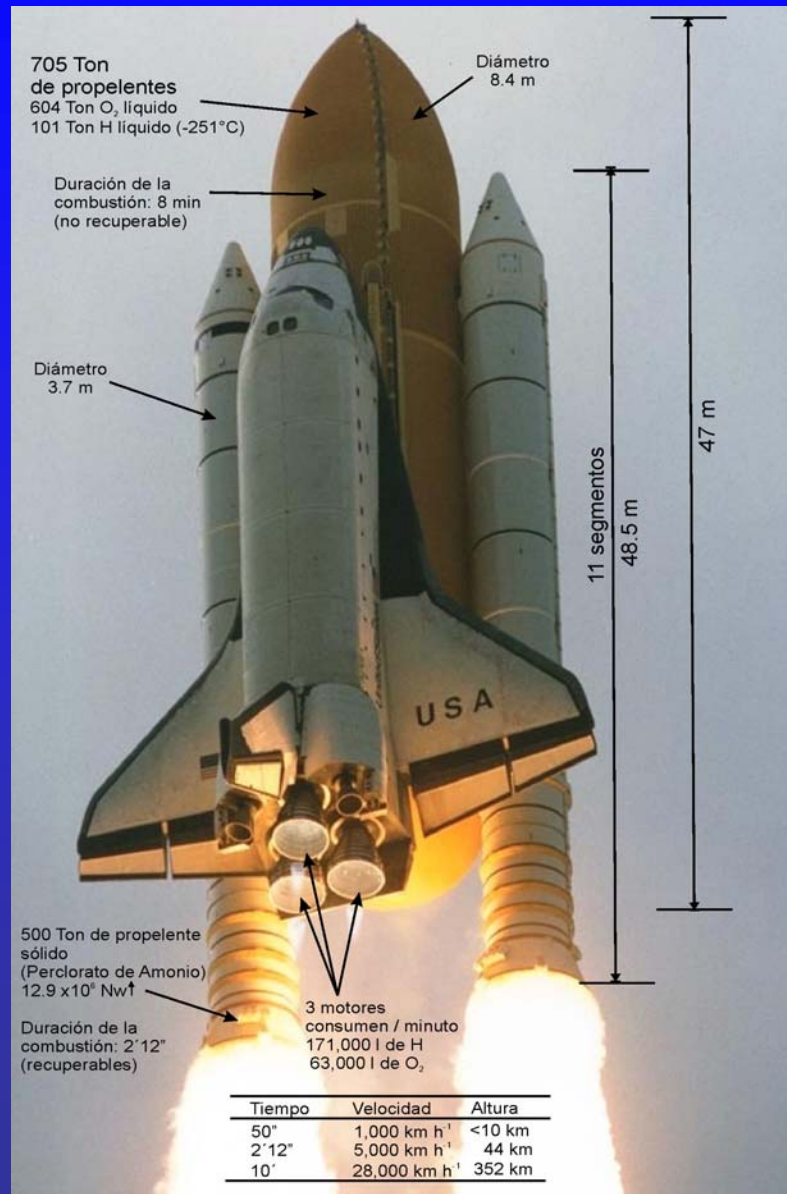


**Relación geoespacial de datos de
ozono aplicando el sensor TOMS con
datos de AVHRR a nivel estatal en
Durango: aplicaciones con I2**

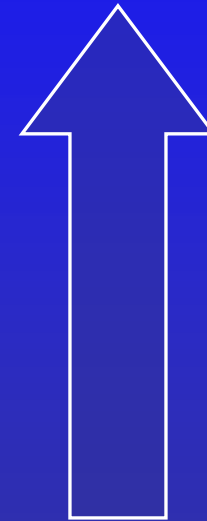
Juan J. Martínez Ríos
Universidad Juárez del Estado de Durango

Vámonos al espacio...



Velocidad de escape

11.16 km s⁻¹



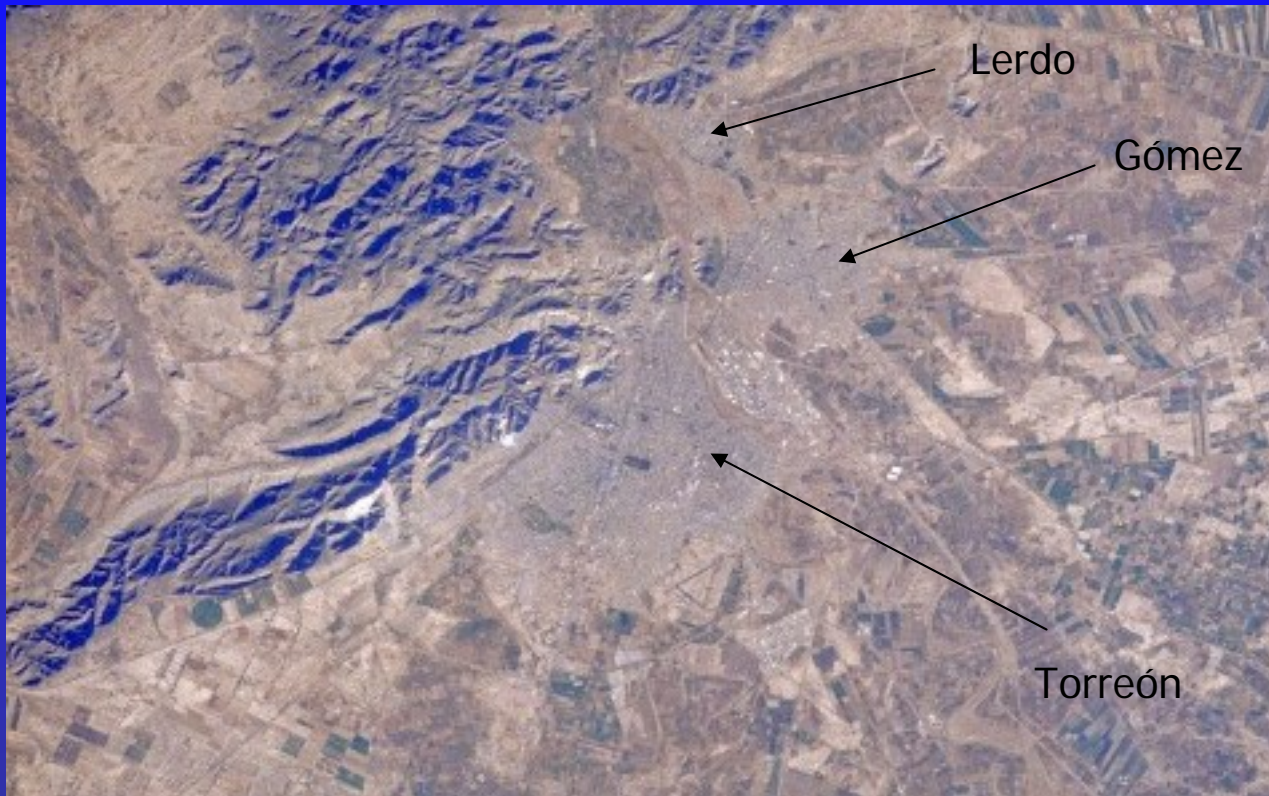
¿Se pueden estudiar los ecosistemas terrestres desde el espacio?



Estación espacial MIR

Torreón, Mexico from space

Space shuttle mission STS038, 11/18/90



Height: 116 nautical miles
sun azimuth: 230°
sun elevation: 26°

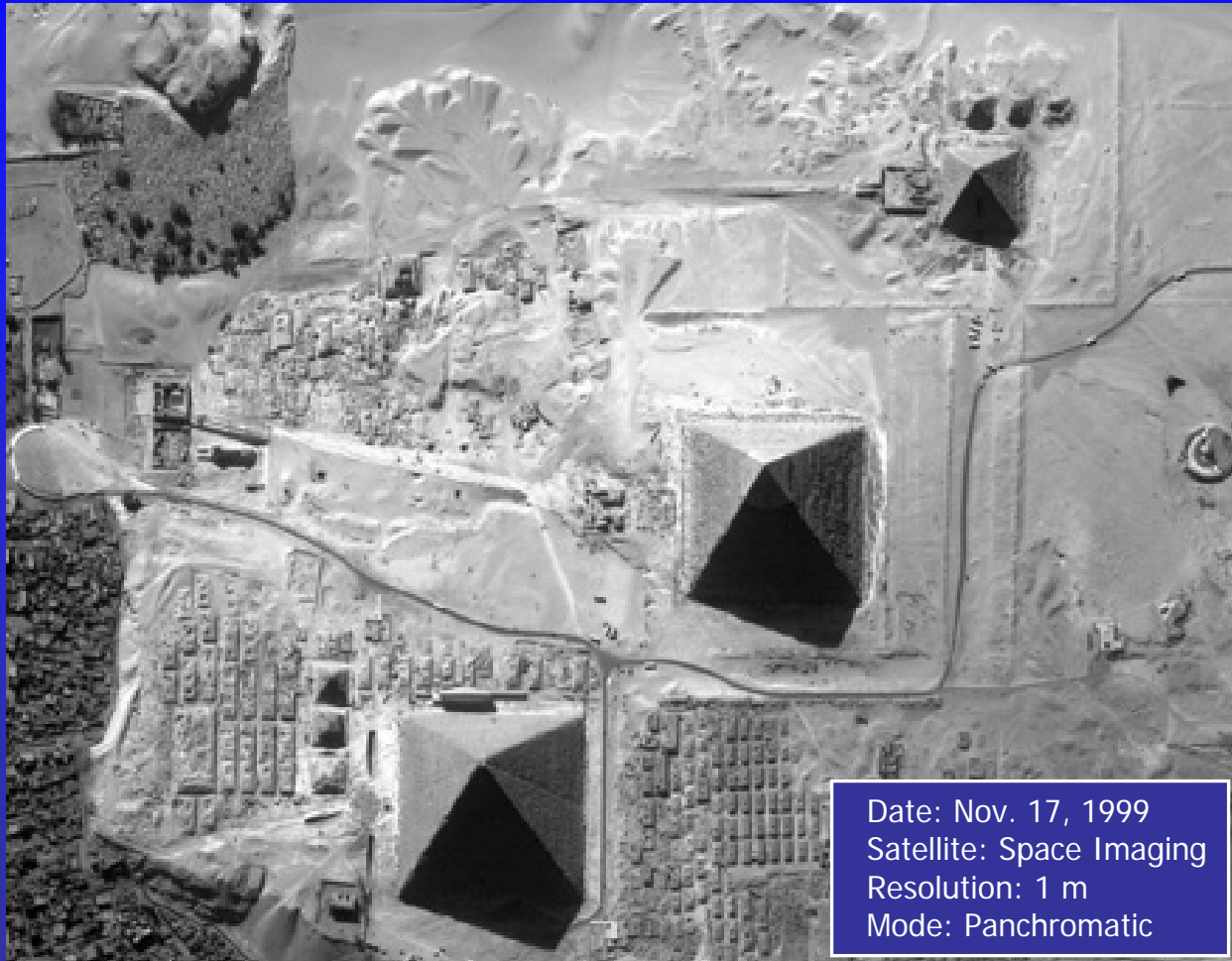
Olympic Park, Sydney Australia

(IKONOS; 4 m resolution, 09/2000)



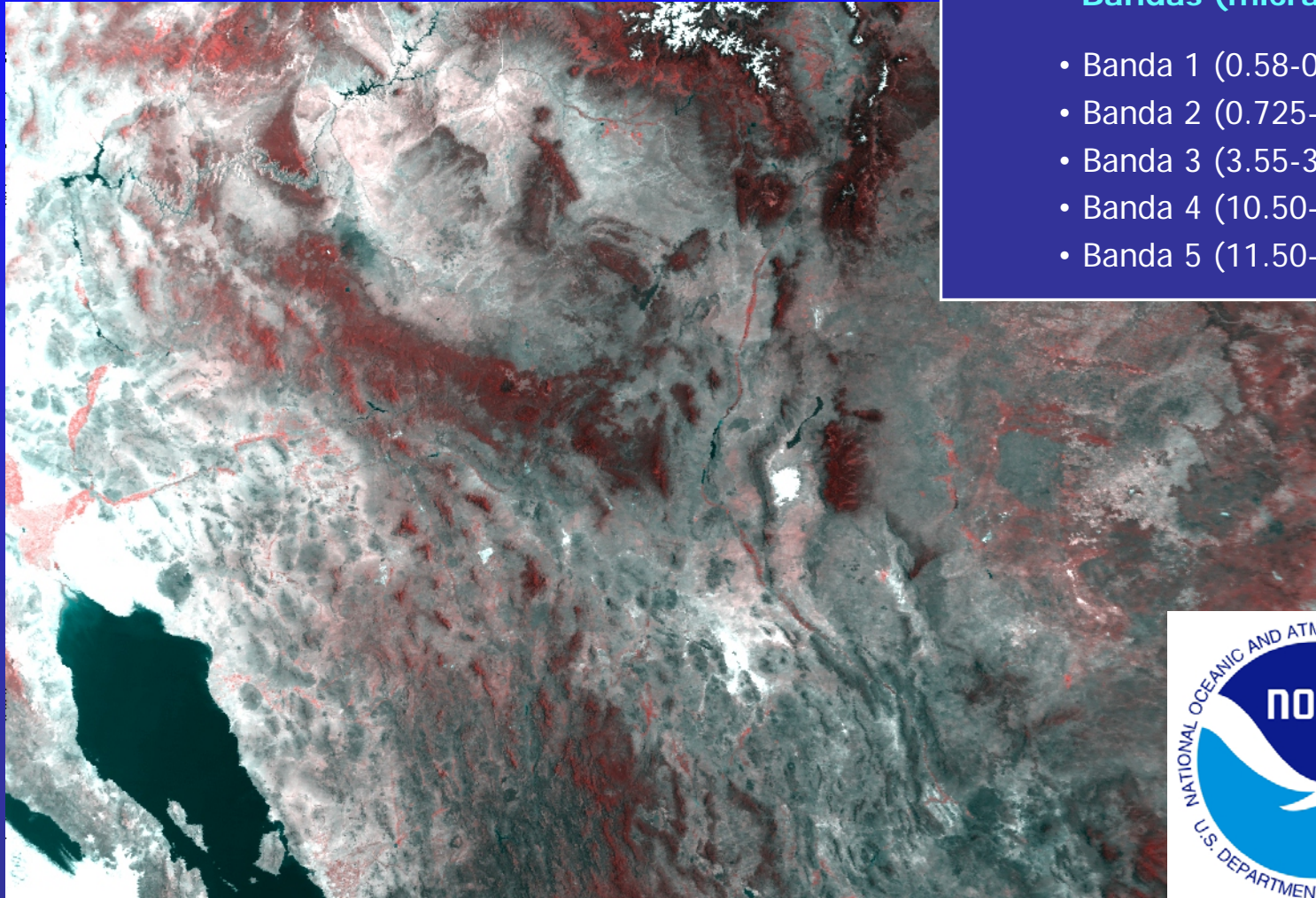
160 m

Giza, Egypt



Date: Nov. 17, 1999
Satellite: Space Imaging
Resolution: 1 m
Mode: Panchromatic

NOAA-AVHRR



Bandas (micras)

- Banda 1 (0.58-0.68)
- Banda 2 (0.725-1.10)
- Banda 3 (3.55-3.93)
- Banda 4 (10.50-11.50)
- Banda 5 (11.50-12.50)



AVHRR Data



The screenshot shows the Global Land Cover Facility (GLCF) website. The header includes the text "Global Land Cover Facility" and "GIMMS" with the URL "www.landcover.org". A navigation menu contains links for "About GLCF", "Research", "Data & Products", "Gallery", "Library", "Services", "Contact", and "Site Map". A search bar is present with the text "Search GLCF:" and a "Go" button. The main content area is titled "Global Inventory Modeling and Mapping Studies (GIMMS)". It features a "Data Access" section with links for "Download via FTP Server" and "Access Animations of GIMMS". An "Overview" section describes the GIMMS data set as a normalized difference vegetation index (NDVI) product available from 1981 to 2003, derived from AVHRR imagery. A small world map is shown next to the text. A "Code Values" table is provided, and a "How to Cite This Data Set" section includes a citation format and an example with detailed parameters.

Global Land Cover Facility
GIMMS
www.landcover.org

About GLCF Research Data & Products Gallery Library Services Contact Site Map

Search GLCF:

AVHRR GIMMS

- Overview
- Description
- Product Guide
- Data Download Guide
- File Format Guide
- Gallery

Quick Links

- Land Cover Change
- NASA Earth Science
- NASA: Code 614

Global Inventory Modeling and Mapping Studies (GIMMS)

Data Access

- Download via FTP Server
- Access Animations of GIMMS

Overview

The GIMMS (Global Inventory Modeling and Mapping Studies) data set is a normalized difference vegetation index (NDVI) product available for a 22 year period spanning from 1981 to 2003. The data set is derived from imagery obtained from the Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) instrument onboard the NOAA satellite series 7, 9, 11, 14, and 16. This is an NDVI dataset that has been corrected for calibration, view geometry, volcanic aerosols, and other effects not related to vegetation change.



Code Values

Value	Label
0.0 - 1.0	NDVI
-0.1	Water
-0.05	Null

How to Cite This Data Set

Citation Format: Author (Publication Date), Collection Name, Product Name, Processing Level, Publisher, Publisher Location, Product Coverage Date.

Citation Parameters Example

- **Author:** Tucker, C.J., J.E. Pinzon, M.E. Brown
- **Publication Date:** 2004
- **Collection Name:** Global Inventory Modeling and Mapping Studies
- **Product Name:** *(specify image name from metadata or naming convention)*
- **Processing Level:** 2.0
- **Publisher:** Global Land Cover Facility, University of Maryland
- **Publisher Location:** College Park, Maryland
- **Product Coverage Date:** *{specify from metadata or naming convention}*

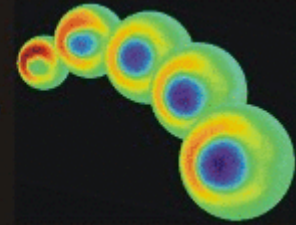
<ftp://disc1.gsfc.nasa.gov/data/avhrr/>

<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/gimms/>

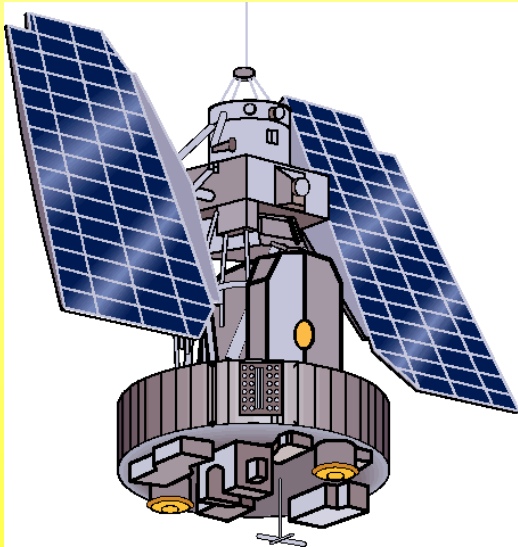
Total Ozone Mapping Spectrometer



Ozone Processing Team - NASA/GSFC Code 613.3



Nimbus 7



Earth Probe

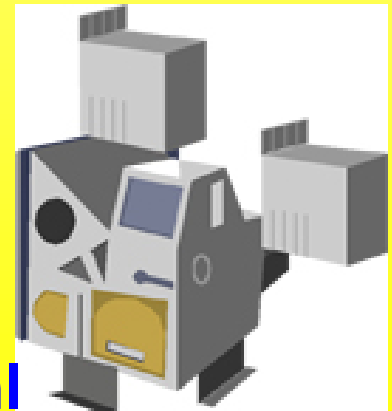


Meteor 3



OMI

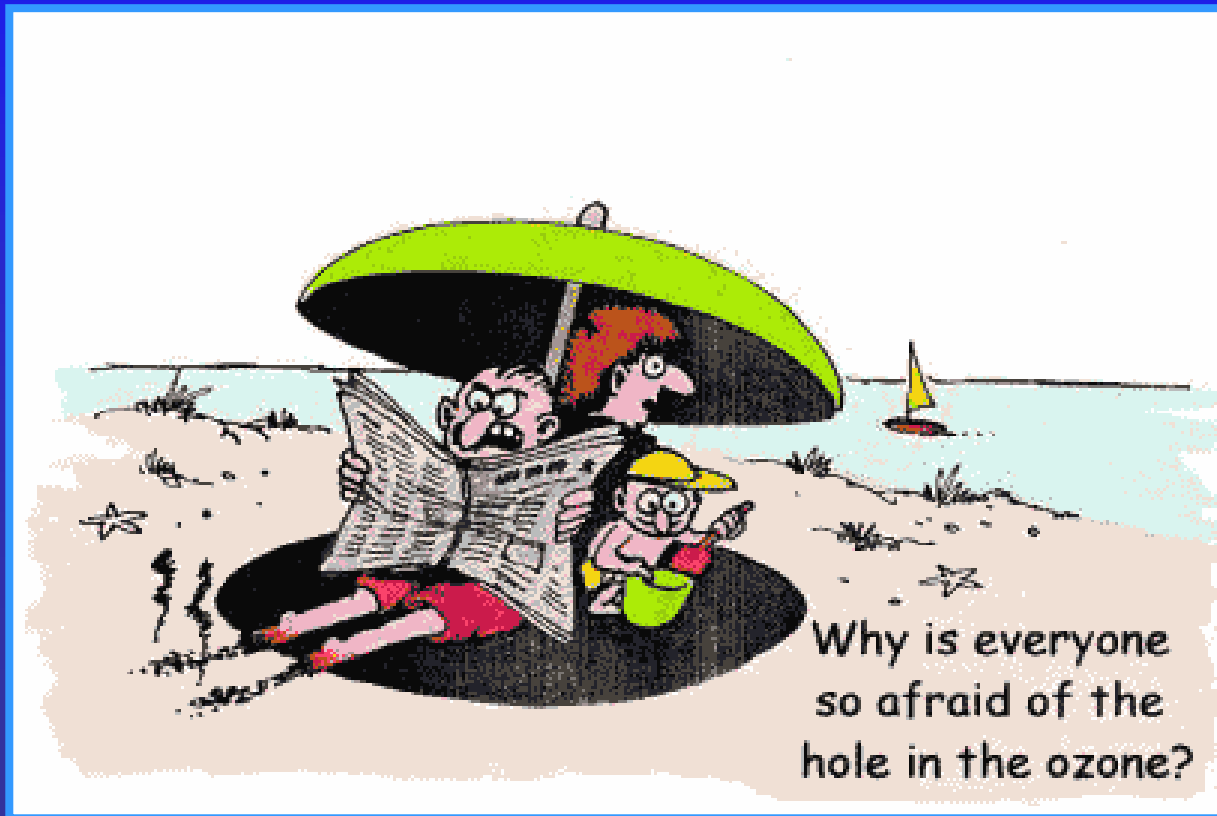
(Ozone monitoring instrument)



<http://toms.gsfc.nasa.gov/m3toms/m3sat.html>

What is ozone?

- The ozone molecule contains three oxygen atoms, hence O_3 is ozone.



How is ozone produced?

- It is formed when oxygen absorbs solar radiation

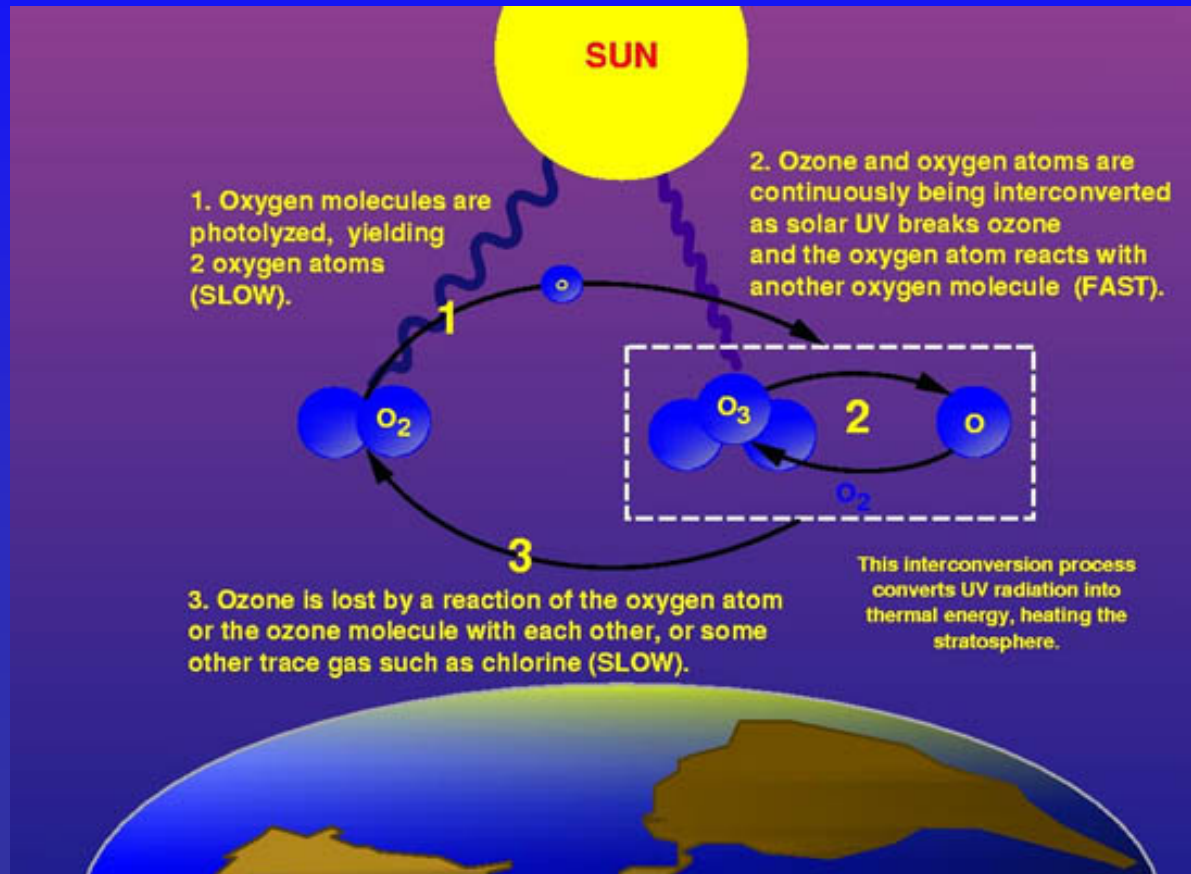


- Ozone reacts with various other chemicals, and thus is highly reactive

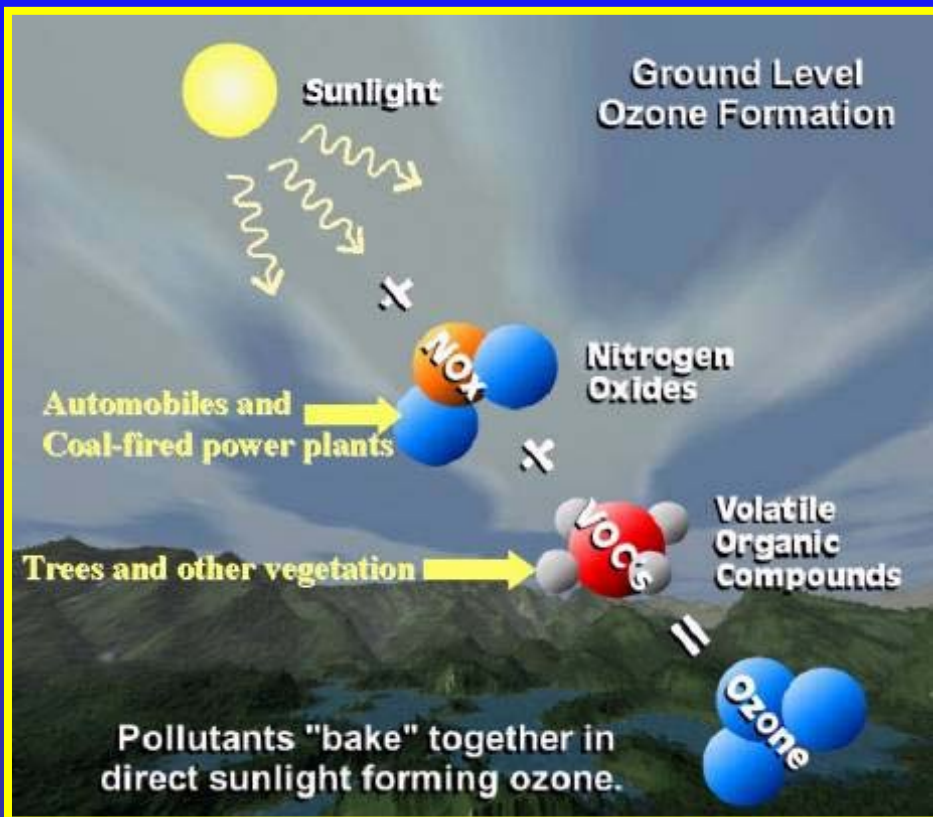
- Ozone also absorbs incoming UV radiation



Formación de Ozono



Formación de Ozono



What Creates Ozone?

Volatile Organic Compounds	+	Nitrogen Oxides	+	Correct Weather Conditions
				
Cleaners, paints, adhesives, fuels, plus vegetation and other things		Combustion of gasoline, wood, coal, natural gas, diesel and other fuels		High temperatures, bright sunshine, high humidity and low winds
Source: Voluntary Ozone Action Program				By: Cindy M. Esco

Introducción

- El ozono se produce y destruye en la atmósfera terrestre por diferentes reacciones...
- el problema se presenta cuando hay un desbalance en el proceso, el cual en las últimas décadas indica que hay una mayor destrucción de ozono que el que se genera en la atmósfera, particularmente en la estratosfera.

Intro...

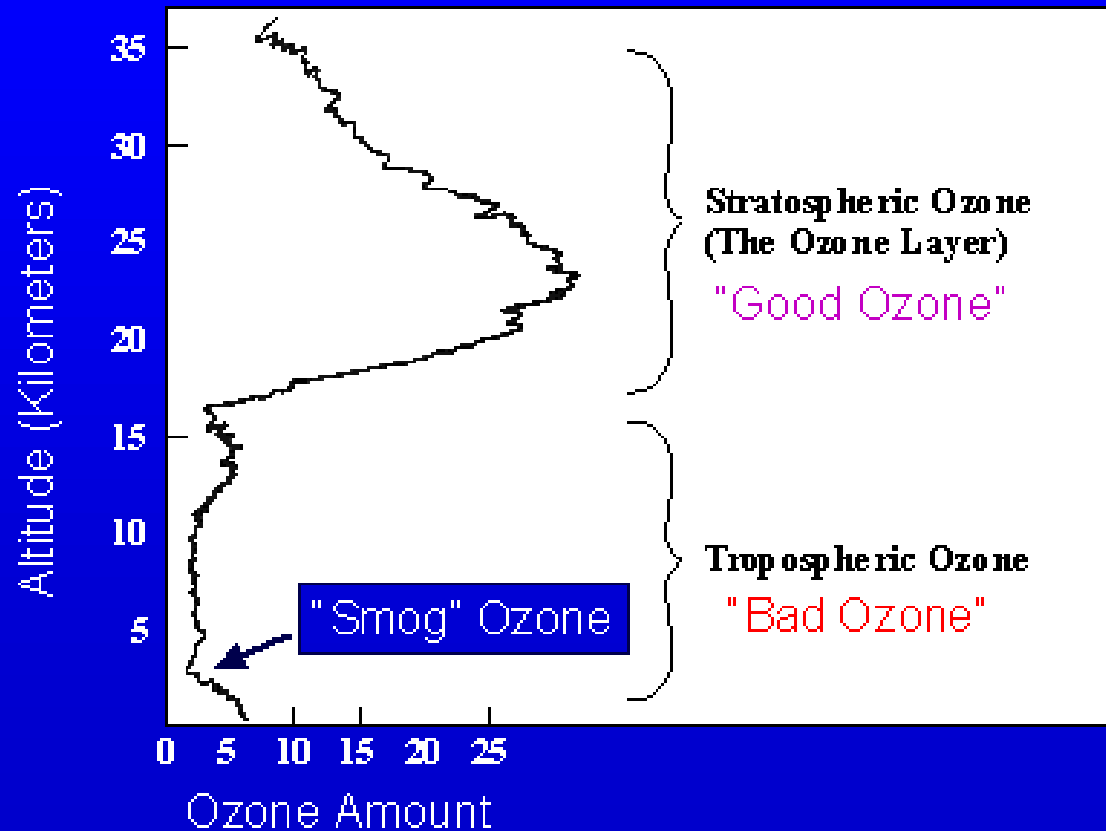
- El ozono es producido en la estratosfera por la disociación de átomos de oxígeno que son expuestos a una radiación de onda corta de 180-240 nm.
- En la troposfera la producción natural de ozono es mucho más baja debido a la menor disponibilidad de luz ultravioleta, asimismo, existe un movimiento de ozono de la estratosfera hacia la troposfera (Schlesinger 1997).

Ozono

- El ozono es destruido por una variedad de reacciones en la estratosfera donde la absorción de la luz ultravioleta a una longitud de onda entre 200 y 320 nm destruye el ozono.
- Esta absorción calienta la estratosfera y protege la superficie terrestre de la porción ultravioleta del espectro solar que es más dañino al tejido vivo (Schlesinger 1997).
- La radiación ultravioleta B (UV-B, 280-320 nm) es absorbida de manera selectiva por la capa de ozono evitando así daños biológicos de los rayos solares que penetran la atmósfera (Malloy et al. 1997).

Good ozone/bad ozone

Layers of the Atmosphere



Ozono

- La consecuencia más importante del adelgazamiento de la capa de ozono en la estratosfera es el incremento de la transmisión de radiación UV-B a la superficie terrestre (Rousseaux et al. 1999).
- El adelgazamiento de la capa de ozono causado por la liberación de químicos hechos por el hombre a la atmósfera trae consigo un incremento en la radiación ultravioleta teniendo serios impactos en la salud humana, la biosfera y materiales diversos (McKenzie et al. 1999).

Ozono

- De los productos antropogénicos que destruyen la capa de ozono se encuentran los clorofluorocarbonos, CFC (Malloy et al. 1997). Rousseaux et al. (1999) reportan para la Tierra del Fuego (55° S) un incremento en la radiación UV debido al adelgazamiento de la capa de ozono dañando el DNA en la planta nativa *Gunnera magellanica*.
- Por lo anterior, es necesario iniciar líneas de investigación sobre el efecto que tiene el incremento de la radiación ultravioleta sobre la vegetación natural y los cultivos en general en nuestro Estado de Durango. El primer paso es detectar como se ha comportado la capa de ozono en el estado de Durango, el cual es el objetivo de este trabajo.

IMAGES OF OZONE SYMPTOMS TO PLANTS

Agronomic crops



tobacco

Vegetable crops



pole bean

Woody plants



white pine



peanut



potato



sweet gum



white clover



water melon



althea

Satellite Ozone Observations

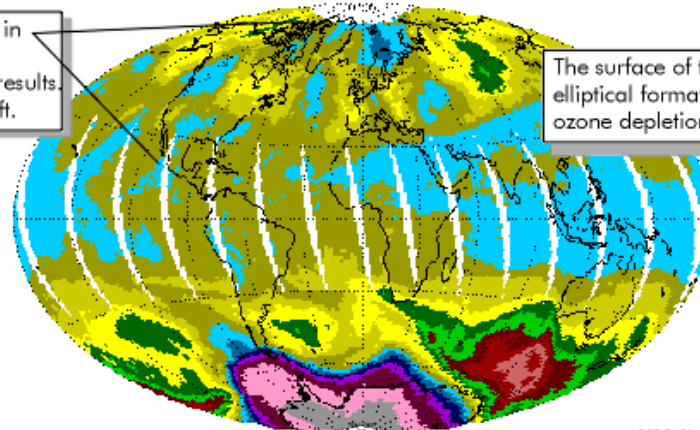
Understanding TOMS Imagery

The title provides the name of the spacecraft, which product and the date of the observation.

EP / TOMS Total Ozone Sep 30, 1998

These white space are data dropouts, points in the TOMS orbit or field-of-view where there is not enough light for the instrument to get results. These are a normal function of the spacecraft.

The surface of the Earth can be projected in this elliptical format or in polar relief for study of ozone depletion at the poles.



The generation details feature the day of the year and the year.

GEN:275/1998



Dobson Units

Dark Grey < 100, Red > 500 DU

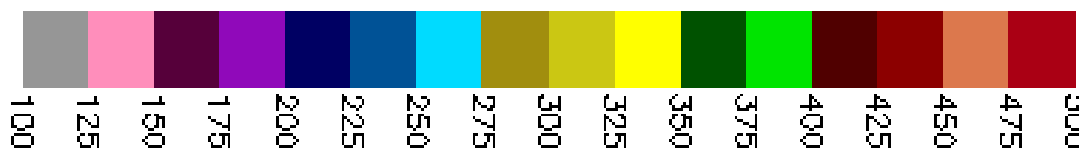
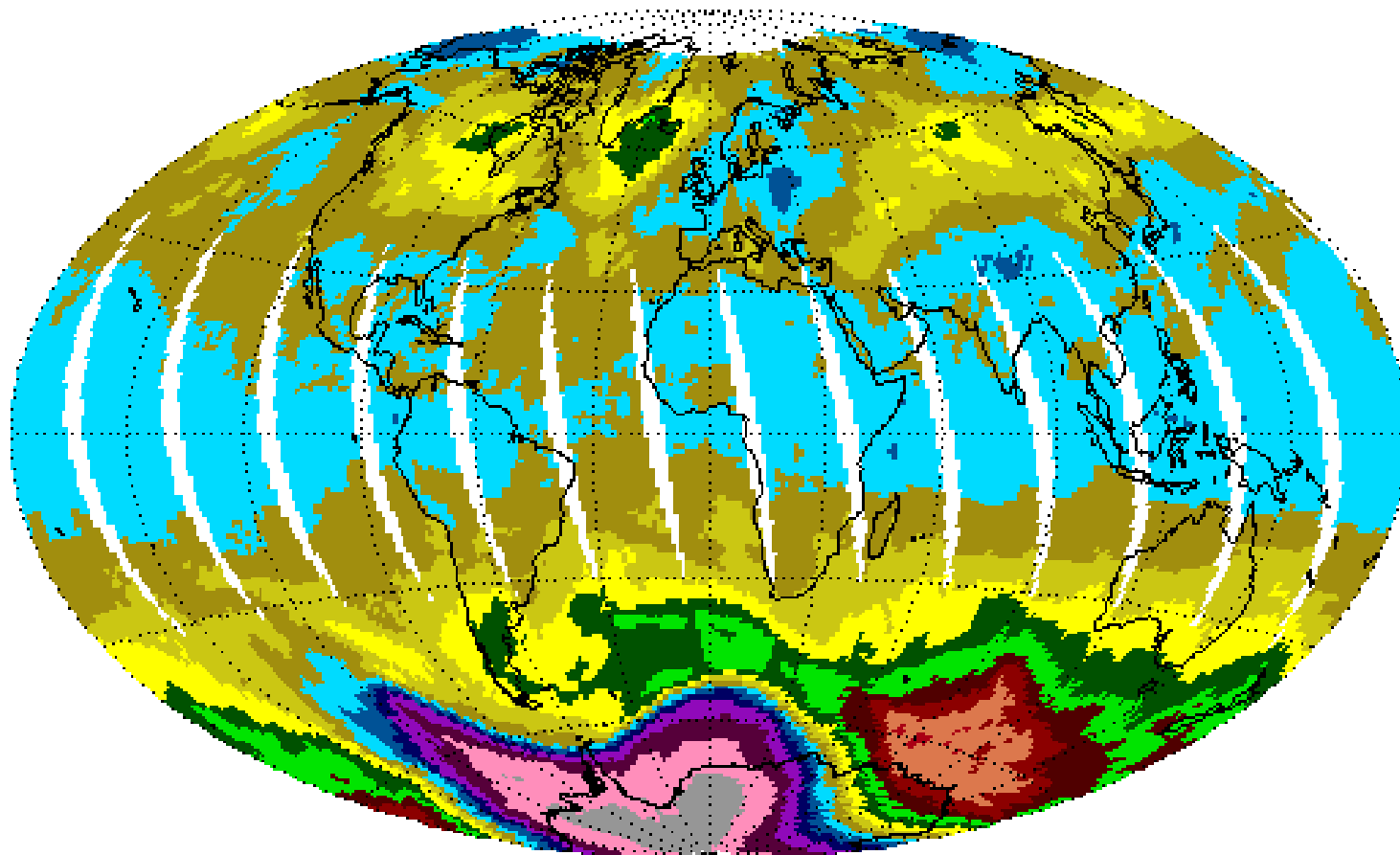
The color scale relates the colors used in the plot to the numerical value of total column ozone measured in Dobson Units. It is the most important feature for interpreting these types of images. This is the standard color bar for all TOMS Total Ozone plots.

GSCF/916



Above the NASA Logo (affectionately nicknamed "the Meatball"), GSCF/916 marks this as an official Goddard Space Flight Center product authorized by the Atmospheric Chemistry and Dynamics Branch (Code 916).

EP/TOMS Total Ozone Oct 3, 2000



Dobson Units

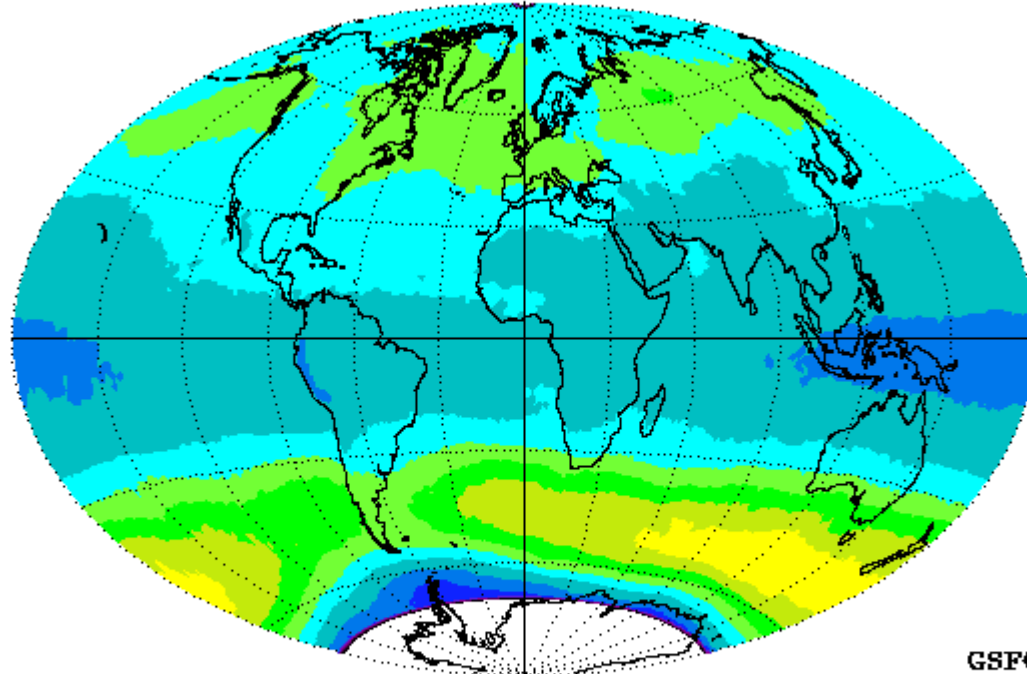
Dark Gray < 100, Red > 500 DU

GSFC/916



ftp://toms.gsfc.nasa.gov/pub/eptoms/images/monthly_averages/ozone

EP/TOMS Version 8 Monthly Average Total Ozone August 1996

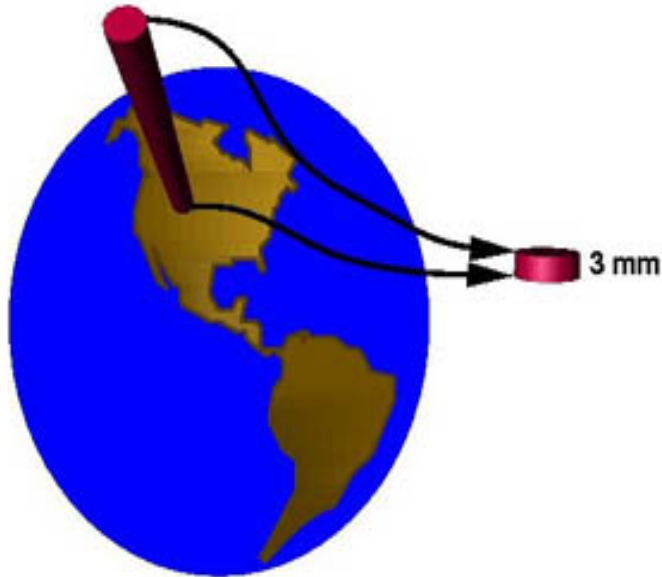


GSFC/916



Dobson Units (DU) as a measure of total ozone

Dobson Units



- Bring all ozone above a certain location down to the ground, at 0°C and 1 atmosphere pressure.
- The thickness of this layer is about 3 millimeters (~ 0.1 inch), the thickness of two stacked pennies. This corresponds to 300 Dobson Units (approximately the global average).
- 100 Dobson Units is 1 millimeter thick (approximately the thickness of ozone in the Antarctic ozone

☛ The Dobson Unit is a convenient unit of measurement for total column ozone.

• definition of ozone hole:
< 220 DU

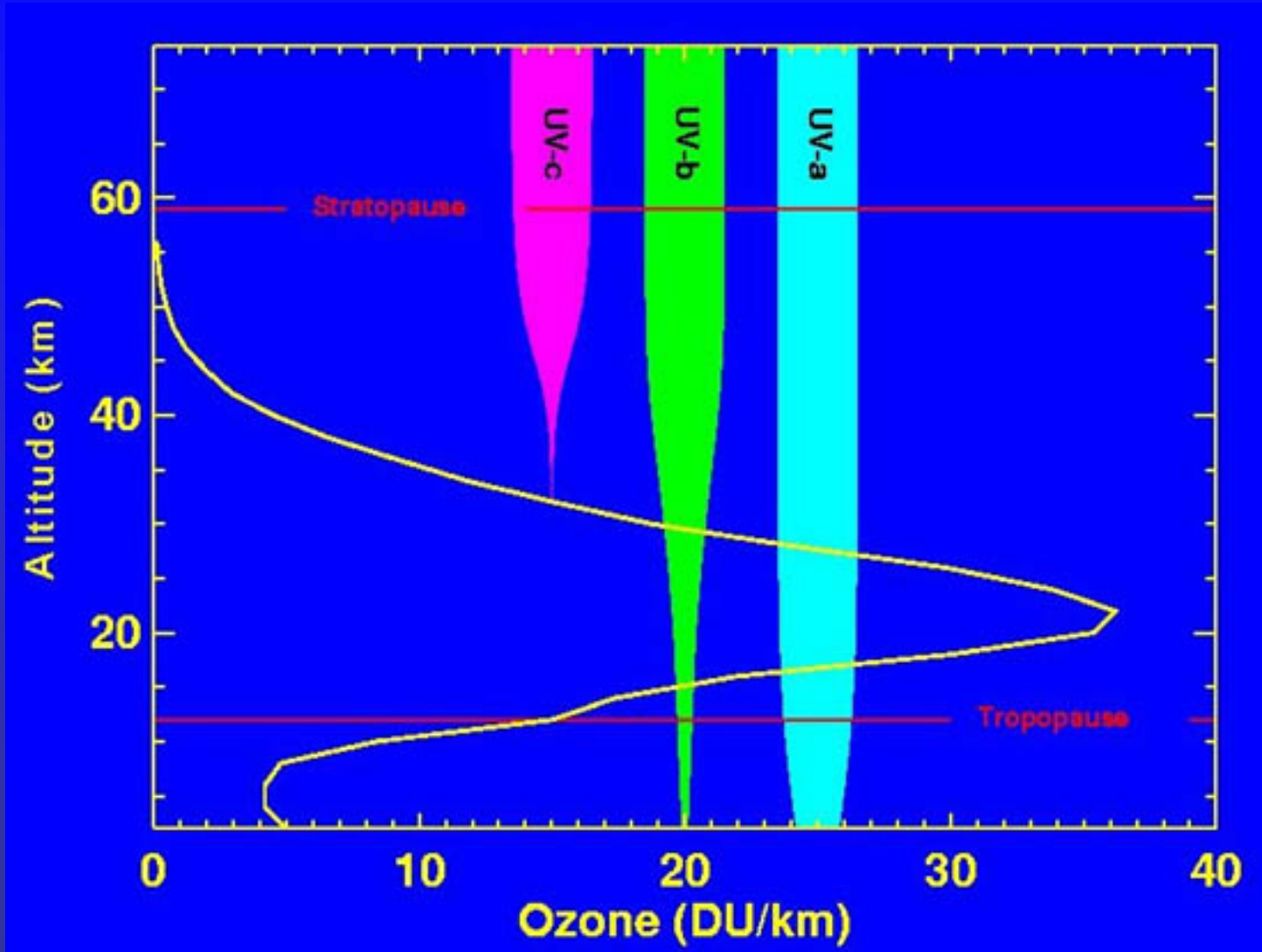
• Melbourne Avg.
280-380DU

• Darwin Avg.
260DU

UV radiation

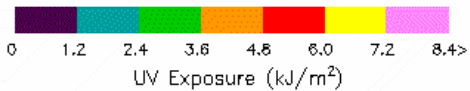
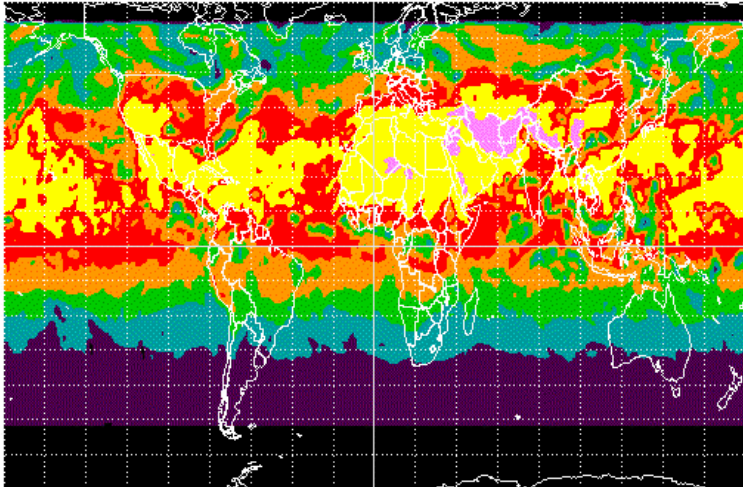
- UV radiation is emitted from the sun with wavelength from 200-400 nm (nanometers)
- UV radiation is divided into three ranges
 - UV-A, 320 - 400 nm
 - UV-B, 290 - 320 nm
 - UV-C, 200 - 290 nm
- The shorter wavelength are more harmful to biological life.

Ozone profile with height and UV



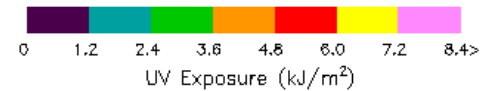
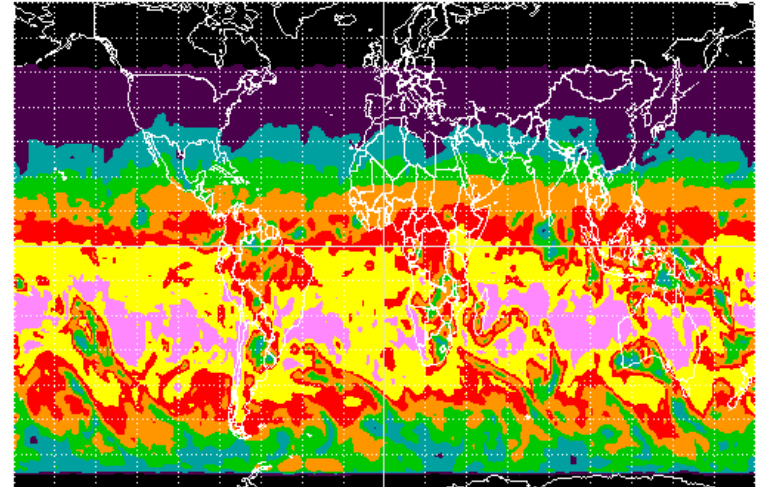
Satellite UV measurements

Earth Probe TOMS UV Erythemal Exposure
on July 01, 2000



Goddard Space
Flight Center

Earth Probe TOMS UV Erythemal Exposure
on January 14, 2000



Goddard Space
Flight Center

July 1, 2000

January 14, 2000

History of Ozone Depletion

- CFCs developed in 40's and 50's
 - Refrigerants, propellants, fire retardants
- 1970's CFCs detected in atmosphere.
 - Many of these have long atmospheric lifetimes (10's to 100's of years)
- 1974 Rowland and Molina propose that CFC's can destroy ozone in the stratosphere.
 - CFCs broken apart by UV radiation forming chlorine which can destroy ozone quickly:
 - $O_3 + Cl \rightarrow ClO + O_2$
 - $ClO + O \rightarrow Cl + O_2$

(Catalytic Reaction)

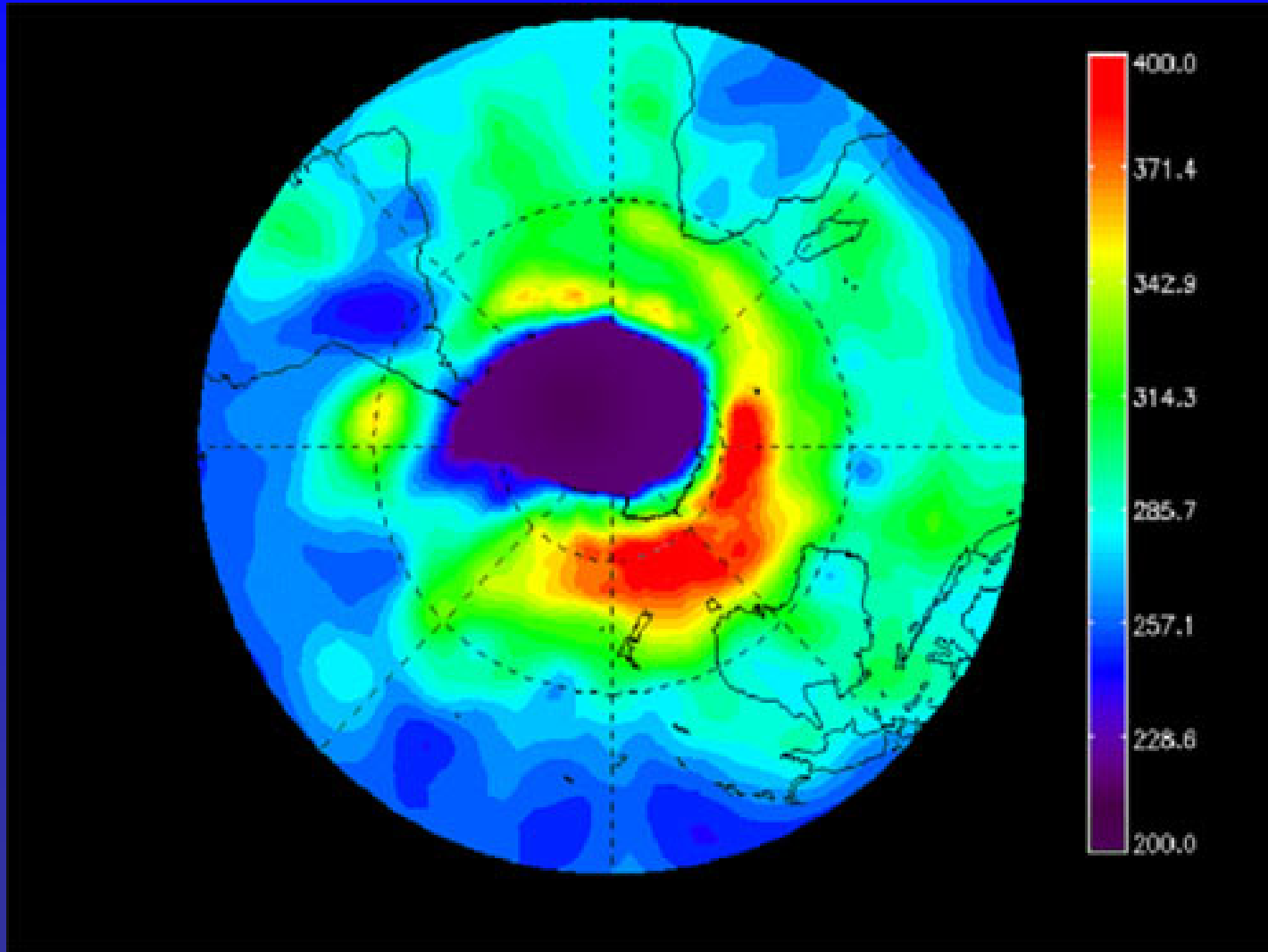
History of ozone depletion

- 1970's Supersonic Aircraft fleet under review.
- 1978: CFCs used in aerosols banned.
- 1985: British Antarctic Survey reports 40% loss of ozone over Antarctica during spring. (NASA confirms)
- 1987: Signing of the Montreal Protocol
 - International agreement to reduce CFC use
 - Later agreements agreed to completely phase out CFC and halons.
- 1996 Complete ban on industrial production of CFCs goes into effect.

The Ozone Hole

- First discovered in 1985: observations from Antarctica extend back into 1950's.
- Characterized as a rapid depletion of ozone over Antarctica during spring.
 - Ozone hole season, Spring (August – October)
 - Ozone hole located over mainly over Antarctica.
 - Ozone hole recovers by late December
- Ozone hole caused by human chemicals (CFC's)
- Ozone hole not present in early 1970's

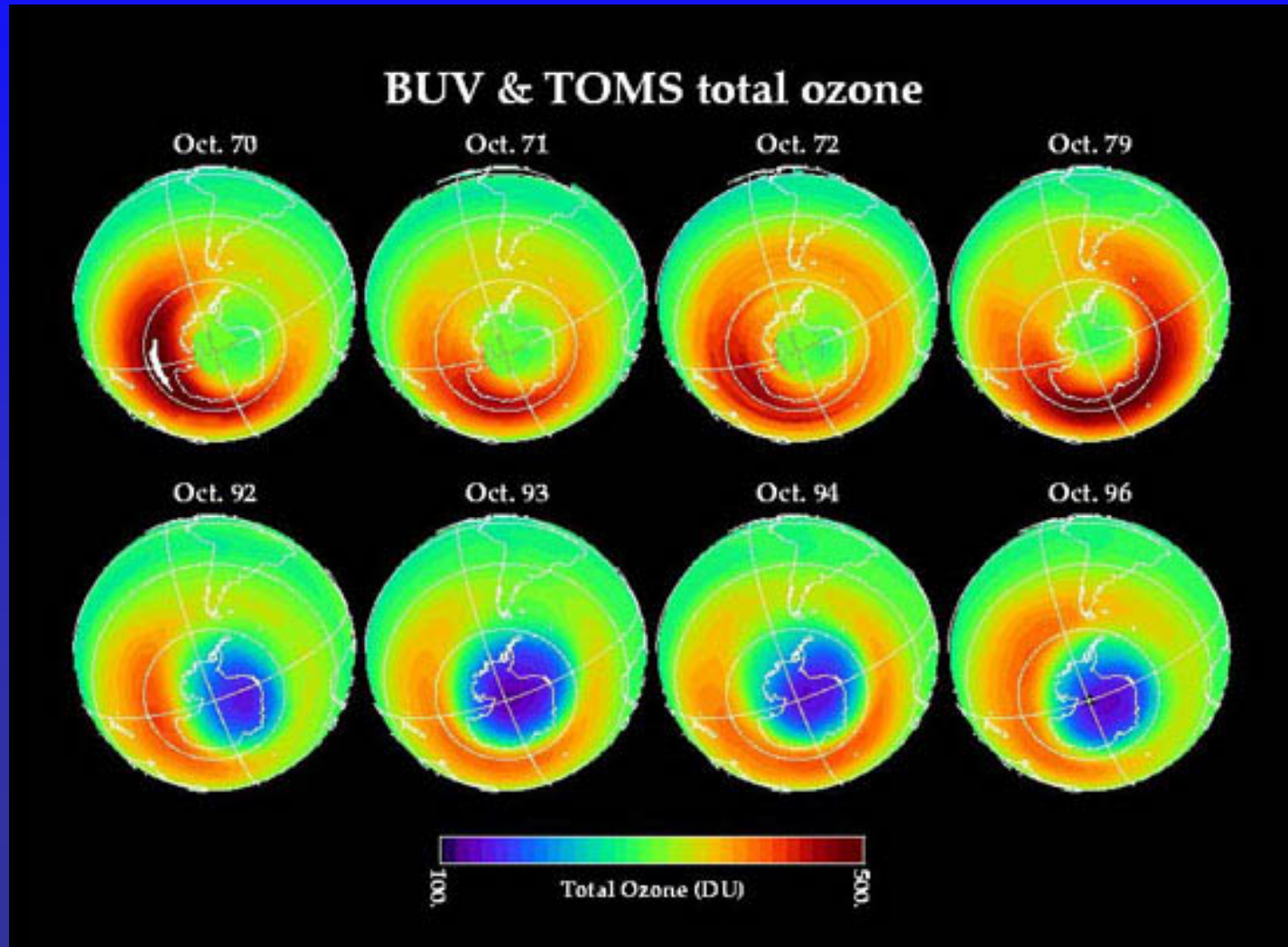
Total Ozone: October 14, 1997



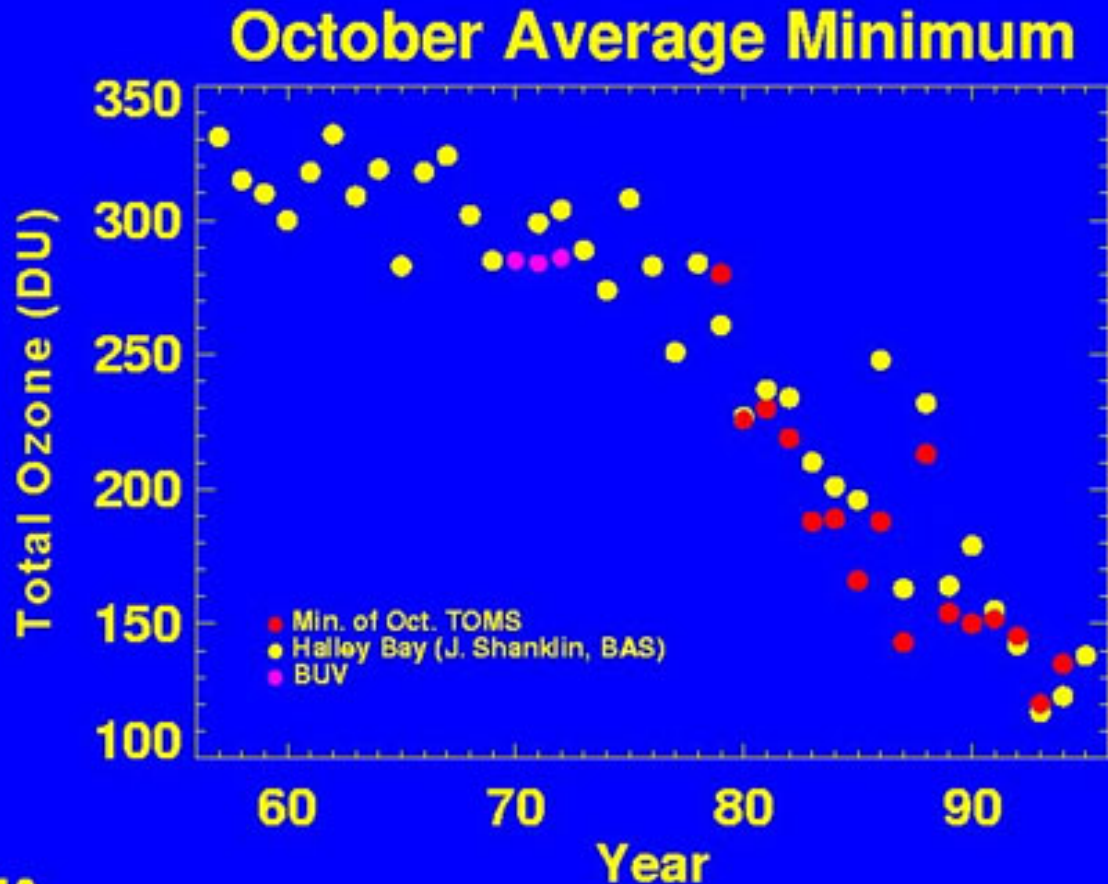
Where is the ozone hole?

- Ozone hole largely restricted to areas over Antarctica
- Ozone hole may pass over tip of South America
- Ozone hole seldom comes near Australia.
- Northern Hemisphere (NH) has no ozone hole like the Southern Hemisphere
 - However, recently NH has experienced the occurrence of ozone 'mini holes'.

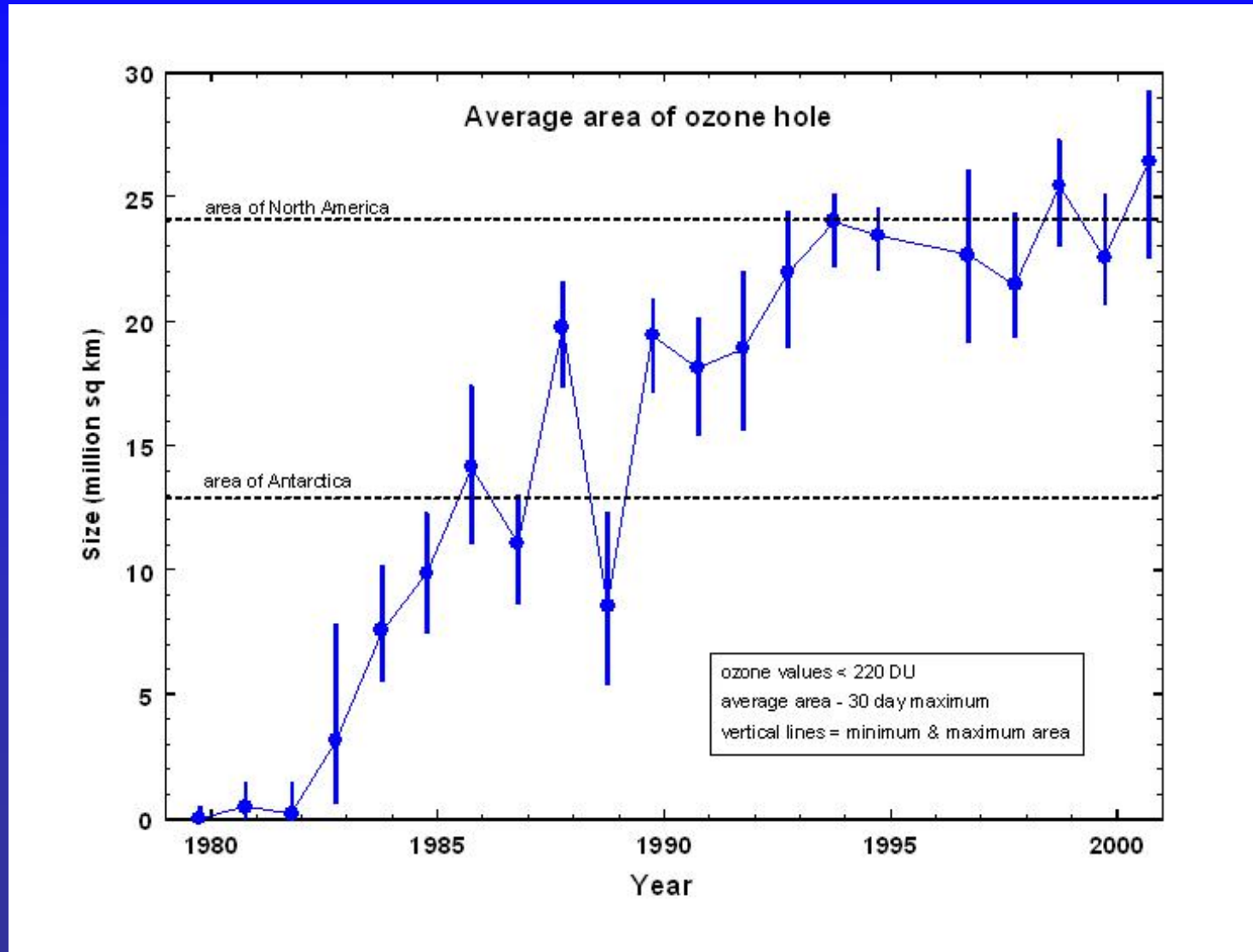
Satellite Total Ozone from 70's and 90's



Ozone observations over Antarctica



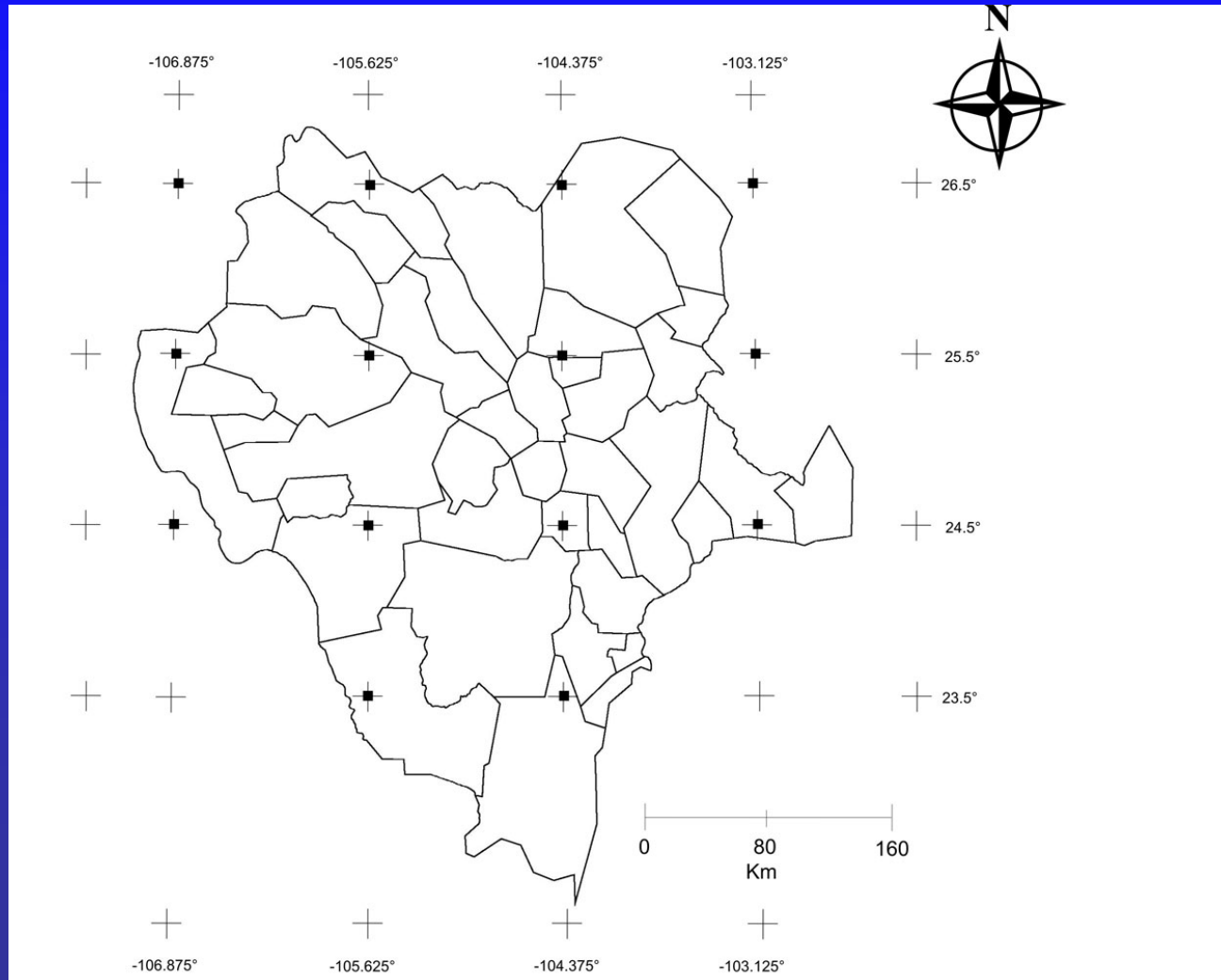
Is the ozone hole getting worse?



Materiales y Métodos

- Los datos fueron tomados de la información mensual reportada por la National Aeronautics and Space Administration (NASA) obtenidos con los satélites Nimbus-7 para 1980, y el EP/TOMS para el año 2000.
- La columna total de ozono, para el EP/TOMS, es estimada midiendo la radiancia reflejada de la Tierra en seis bandas (308.6, 313.5, 317.5, 322.3, 331.2, y 360.4 nm; McPeters et al. 1998).
- Para el Nimbus-7 la estimación fue obtenida mediante la radiación reflejada por la tierra y registrada por el espectrómetro denominado TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) en seis bandas que son 379.95, 359.88, 339.66, 331.06, 317.35 y 312.34 nm (NASA, 1996).

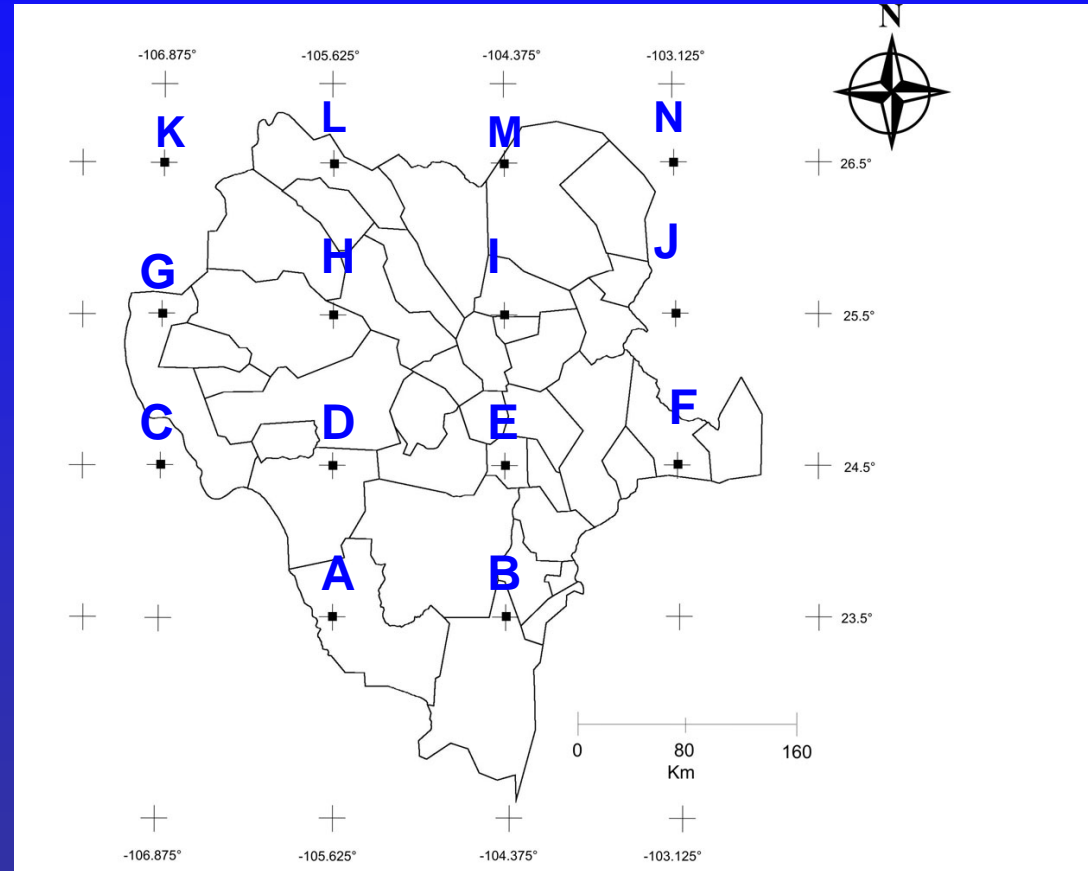
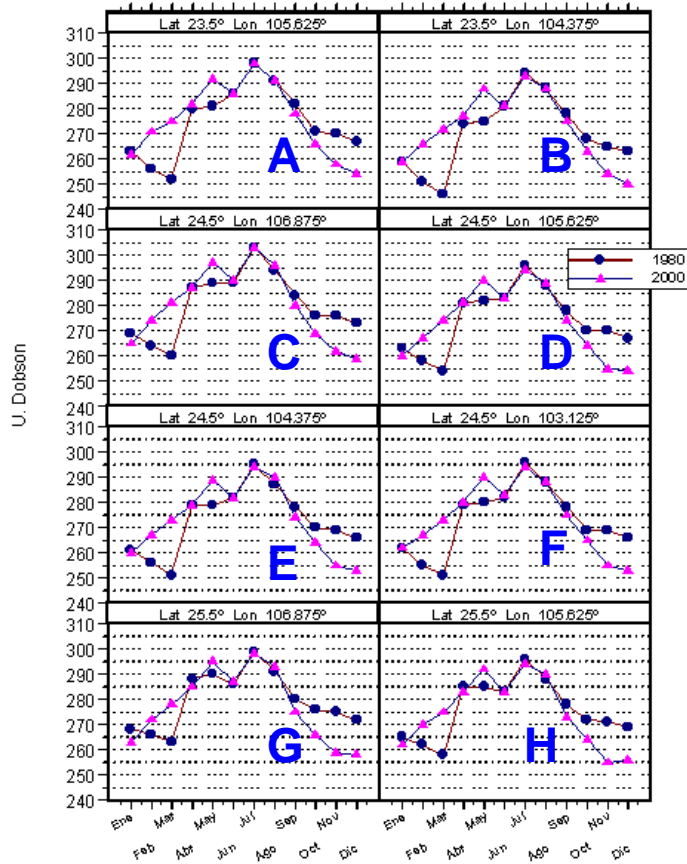
- La siguiente figura muestra el Estado de Durango y las coordenadas en donde la NASA reporta la columna total de ozono para este Estado de la República Mexicana



Resultados y discusión

- En todas las coordenadas estudiadas hubo una tendencia a la baja en 1980 para la capa de ozono de Enero a Marzo exceptuando los puntos 26.5° N y 106.875° W y 26.5° N y 105.675° W, mientras que en 2000 hubo un incremento de Enero a Marzo en el grosor de esa capa.
- De Abril a Agosto, en ambos años, se incrementó la capa de ozono, mostrando su valor más alto en Julio y el más bajo generalmente en Junio.
- Asimismo, el adelgazamiento de la capa de ozono inicia en Agosto donde es notable que en los meses de Septiembre a Diciembre es mucho más delgada en el año 2000 que en 1980 (Figura 2).

Ozono en el Edo. De Durango

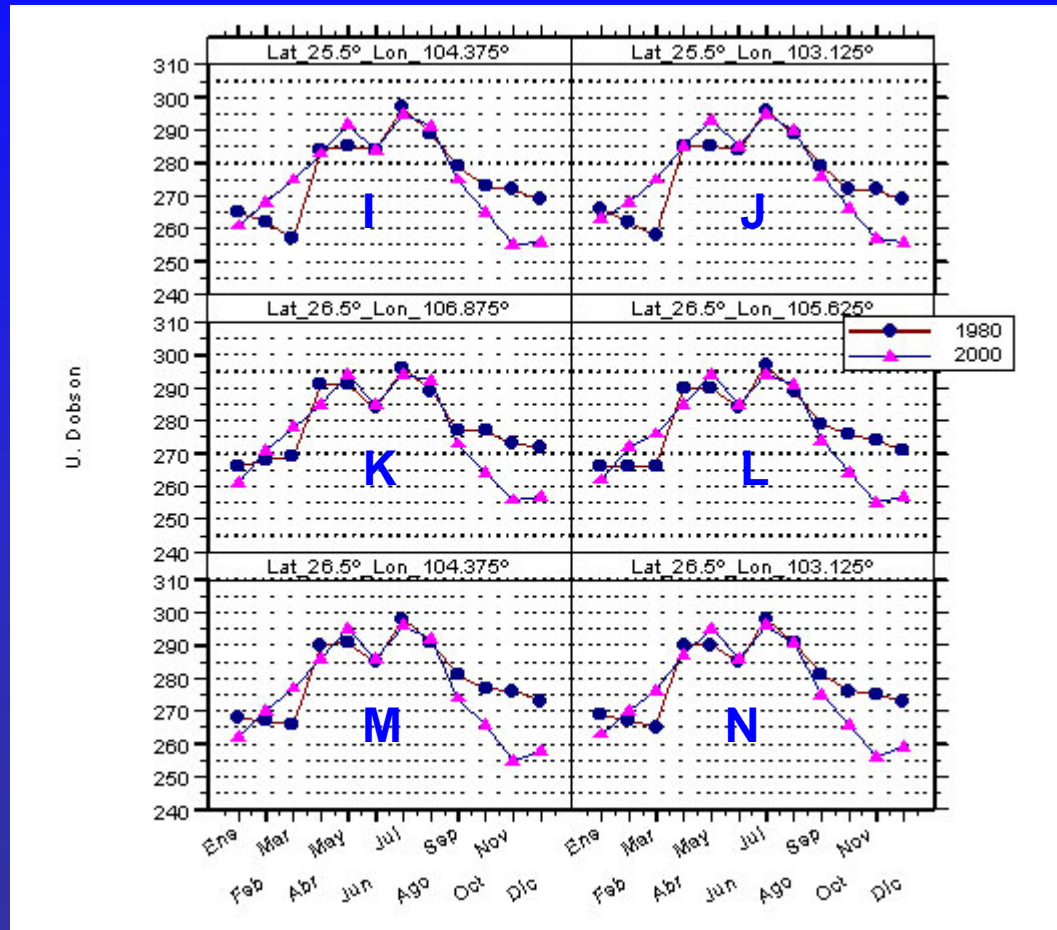


Promedio mensual del nivel de ozono en las coordenadas del área de estudio (Lat. N y Long. W). 1980 obtenido con el satélite Nimbus-7 y año 2000 medido con el EP/TOMS.

Resultados y discusión

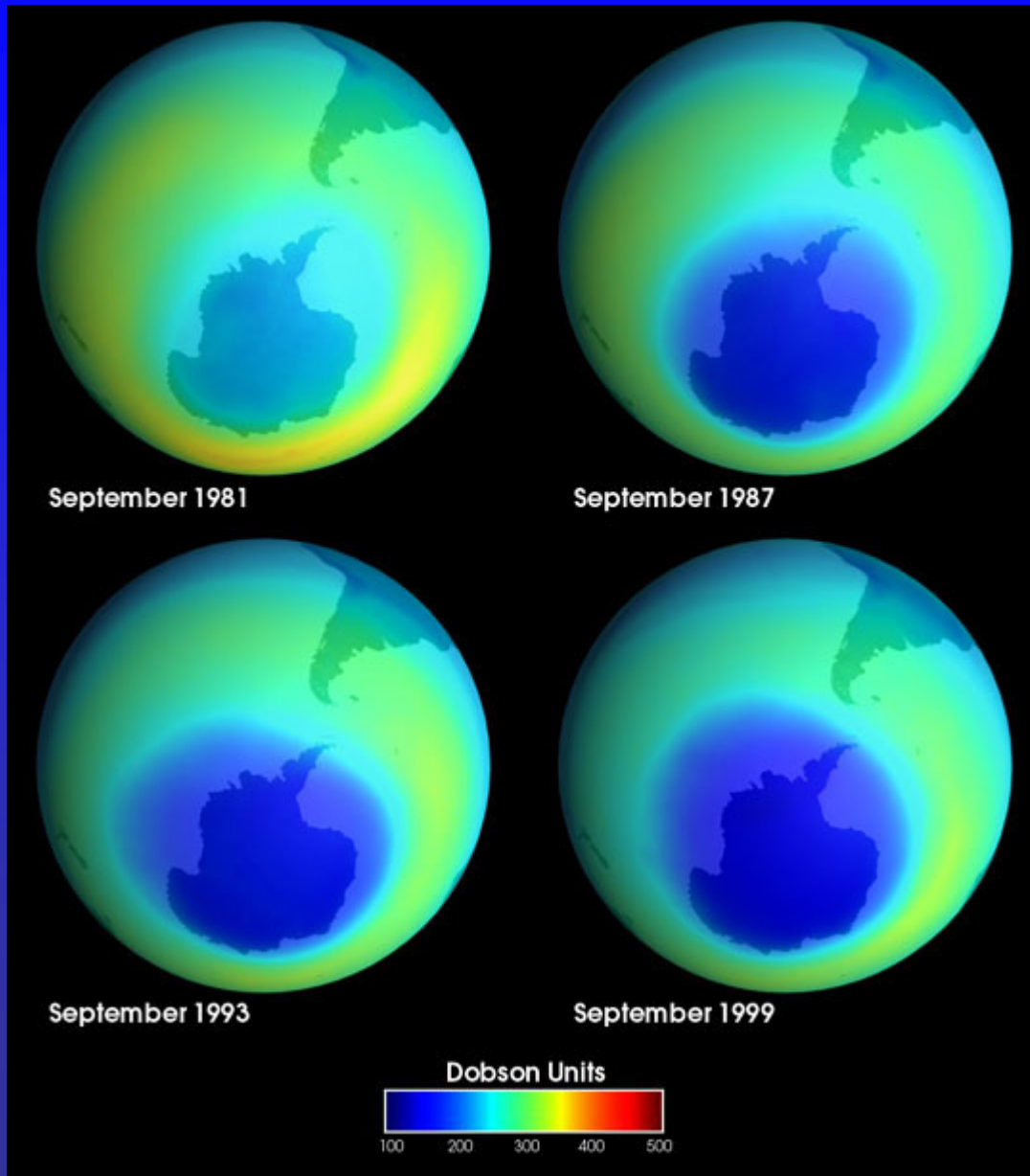
- Este adelgazamiento en la capa de ozono en los meses de Octubre a Marzo se debe a la destrucción del ozono por cloro activo donde los clorofluorocarbonos son descompuestos a clorine activo por reacciones fotoquímicas que resultan favorecidas por la existencia de partículas de hielo (Schlesinger 1997).
- El mayor adelgazamiento de la capa de ozono en 2000 en los meses de Septiembre a Diciembre, comparado con el año 1980, indica el efecto de los clorofluorocarbonos (CFC) produciendo cloro activo, así como de otros compuestos industriales que producen bromo activo (Schlesinger 1997), los cuales están presente en mayor cantidad que en 1980.

Resultados y discusión

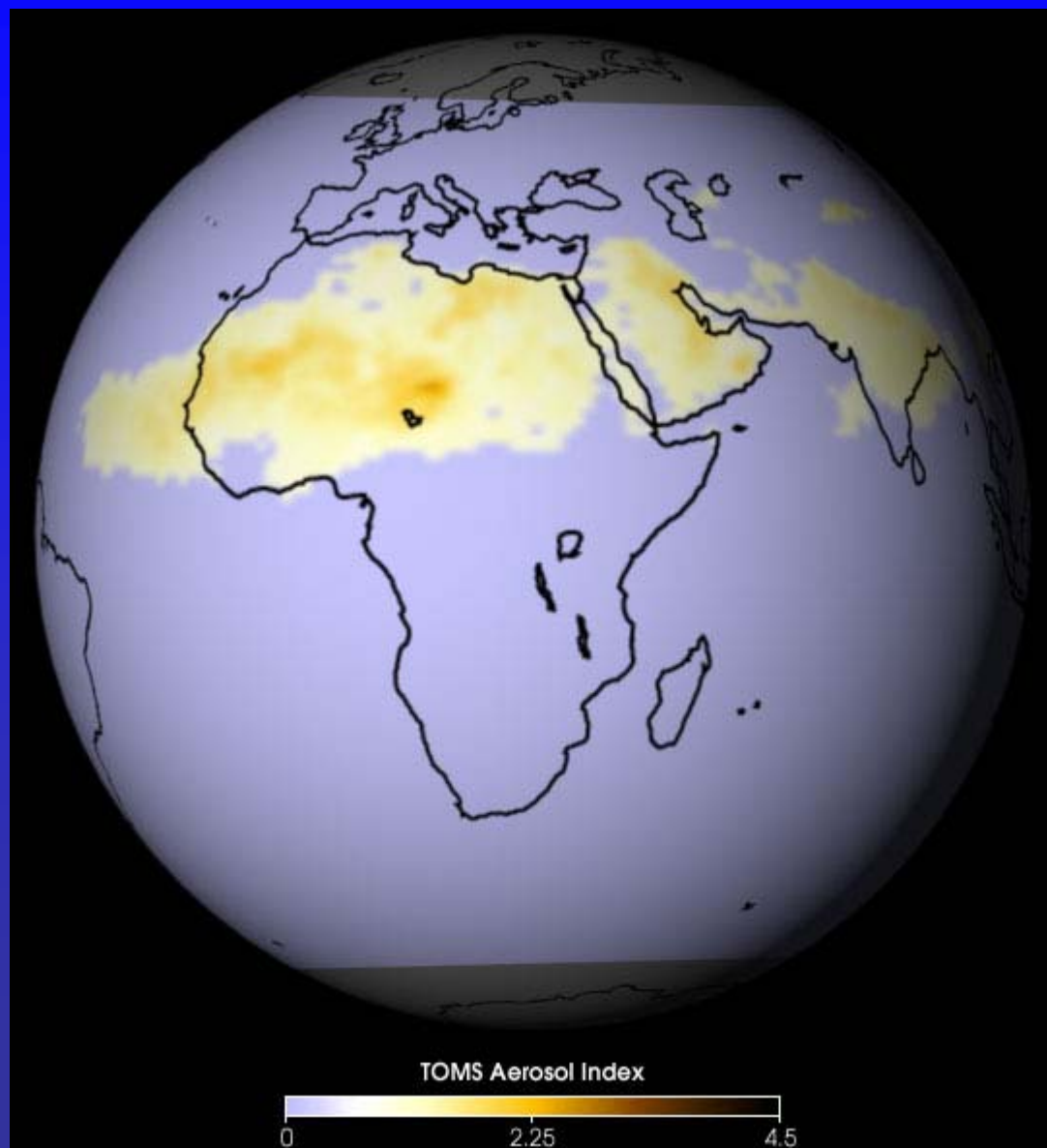


Promedio mensual del nivel de ozono en las coordenadas del área de estudio (Lat. N y Long. W). 1980 obtenido con el satélite Nimbus-7 y año 2000 medido con el EP/TOMS.

Tendencia del Ozono en Antártida



Tendencias Futuras



Conclusiones...

- Especial atención se deberá dar a los cultivos del ciclo otoño-invierno porque es donde se espera más radiación ultravioleta, así como a las plantas que están verdes todo el año. Estos resultados preliminares indican que el adelgazamiento de la capa de ozono no ocurre solo en los polos, sino que se está extendiendo a otras latitudes (Malloy et al. 1997).
- Relacionar con NDVI obtenidos de AVHRR
- Modelos de predicción



"... And there's an ozone alert today, too!"