



**Laboratorio de Investigación  
de la Atmósfera y Problemas Ambientales  
(LIAPA)**



**Facultad de Ciencias Exactas y  
Naturales-UNA**

**RÉGIMEN Y COMPORTAMIENTO DE  
LOS INCENDIOS FORESTALES EN  
PARAGUAY, EFECTOS Y POSIBLE  
CONTROL**

**G.Coronel**

[gcoronelster@gmail.com](mailto:gcoronelster@gmail.com)

# **I SEMINARIO INTERNACIONAL DE MONITOREO, MANEJO Y CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES EN PARAGUAY”**

**Organiza:**

**Carrera de Ingeniería Forestal**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Universidad Nacional de Asunción**

**Apoya:**

**The Nature Conservancy**


**18-19 Junio 2008**

# Régimen del comportamiento de los incendios forestales en Paraguay, 6/1998-9/2006

G. Coronel; M. E. Hume, Octubre 2006

**Orígenes;** mal manejo del fuego con fines de ordenamientos agrícolas, sin descartar el manejo mal intencionado del hombre.

**Efectos;** destrucción de los sumideros del dióxido de carbono, pérdida de la vegetación, muerte de especies animales, provocan contaminación atmosférica, influyen los cambios climáticos regionales y globales, producen pérdidas de propiedades y afectan la salud humana con la emisión de gases contaminantes.



**Objetivo:** tener una visión más precisa de la zona y el periodo donde se desarrollan con mayor frecuencia, comportamiento para hacer seguimiento de los incendios y quemas de la vegetación sobre Paraguay.

**Datos:** las imágenes de los satélites NOAA 12, 16, GOES – 12, TERRA y AQUA , generados en el Brasil, para el periodo 08/marzo/2003 a 30/junio/2003.

Los datos del satélite NOAA 12 indicaron que el Chaco fue afectado por 726 focos de incendios, Mayo fué el mes con más incendios

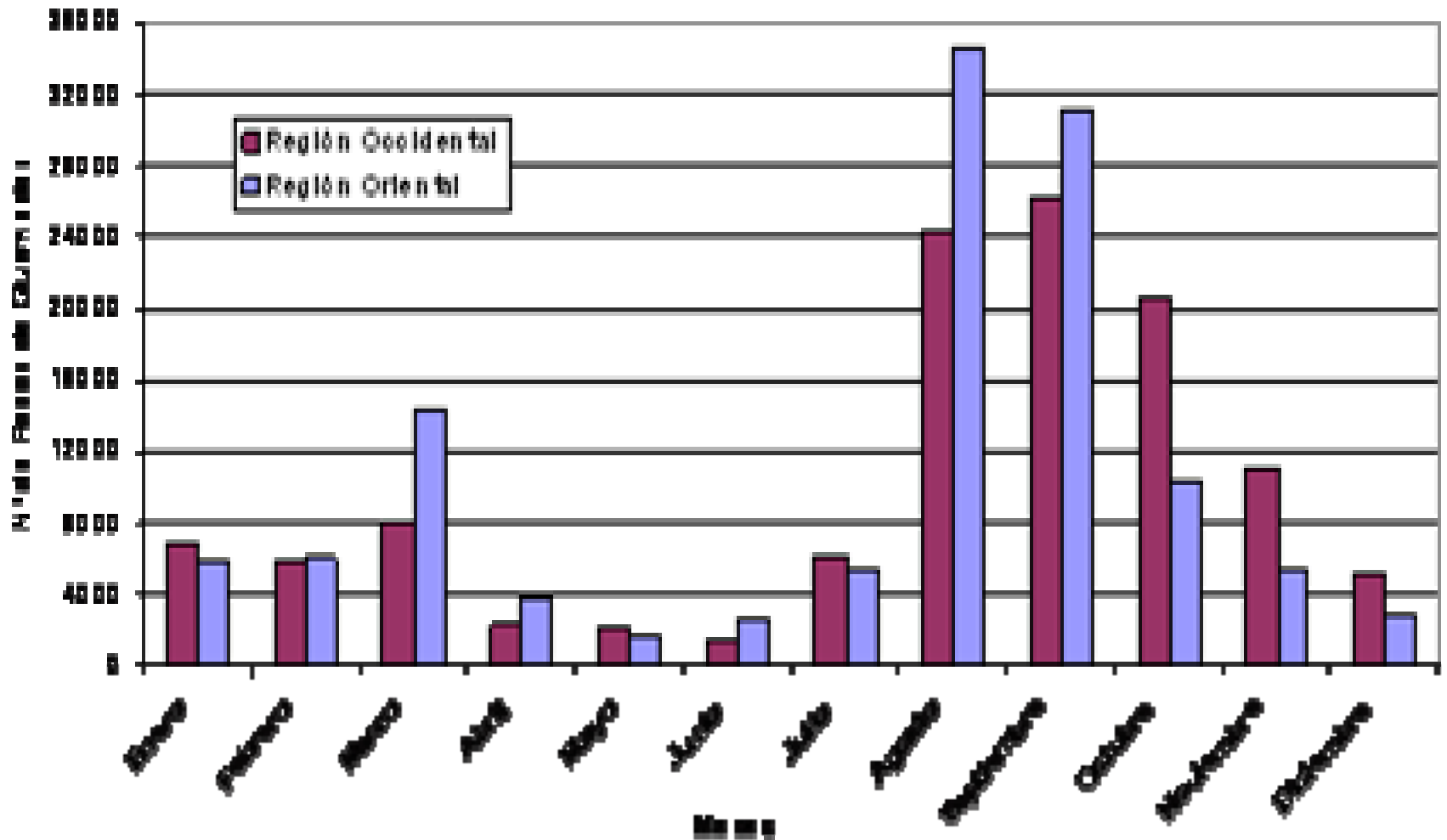
Del total, el Departamento de Pte.Hayes tuvo mayor número de focos de incendios (513 focos).

Pte. Hayes es una zona ganadera donde periódicamente se buscan mejorar la pastura para los animales mediante la quema de pastizales.

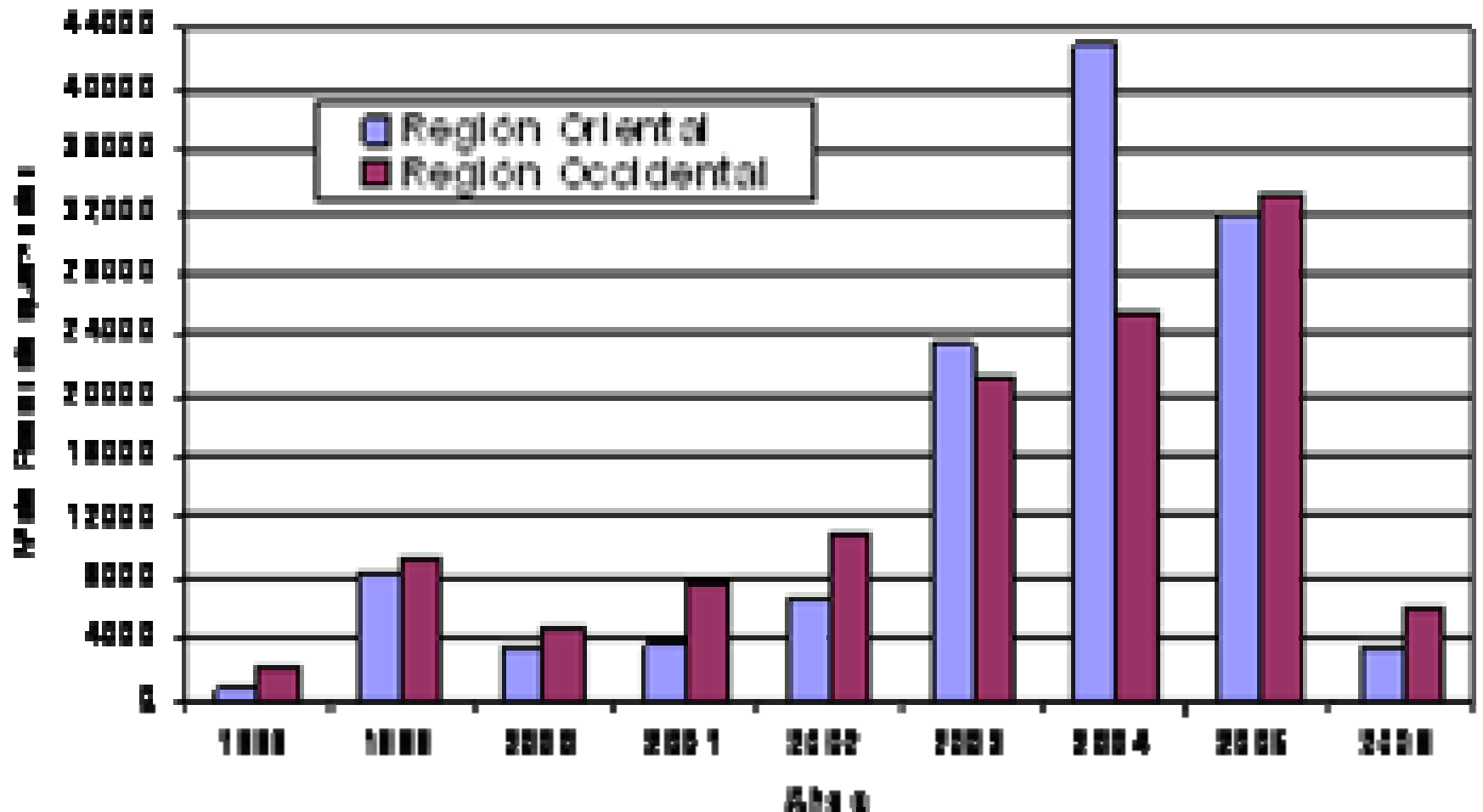
**La Región Oriental** fué menos afectada; **Guairá**, **Amambay**, **Central** y **Cordillera** con 78 focos y los departamentos de **Concepción** y **Ñeembucú** ubicados en las proximidades del Río Paraguay , con un 19% más bajo del número de focos registrados en: **Itapua**, **Misiones**, **Canendiyú** y **Alto Paraná**, que poseen vegetaciones exuberantes

En las dos regiones de Paraguay se evidenciaron mayor número de quemas entre los meses de Agosto y Septiembre, siendo mayor en la Región Oriental.

LOS INCENDIOS Y SU CICLO ANUAL EN EL PAÍS, DEPENDE DE LAS ÉPOCAS DE SEQUÍA, SON INFLUENCIADOS POR FACTORES ECONÓMICOS, SOCIALES Y CULTURALES.



# Evolución anual del número de quemas en la región Oriental y Occidental Periodo 1998-2006.





**Desde el 1998 las quemas fueron aumentando en forma acelerada hasta llegar a valores máximo en años diferenciados en las dos regiones.**

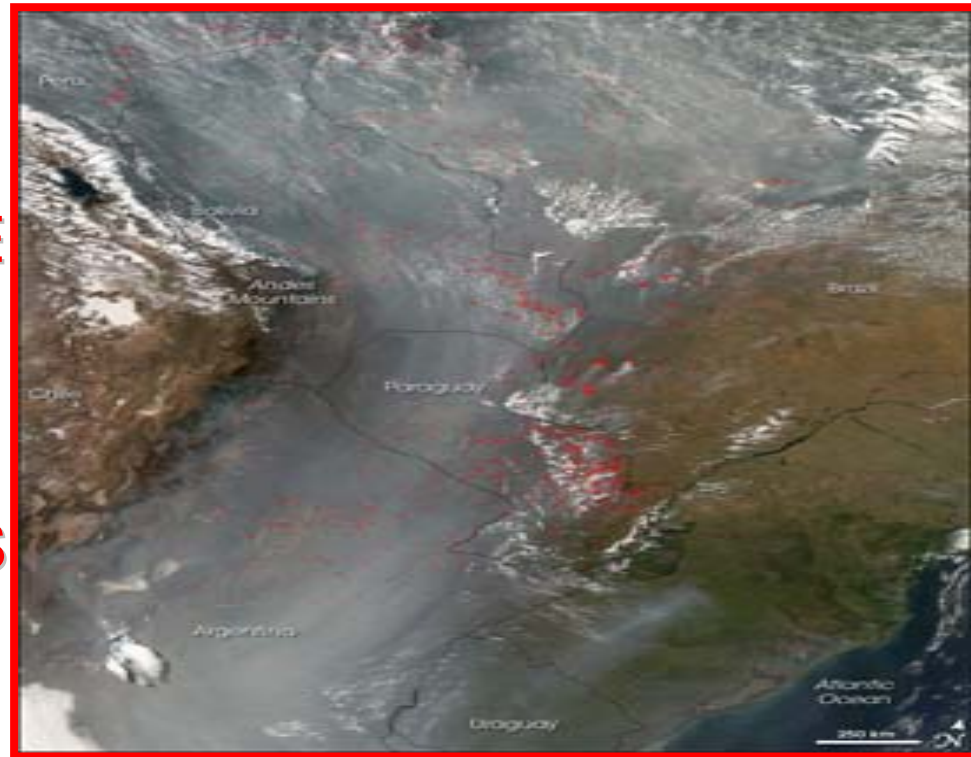
**En la región Oriental desde el año 2005 aparece tendencia a la disminución , podría ser por el mayor control.**

**Aparece la ley conocida como “Deforestación Cero” , que propiciar la conservación, recuperación, y el mejoramiento del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA).**

**Se busca que cumpla con sus funciones ambientales, sociales y económicas, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del país**

# EL EVENTO DE QUEMAS EN EL NORTE DEL PAÍS, SEPT 2007, PREOCUPANTE

EVALUACION DE GASES  
EMITIDOS A LA  
ATMÓSFERA DURANTE  
LAS QUEMAS  
OCURRIDOS EN LOS  
ÚLTIMOS MESES EN  
PARAGUAY IMPACTOS  
Y RIESGO PARA LA  
SALUD



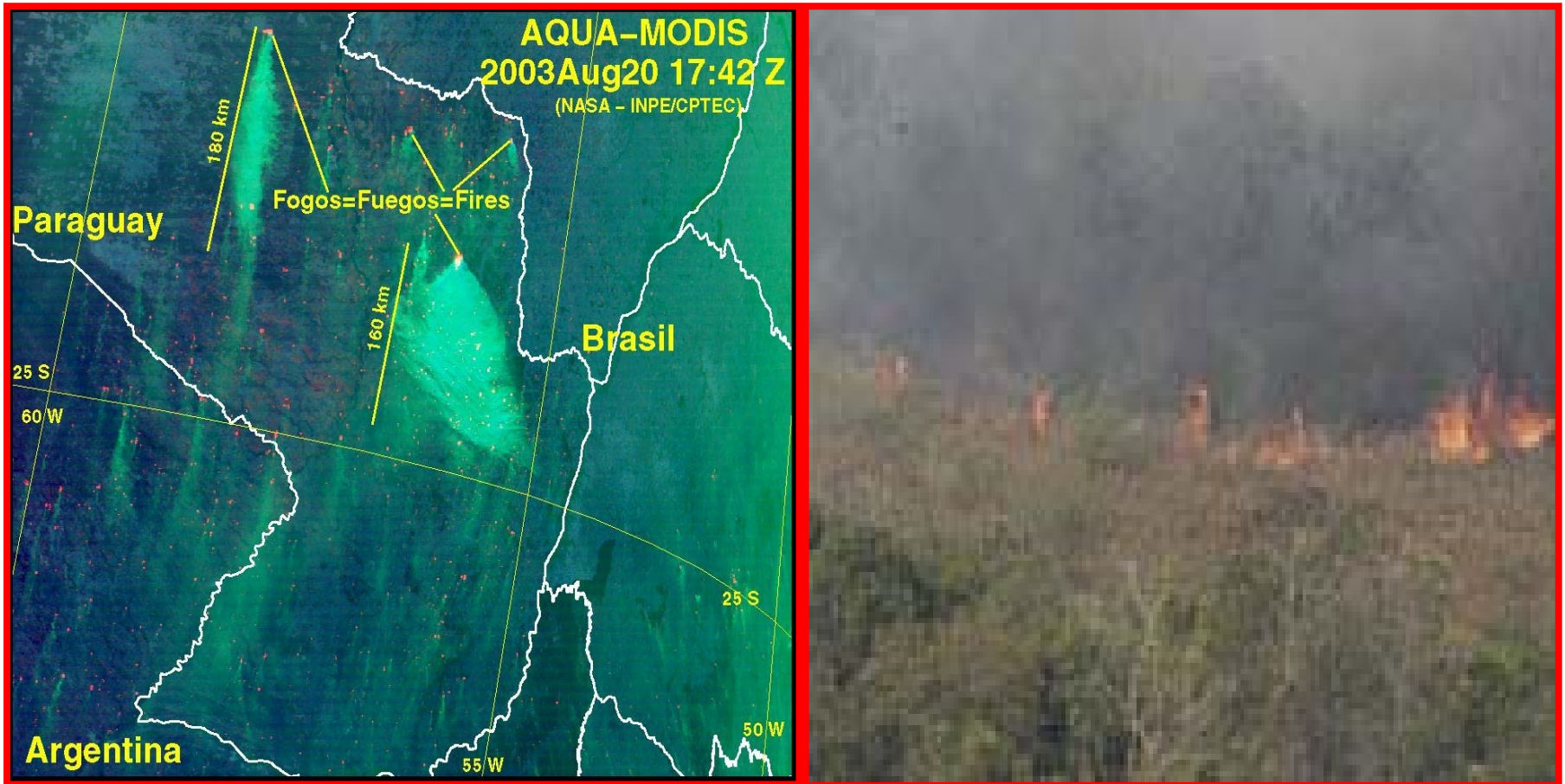
La imagen es del (MODIS) satélite Aqua de la NASA - 9 de septiembre, 2007

# Emisiones importantes durante las quemas en Paraguay

20 Agosto 2003

Y

10 Septiembre 2007(San Pedro)



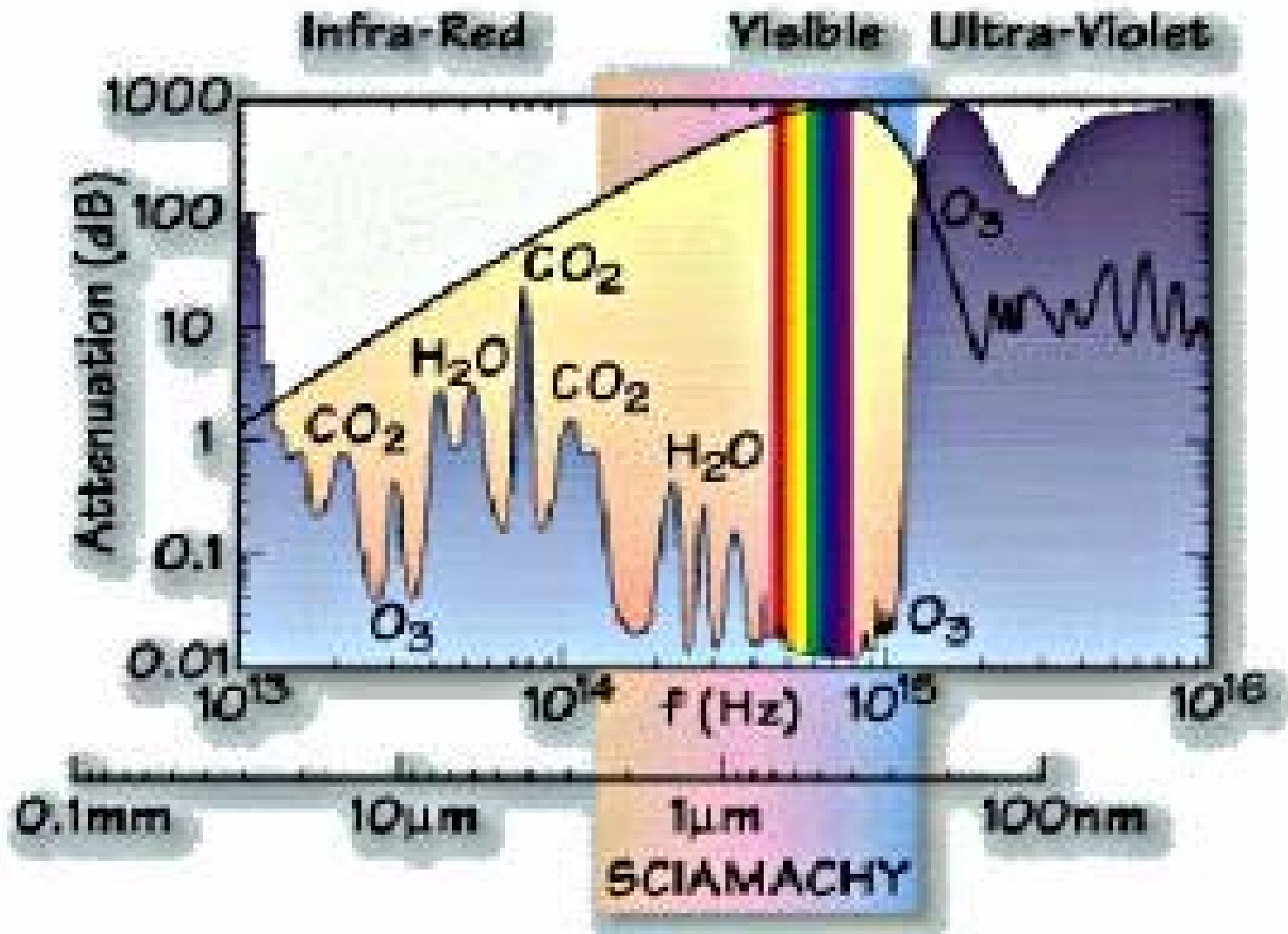
# EL FUEGO ES UN ELEMENTO ACTIVO EN LA DINÁMICA AMBIENTAL

- Los incendios forestales y las quemadas de la vegetación, son factores que *condicionan los procesos de la contaminación ambiental y su relación con el efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono.*
- Estos problemas hasta ahora han sido pocos considerados
- Actúa como regulador del crecimiento y renovación de los múltiples ecosistemas naturales.
- Informes de la NASA evidencian que las quemadas de la vegetación y los incendios forestales disminuyen las precipitaciones

# MONITOREO AMBIENTAL

- El **Envisat** de ESA, es el satélite más grande dedicado al monitoreo ambiental
- Lleva diez instrumentos.
- El **SCIAMACHY** (Espectrómetro de Absorción de Escaneo y Fotografía para Cartografía Atmosférica), registra el espectro de la luz solar que brilla a través de la atmósfera.

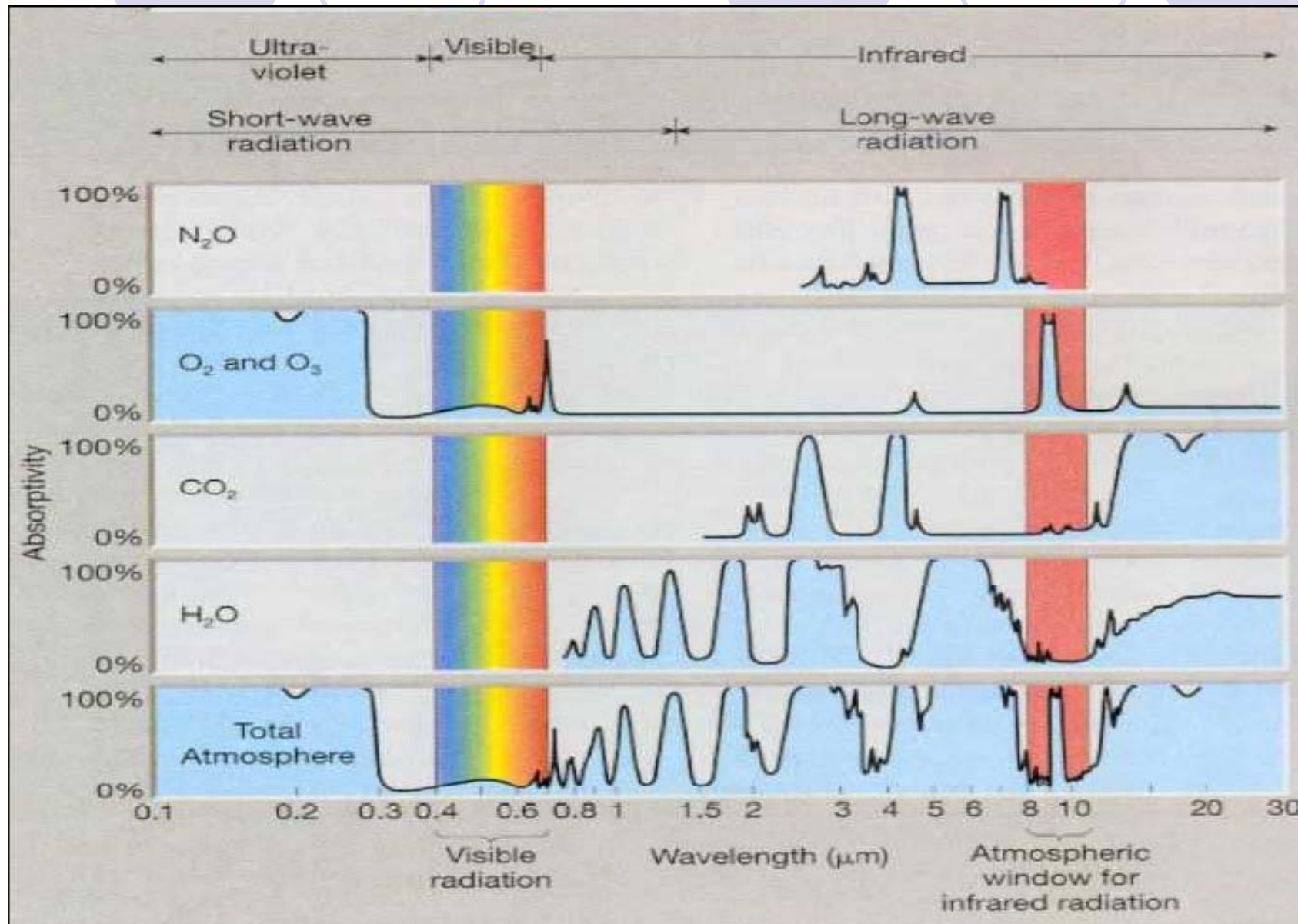
# SCHIAMACHY detecta trazas de gases diferentes



- La quema de biomasa es práctica común en Paraguay, genera gases de ***EFEECTO INVERNADERO***
- Y es la mayor fuente de contaminación atmosférica



# Absorción de radiación por diferentes gases de la atmósfera





# Los gases en la atmósfera absorben en forma selectiva la radiación

- Cuando un gas absorbe energía, ésta se transforma en movimiento molecular interno que produce un aumento de temperatura.
- El oxígeno y el ozono son buenos absorbedores de radiación violeta en  $\lambda < 0,29 \mu\text{m}$ , el vapor de agua es buen absorbedor en longitudes de onda mas larga
- Ningún gas es un absorbedor efectivo de radiación en longitudes de onda entre  $0.3$  y  $0.7 \mu\text{m}$ , se tiene un vacío, es la región del visible, se dice que la atmósfera es transparente a la radiación solar entrante
- En la banda de  $8$  y  $11 \mu\text{m}$  la atmósfera absorbe muy poca radiación de onda larga, como también el vapor de agua y el  $\text{CO}_2$ . “VENTANA ATMOSFÉRICA”

# Gases de Efecto de Invernadero

- **El dióxido de carbono** se libera cuando se queman residuos sólidos, combustibles fósiles (aceite, gas natural y carbón), madera y productos de madera.
- **El metano** se emite durante la producción y el transporte de carbón, gas natural y aceite. Las emisiones de metano también resultan de la descomposición de desechos orgánicos en vertederos municipales de residuos sólidos y de la crianza de ganado.
- **El óxido nitroso** se libera durante las actividades agrícolas e industriales, así como durante la combustión de residuos sólidos y combustibles fósiles.
- El metano atrapa más de 21 veces más calor por molécula que el dióxido de carbono y el óxido nitroso absorbe 270 veces más calor por molécula que el dióxido de carbono.

# QUEMAS EN PARAGUAY DURANTE EL EVENTO, DIAS CRITICOS

País	Fecha	Satélite	Nº de focos
Paraguay	2007/09/06	Aqua - Modis	87
Paraguay	2007/09/07	Aqua - Modis	331
Paraguay	2007/09/08	Aqua - Modis	118
<u>Paraguay</u>	<u>2007/09/09</u>	<u>Aqua - Modis</u>	<u>1248</u>
Brasil	2007/09/09	Aqua - Modis	1068
Argentina	2007/09/09	Aqua - Modis	297
Bolivia	2007/09/09	Aqua - Modis	336

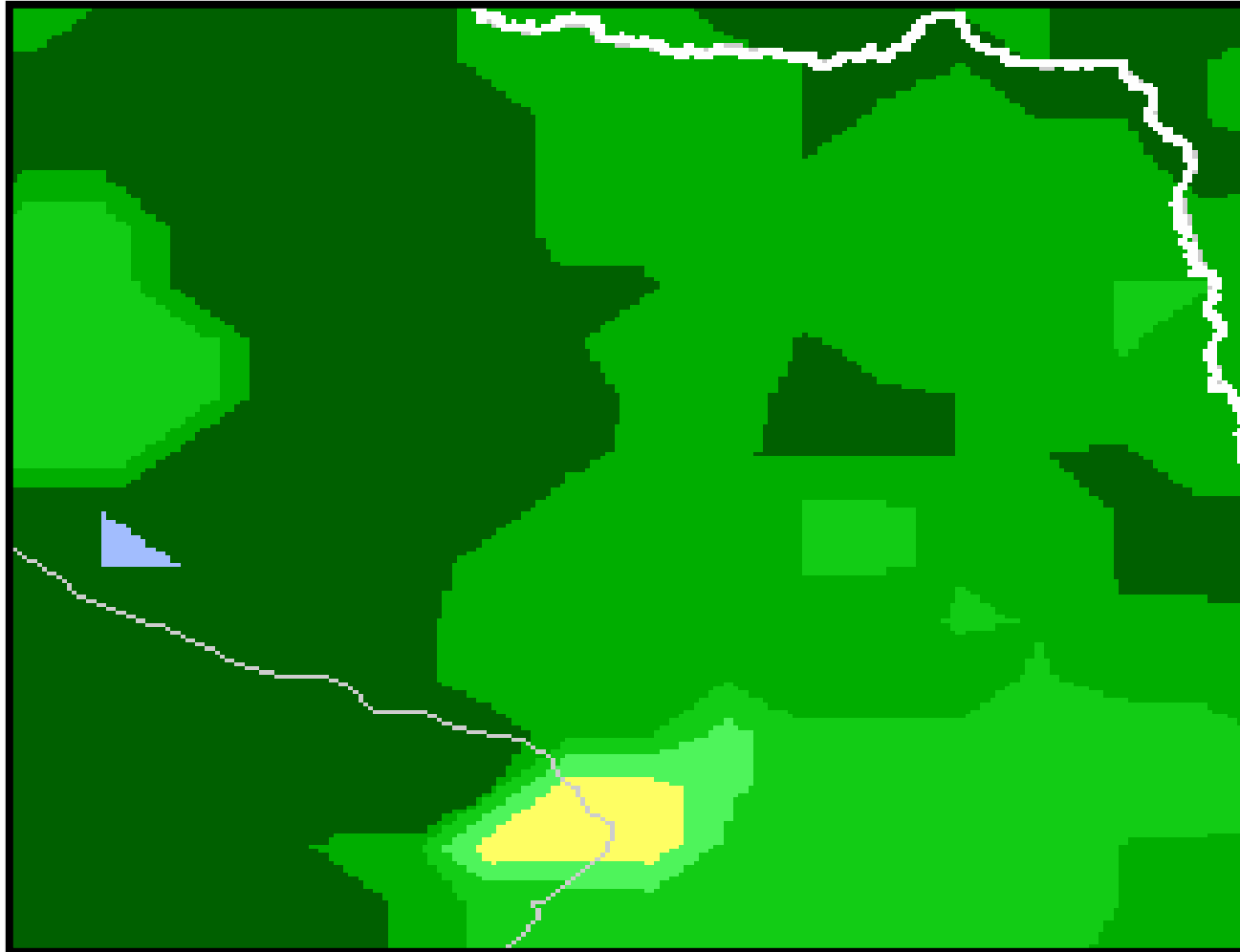
- ***De origen natural*** (debido a rayos), ***la mayoría son resultados de prácticas humanas***, accidentales a veces, pero generalmente deliberadas.
- ***Produce a escala local y regional***, (quema de biomasa) **contaminación**, que impactan sobre los ecosistemas, la salud y seguridad de la población local. ***A escala regional y global***, la quema de biomasa es una fuente significativa de emisiones gaseosas y partículas a la atmósfera.
- ***Sus efectos*** varían desde la irritación en ojos y piel y dificultades respiratorias, productos de los gases y aerosoles producidos por el fuego, hasta daños directos en plantas, animales, propiedades y personas.

# MONITOREO DEL TRANSPORTE DE LAS QUEMAS DE BIOMASA Y POLUCIÓN ANTROPOGÉNICA EN SUD AMÉRICA.

- El transporte de la quemadas de biomasa y emisiones antropogénicas sobre Sud-América es monitoreado por el CPTEC/INPE en una base operacional([www.cptec.inpe.br/qualidade do ar](http://www.cptec.inpe.br/qualidade_do_ar))
- El sistema opera en tiempo real y fue implementado en 2003 utilizando el *modelo de transporte en tiempo real 3-D CATT-BRAMS* acoplados a un modelo de emisión.

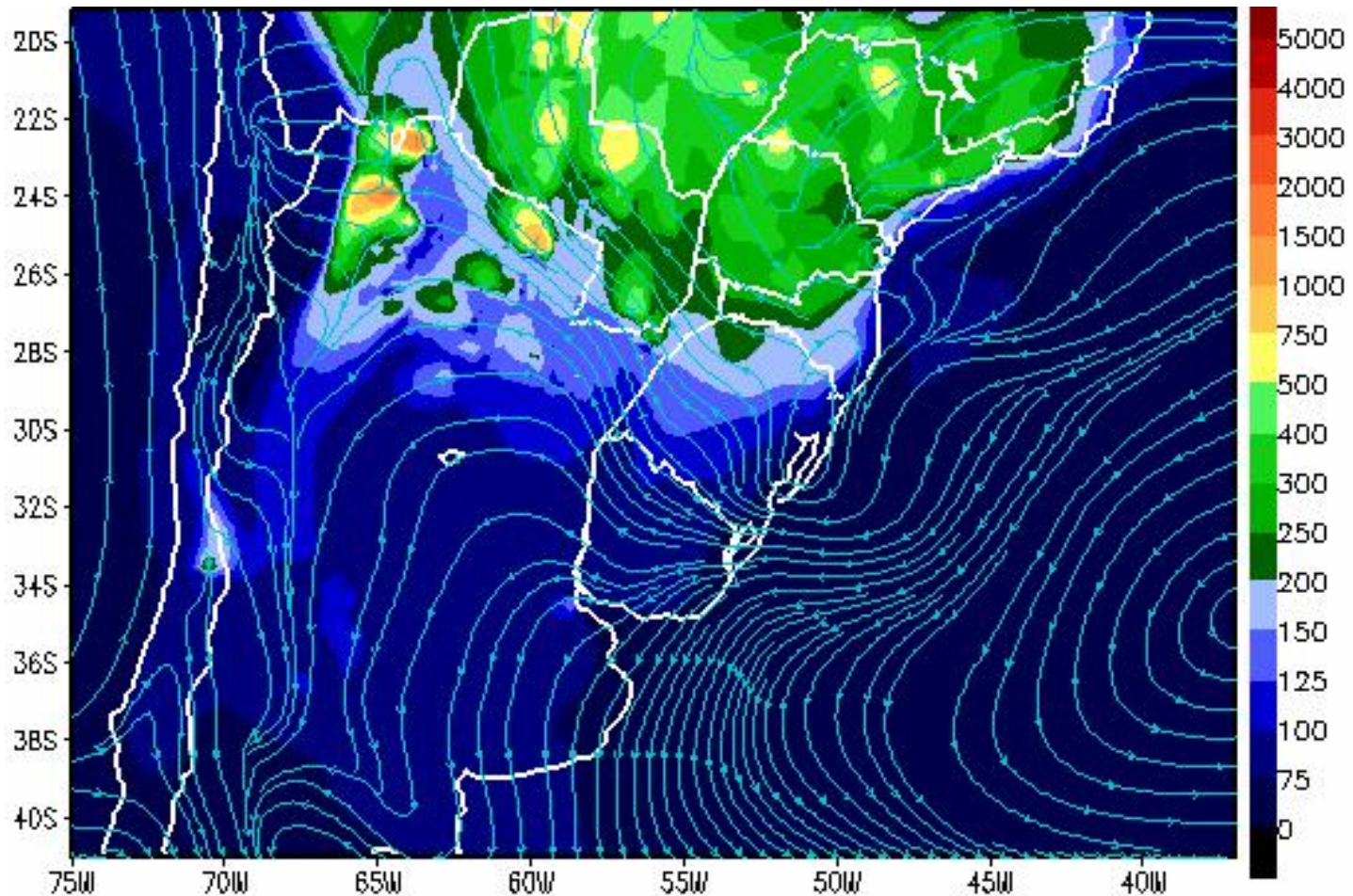
***Emissões de CO sobre Asuncion,  
 $3.0 \times 10^{-9}$  (kg[CO]/m<sup>2</sup> s). 15/OCT/2007.***

**CATT-BRAMS - CPTEC/INPE**



***Monóxido de carbono: 225 ppbv, a 72 m sobre  
Asunción.***

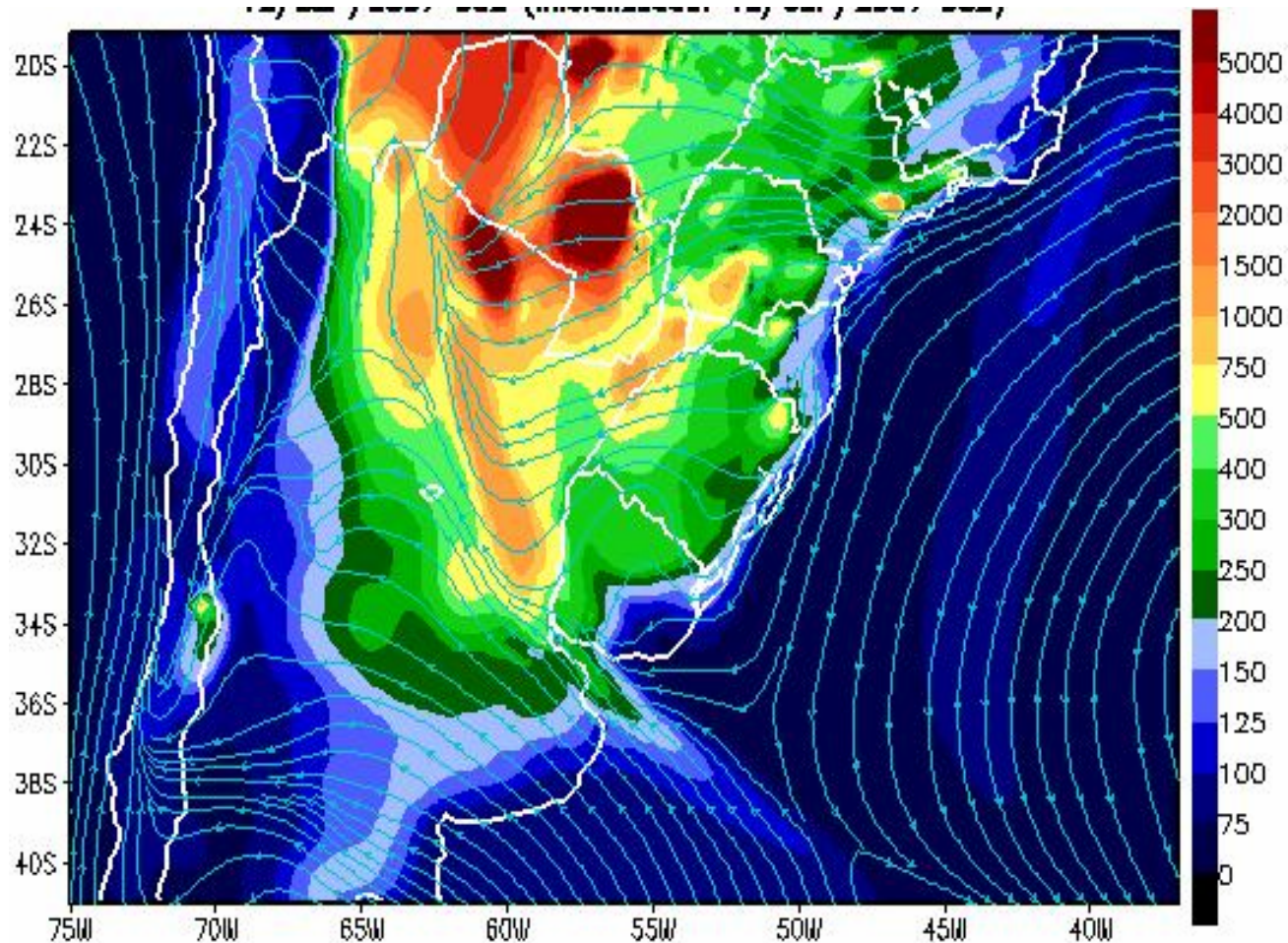
***1 Sep 2007. 00Z***





# ***Monóxido de carbono, 2550 ppbv a 72 m sobre Asunción.***

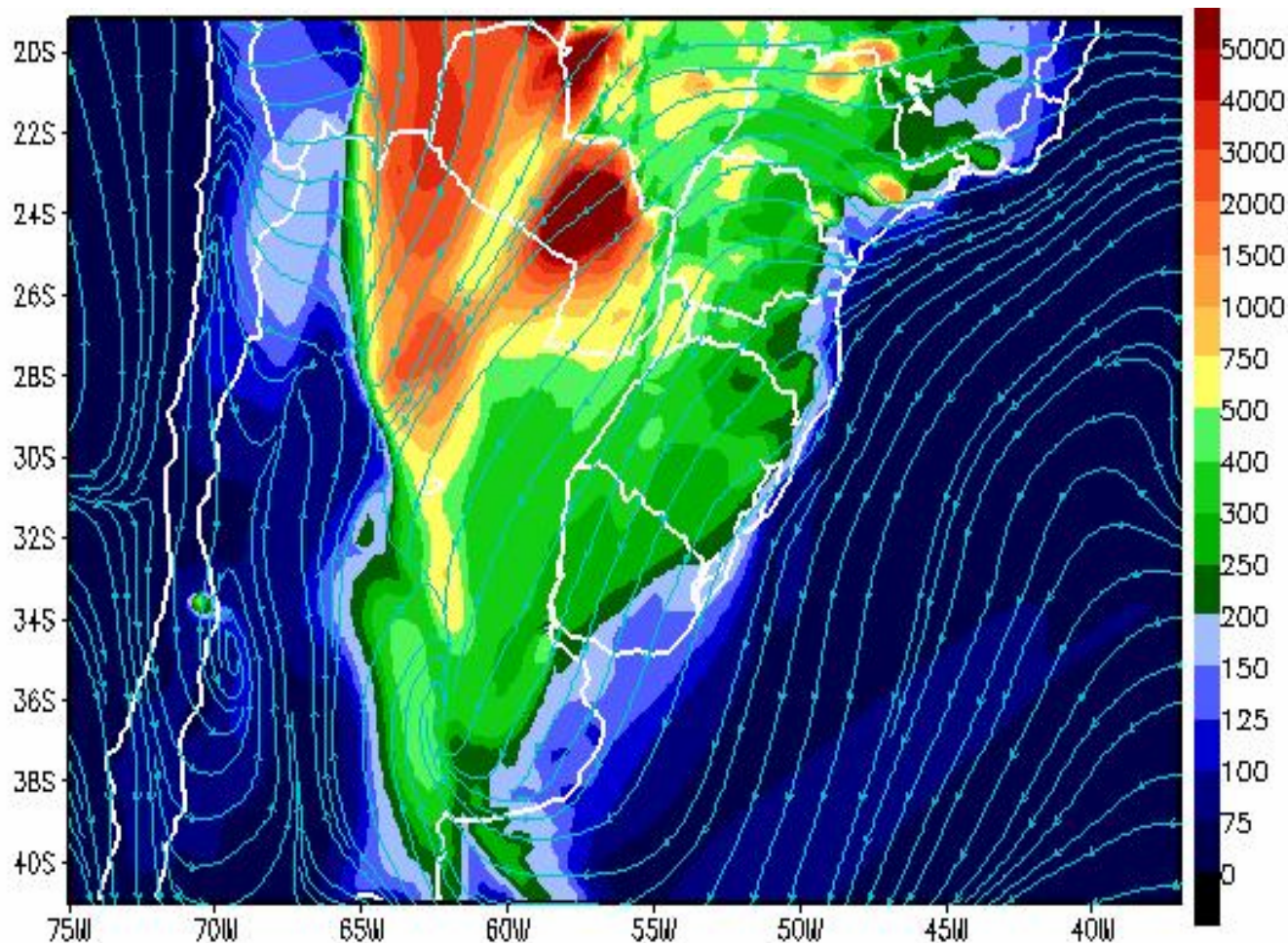
***12 Sep. 2007***

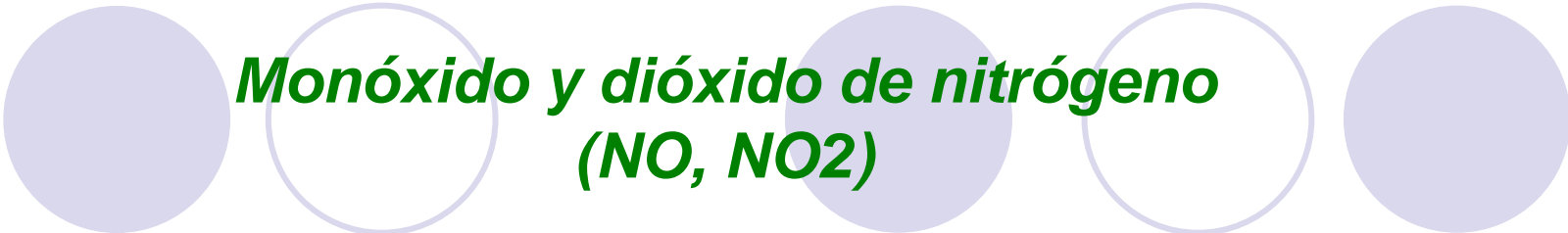


***CPTEC/INPE/MCT – MASTER/IAG/USP***



***Monóxido de Carbono sobre Asunción, 4000 ppbv, a 72 m  
10 sept. 2007***

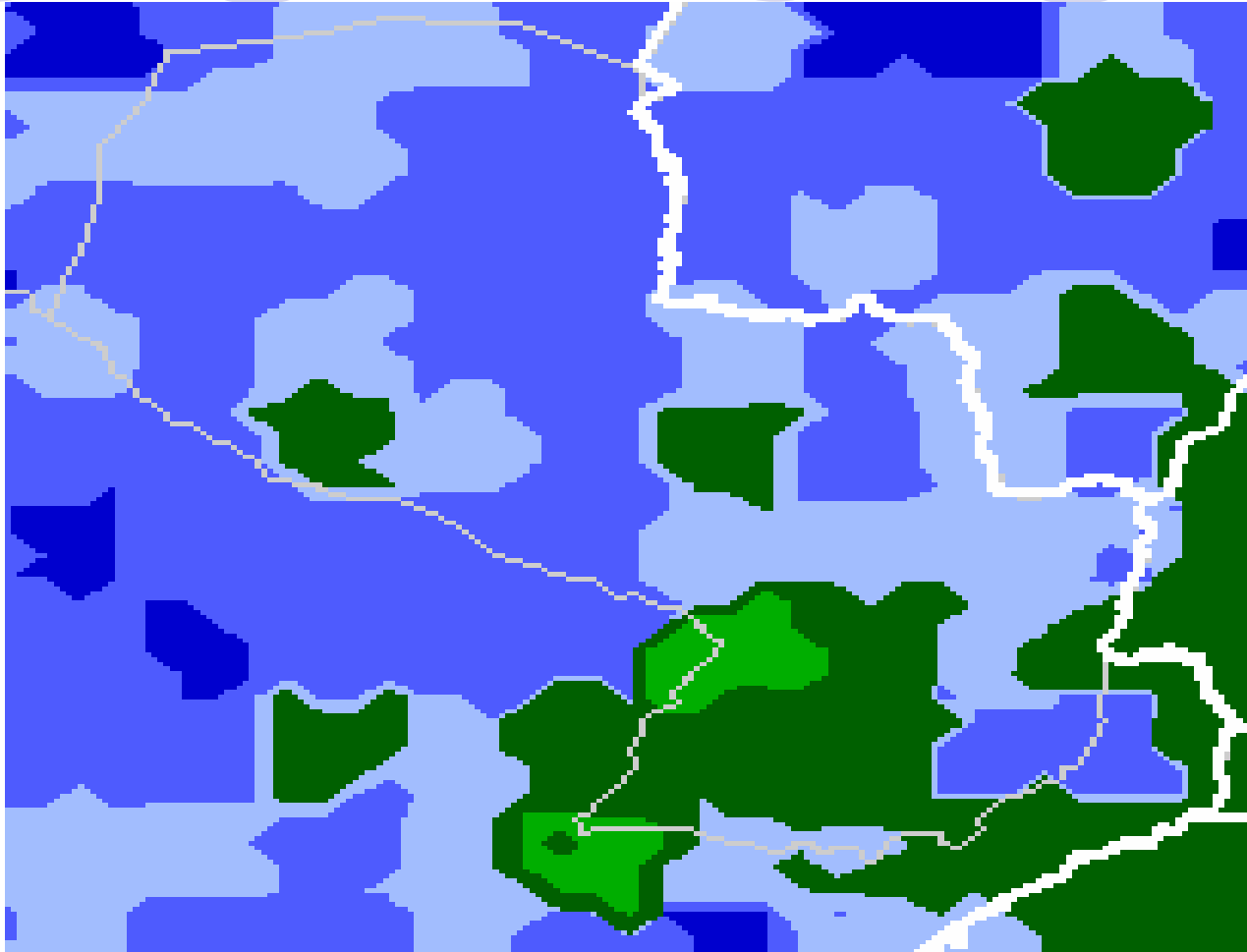




## *Monóxido y dióxido de nitrógeno (NO, NO<sub>2</sub>)*

- **EI NO<sub>2</sub>** es un gas producido por el hombre.
- La exposición excesiva al mismo provoca daños en los pulmones y problemas respiratorios.
- Juega un papel importante en la química atmosférica, porque es un precursor del ozono en la troposfera.
- **EI NO<sub>2</sub>** es producido por las emisiones de las plantas de energía, de la industria pesada y del transporte carretero, *junto a la quema de biomasa*. Los relámpagos y rayos crean naturalmente óxidos de nitrógeno en el aire, como también lo hace la actividad microbiana en el suelo.

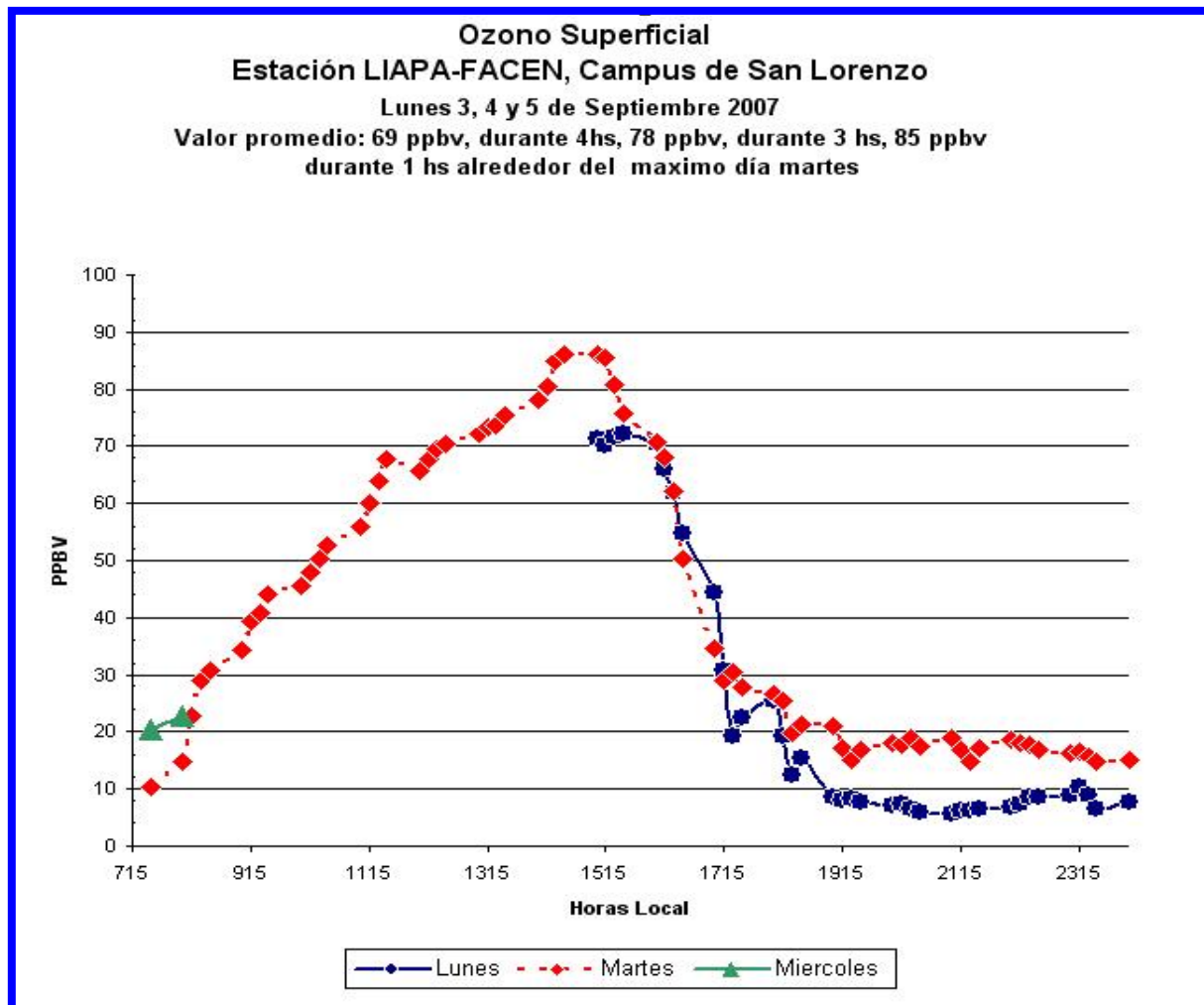
*Emisiones de CH<sub>4</sub> sobre Asuncion,  
7.5 e-10 (kg[CH<sub>4</sub>]/m<sup>2</sup> s)  
15/OCT/2007*



## ***CONTAMINACIÓN AMBIENTAL CON OZONO DURANTE EPISODIOS DE QUEMAS, RIESGO PARA LA SALUD.***

- **En LIAPA (con un TECO 49) se registró valores de ozono superficial que superaron el umbral para la protección a la salud; de 51 ppbv (69 ppbv promedio en 4hs, 85 ppbv promedio en 1 hs, alrededor del valor máximo del día)**

# Comportamiento tipo del ozono superficial durante las horas del día.





## ***Efectos del ozono superficial***

***Los efectos de este contaminante sobre la salud depende de su concentración así como del tiempo que interactúa con los seres vivos, y se manifiesta como problemas respiratorio, reducción de la función pulmonar, asma, irritación de los ojos, congestión de la nariz, reducción de la resistencia al resfriado***



# INVESTIGACIONES

- En Paraguay son pocas o casi nulas las investigaciones para determinar la influencia de las quemadas sobre el clima regional, y la salud.
- No existen estudios comparables en las amplias regiones de Paraguay en donde los incendios son importantes.

# ***Distribución de densidad de fuego en Paraguay Periodo 1998-2006***

***C. M. Di Bella, G. Coronel, M. H. Hume, F. P. Barrios.,***

***Objetivo: se pretende cuantificar los efectos e interacciones de los factores naturales y antropogénicos, incluyendo el clima, el uso del suelo y las condiciones de manejo de las quemas de la vegetación***

***El estudio de esas relaciones es fundamental para predecir los patrones de fuego regional y desarrollar un manejo adecuado de política de regulación para las quemas de biomasa a niveles país***





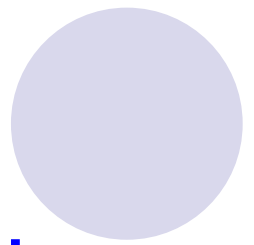
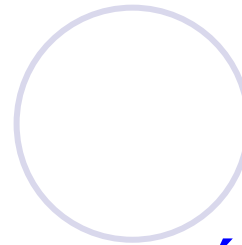
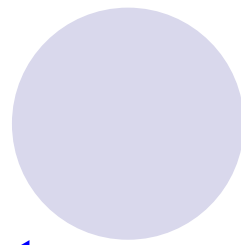
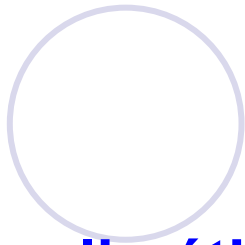
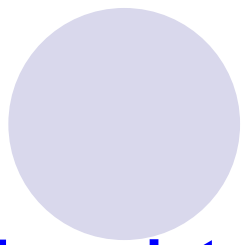
## METODO

- **Se explora el patrón de fuegos, a partir de las imágenes de la NOAA-AVRHH en el periodo 1998 a 2006.**
- **Informaciones de las quemas fueron asociadas con el clima, la vegetación y uso del suelo.**
- **Datos sobre los departamentos, del Censo Nacional de Población y Viviendas de Paraguay - año 2002.**
- **Densidad de quemas (FD) fueron calculados con datos disponibles de focos de quemas en la web desarrollado por el INPE/CPTEC del Brasil.(grupo de quemas: [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br)).**

- Las variables climáticas, tales como los valores mensuales medios de la temperatura (°C) y la precipitación (mm), fueron obtenidos de la base de datos del Servicio Meteorológico Nacional.
- La cobertura vegetal dominante para cada Departamento fue obtenida de comunicaciones privadas.
- Datos del Censo Nacional ([www.dgeec.gov.py](http://www.dgeec.gov.py)) del año 2000 fueron utilizados para relacionar las densidades de quemas con el uso del suelo en los 17 departamentos de Paraguay, para cada departamento del país se obtuvo el área total y cultivada (km<sup>2</sup>).

**Se combinaron bases de datos de vegetación y clima (temperatura y precipitación) e información de uso de suelo para explorar la relación de esos factores con el fuego en el país**

**El estudio arrojó una media de los valores máximos de densidad de fuego de 0.025 n°defuegos/km<sup>2</sup>/año para el periodo de estudio, con valores extremos superiores como 0.060 n°defuegos/ m<sup>2</sup>/año en el departamento de Amambay ubicado al este del país y próximo a la frontera con Brasil**



**Los datos climáticos muestran que esos máximos coinciden con los meses de baja precipitaciones estimándose déficit de agua en esa región, lo cual muestra una correlación inversa con la densidad de fuego**

- En el departamento de Amambay el área de uso agrícola es bajo de aproximadamente 10,6%, mientras que el departamento de Alto Paraná que tiene áreas con alta agricultura (70,2%) el valor máximo de densidad de fuego observado fué muy bajo de 0.017 n°defuegos/km<sup>2</sup>/año.

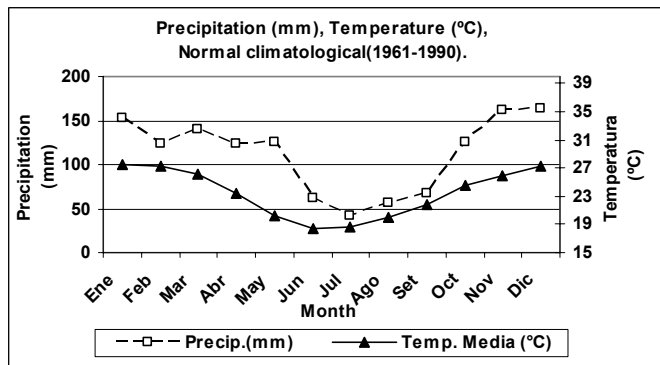
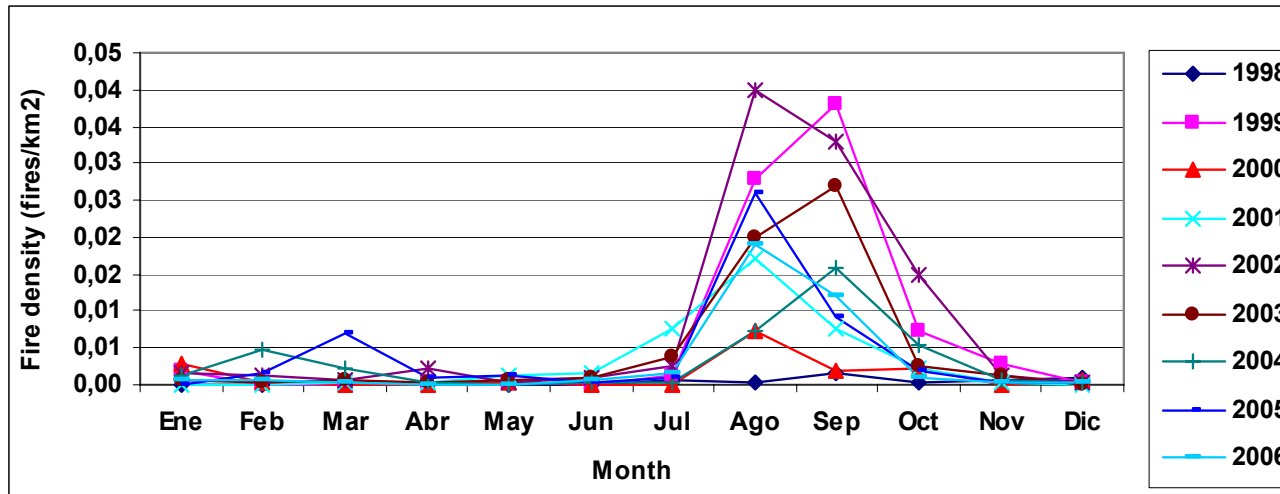
## For Climatic Diagram

**AP** = mean annual precipitation (mm/years). Data estimated of the Distribution Map of Rains in the Paraguay, Normal Climatological 1961-1990. Fac. Politecnica y DMH-Paraguay. November, 2001

**VT** = dominant biome : Bosques de ribera = **Bosriv** , Sabana cerrado = **Sabcer**, Bosques semicaducifolios= **Bossemic** , Bosques semihumedos= **Bosse Mih**, Humedales = **Hu** , Bosques húmedos= **Boshúmed**

**PA** = percentage of agruculture (%).

# Ej.: *Concepción* (22°00'-23°30' S; 58°00'-56°06' W)




AP	1400
VT	Bos <sub>riv</sub> , Sab <sub>cer</sub>
PA	4,7

**AP** = mean annual precipitation (mm/years).

**PA** = percentage of agruculture (%).

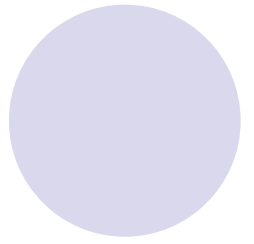
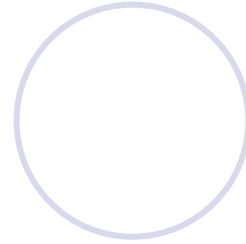
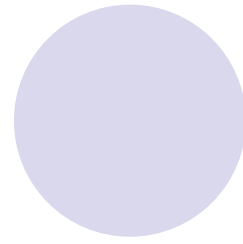
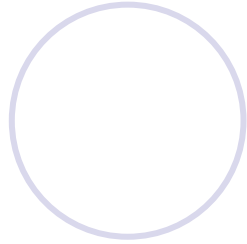
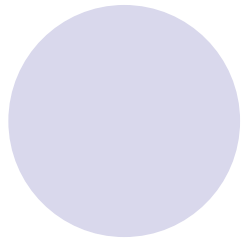
**VT** = dominant biome

- 
- **La agricultura reduce significativamente la densidad de fuego en praderas y savanas pero se incrementa en su frecuencia en las selvas tropicales.**
  - **Estos resultados sugieren que la agricultura puede prevenir las quemas de biomasa en áreas semiáridas pero aumentan en ambientes húmedos, donde se acumulan las biomasa.**

# Resumen

Región Oriental	Superficie (km <sup>2</sup> )	Mes con mayor Nº de quemas	Densidad de quemas (Nº de quemas/km <sup>2</sup> )	Precipitación media anual (mm)-AP	% de área agrícola PA	Biomasa dominante VT
<b>Concepción</b>	<b>18.051</b>	<b>Agosto</b>	<b>0.040</b>	<b>1400</b>	<b>4.7</b>	<b>Bosques de ribera, Sabana cerrado</b>
<b>San Pedro</b>	<b>20.002</b>	<b>Agosto</b>	<b>0.038</b>	<b>1520</b>	<b>15.9</b>	<b>Sabana cerrado, Bosques semicaducifolios</b>
Cordillera	4.948	Septiembre	0.011	1530	6.0	Bosques de ribera, Bosque semicaducifolios
Guairá	3.845	Agosto-Octubre	0.010	1700	25.0	Bosques de ribera, Bosques semicaducifolios
<b>Caaguazú</b>	<b>11.474</b>	<b>Septiembre</b>	<b>0.035</b>	<b>1690</b>	<b>48.0</b>	<b>Sabana cerrado, Bosques semicaducifolios</b>
Caazapá	9.496	Marzo	0.018	1720	25.3	Bosques semicaducifolios, humedales
Itapúa	16.525	Enero	0.009	1790	44.9	Bosques de ribera, humedales
Misiones	9.556	Marzo	0.020	1660	8.8	Bosques de ribera, Bosques(pastizales y palmeras)
Paraguari	8.705	Enero	0.018	1680	4.6	Bosques de ribera, Sabana cerrado
Alto Paraná	14.895	Septiembre	0.017	1720	70.2	Bosques de ribera, Bosques semicaducifolios
Central	2.465	Enero	0.025	1500	4.0	Bosques de ribera, Sabana cerrado
Ñeembucú	12.147	Enero	0.024	1500	1.4	Bosques ribera, palmares, humedales
<b>Amambay</b>	<b>12.933</b>	<b>Agosto</b>	<b>0.060</b>	<b>1600</b>	<b>10.6</b>	<b>Bosques de ribera, Sabana cerrado</b>
<b>Canindeyú</b>	<b>12.933</b>	<b>Agosto</b>	<b>0.058</b>	<b>1700</b>	<b>7.0</b>	<b>Bosques de ribera, Bosques semicaducifolios</b>
Región Oriental	Superficie (km <sup>2</sup> )	Mes con mayor Nº de quemas	Densidad de quemas (Nº de quemas/km <sup>2</sup> )	Precipitación media anual (mm)-AP	% de área agrícola PA	Biomasa dominante VT
Pte. Hayes	72.907	Septiembre	0.017	1100	0.12	Bosques de ribera, humedales
Alto Paraguay	82.349	Agosto	0.016	1100	0.03	Bosques palmares, Bosques semicaducifolios
Boquerón	91.669	Septiembre	0.010	700	0.02	Bosques xerófitos, humedales





**GRACIAS**