos de cobertura  
 propuesta por el IMGR de 2000  
 Coordenada UTM Zona 18N  
 Etiqueta de Campo  
 Datos WGS 84  
 Imágen 4/8/2002  
 Elaborado por Carolina Buxafina

Figura 4. Mapa de la dinámica de la cobertura forestal (1990-2001) en el área metropolitana del departamento de Guatemala.

- Los municipios que tienen más bosque en el 2001 son Villa Canales y San Juan Sacatepéquez
- Los municipios que tienen menos bosque en el 2001 son Petapa y San Pedro Sacatepéquez

## RECOMENDACIONES

- Sería interesante elaborar un análisis de las áreas boscosas en función de la topografía, elaborando modelos tridimensionales que incluyan el relieve. Es decir, determinar de los diez bosques observados en el mapa 2001, cuales son los que se protegen por su propia topografía
- Determinar cuáles son los bosques que tienen más amenazas debido al crecimiento de la capital ya que no cuentan con protección por la topografía
- Determinar cuáles han sido las áreas en las que ha habido reforestación en la última década, investigando en instituciones privadas, en el INAB o en las municipalidades de este estudio.
- Realizar visitas de campo a los lugares propuestos como zonas de conservación para el cinturón ecológico, y determinar la calidad de los bosques.

- Utilizar fotos aéreas para confirmar la clasificación elaborada a partir de las imágenes de satélite, sobre todo para alimentar un análisis de cambio de cobertura vegetal.
- Emplear un análisis estadístico para determinar si los niveles de cobertura 1990-2001 identificados en este estudio son significativamente distintos.

## BIBLIOGRAFÍA

Bustamante, D., J. E. Hernández, N. Montés, A. Durán, L. Paredes, F. Arévalo, J. Soto, L. López, A. Velásquez. 2000. *Contribución al estudio de la flora urbana de la Ciudad de Guatemala*. Trabajo final curso Ecología Vegetal. Universidad San Carlos de Guatemala.

CONAE. 1999. *Política nacional y estrategias de desarrollo del SIGAP*. Guatemala: SIGAP.

García, V. S. 2000. *El crecimiento espacial de la Ciudad de Guatemala: ¿un desorden permitido?* Guatemala: AVANCSO.

Hernández, V. 2000. *Cinturones ecológicos en peligro por las necesidades producto de la pobreza* en *Diario la Hora*, 15 de abril 2000.

mamoshtex@yahoo.com