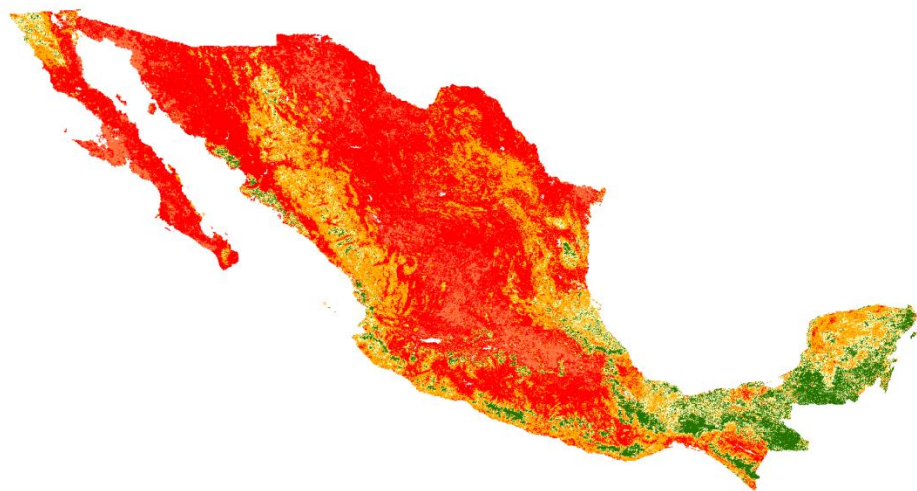


# Desarrollo de un Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales para México



**Dr. Daniel J. Vega. Universidad Juárez del Estado de Durango**

**M. Lupe Nava, Eric Calleros, Pablito Lopez, Jaime Briseño, Favian Flores, Javier Corral, Carlos Lopez, Ernesto Alvarado, Armando González, Isabel Cruz, Rainer Ressler, Diego Pérez, Citlali Cortes, Enrique Jardel, Alberto Setzer, Enrique Jiménez, Jose A. Vega**

# Contenidos

## Introducción: Sistemas de Peligro de Incendios

- ✓ Que son y para que sirven los sistemas de peligro?
- ✓ Ejemplos de sistemas de peligro

## Proyecto CONACYT-CONAFOR “3-C02-2014 :

“Desarrollo de un Sistema de Peligro de Incendios forestales para México”

## Introducción: Sistemas de Peligro de Incendios

- ✓ Que son y para que sirven los sistemas de peligro?
- ✓ Ejemplos de sistemas de peligro

## • Peligro de Incendio:





- **Componentes del Peligro de Incendio:**
  - 1) Riesgo de ocurrencia
  - 2) Comportamiento



# 1) Riesgo de ocurrencia

- Que un incendio ocurra, depende de:

la **meteorología** (condiciones de sequía)

interactuando con combustibles (**combustible seco**)

+ Una ignición (humana o natural)



## 2. Comportamiento de incendio

- Una vez se inicia, el **comportamiento de un incendio** (longitud de llama, velocidad de propagación, Área ardida, severidad potencial) de pendende de:
- **Combustibles** (carga, continuidad, humedad...)
- Meteorología (**viento**, T, HR)
- Topografía



- Los sistemas de peligro de incendio son :  
herramientas operacionales de toma de decisiones  
que mapean para condiciones actuales y futuras:
- Riesgo diario de ocurrencia de incendio  
(generalmente en base a meteorología)
- Comportamiento potencial de incendio  
(generalmente en base a meteorología + combustibles)

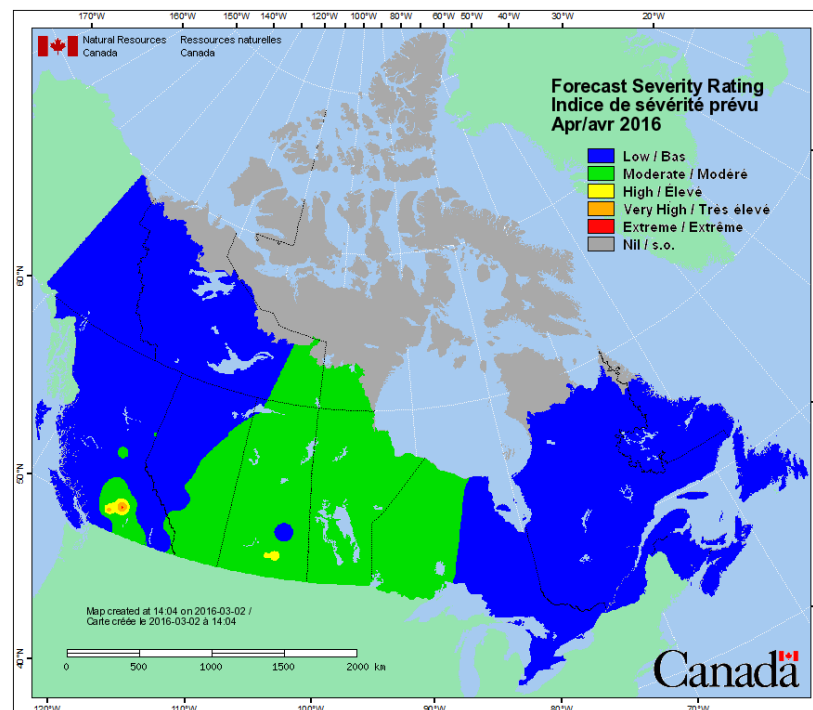
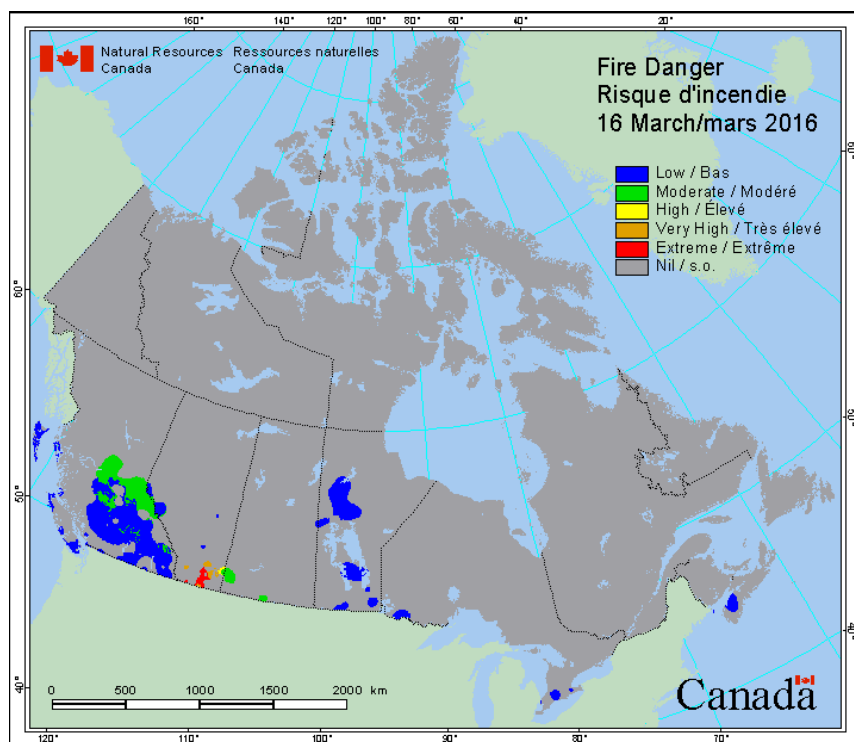


# Contenidos

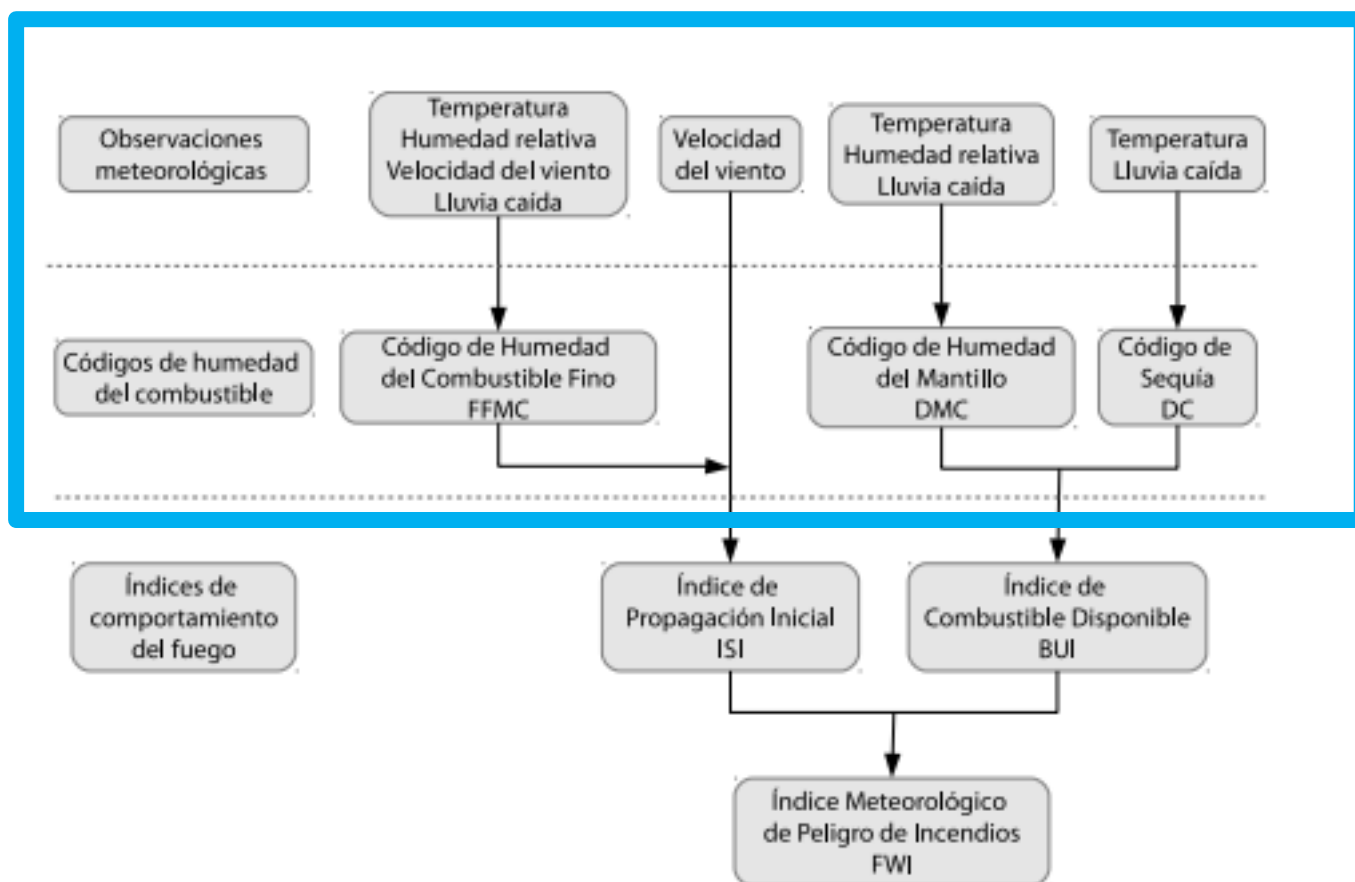
## Introducción: Sistemas de Peligro de Incendios

- ✓ Que son los sistemas de peligro de incendios?
- ✓ Ejemplos de sistemas de peligro

# Sistema de peligro Canadiense



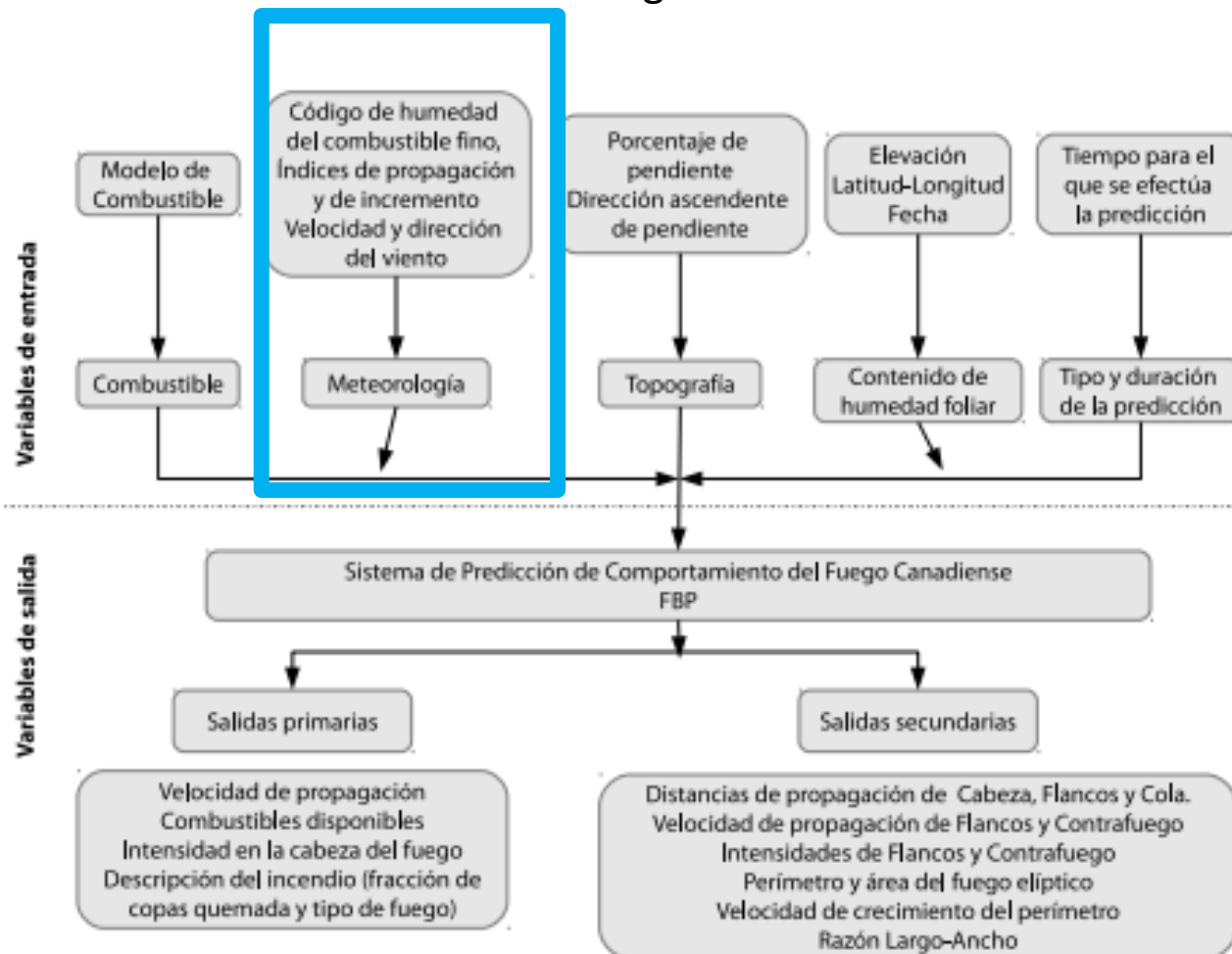
# Sistema de peligro Canadiense



Índices  
meteorológicos  
(seqüa del  
combustible)

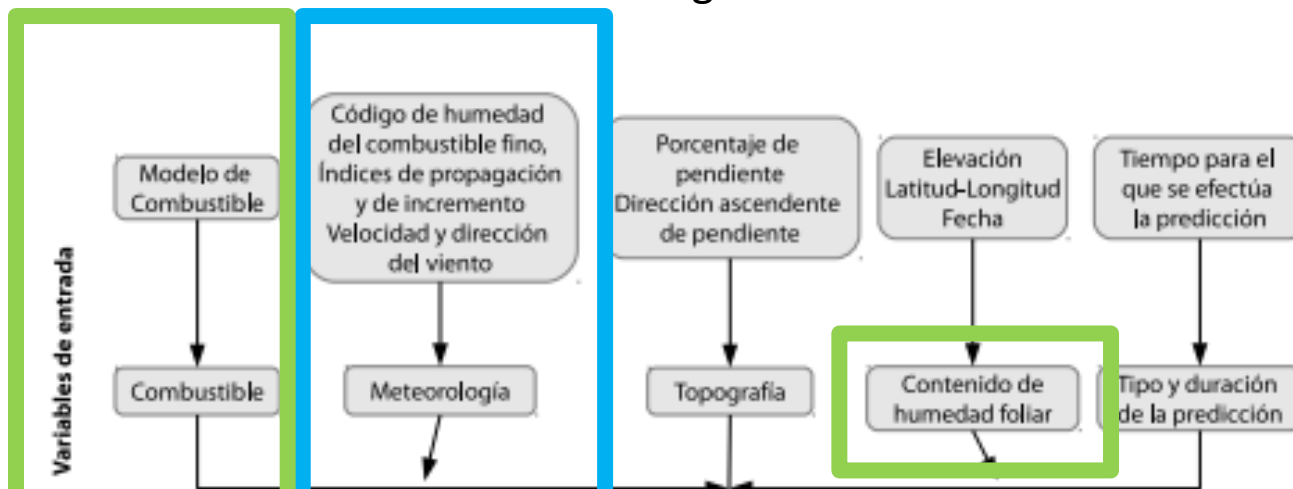
# Sistema de peligro Canadiense

## Índices meteorológicos

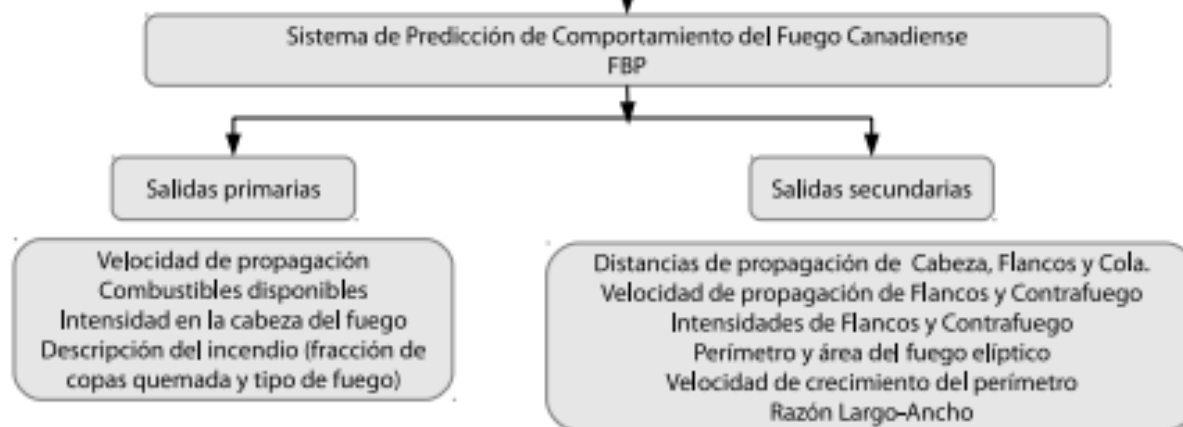


# Sistema de peligro Canadiense

Combustibles Índices meteorológicos



**Variables de salida**



Comportamiento del incendio



## Sistema de peligro Canadiense

### Predicción de comportamiento para los modelos de combustible canadienses

#### C-1

##### Spruce-Lichen Woodland



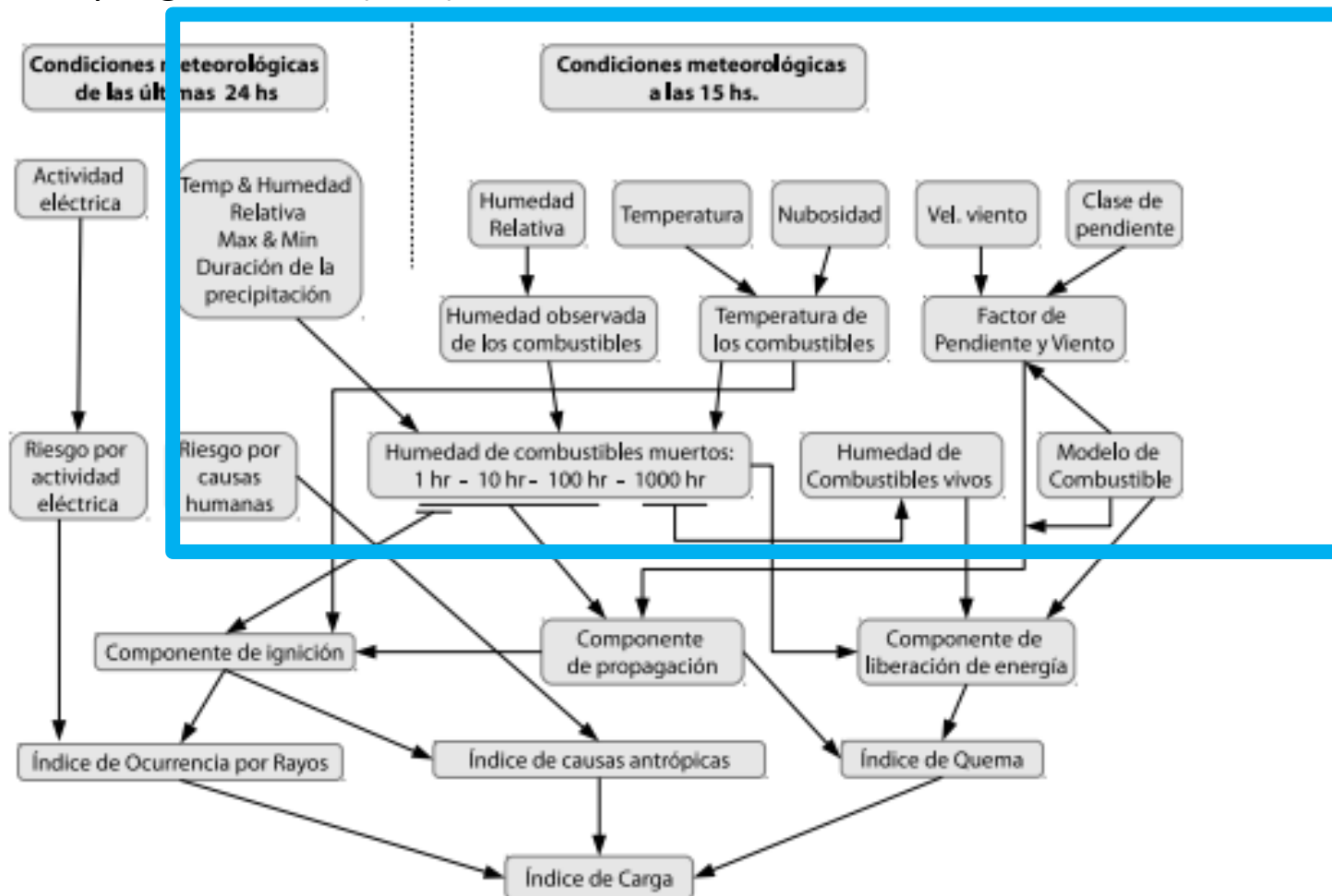
#### C-2

##### Boreal Spruce

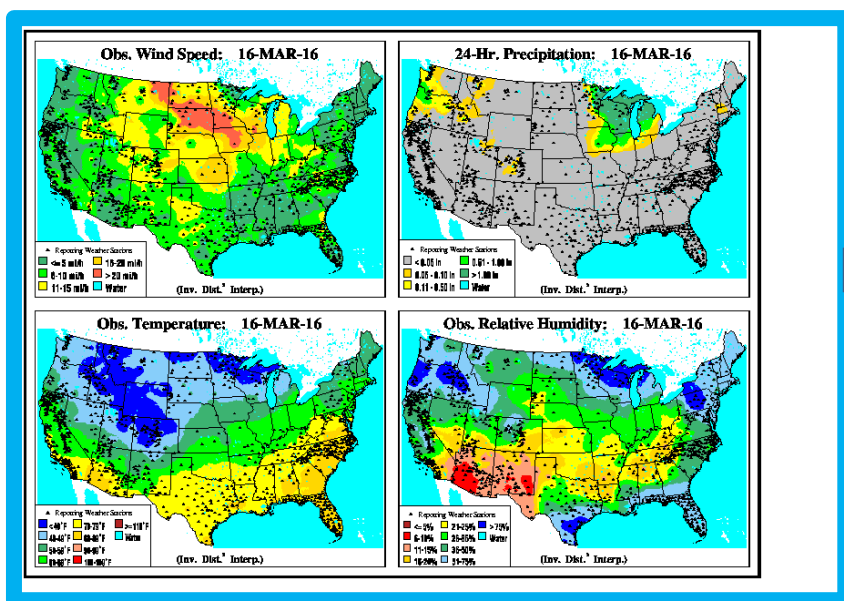


## Sistema de peligro NFDRS (USA)

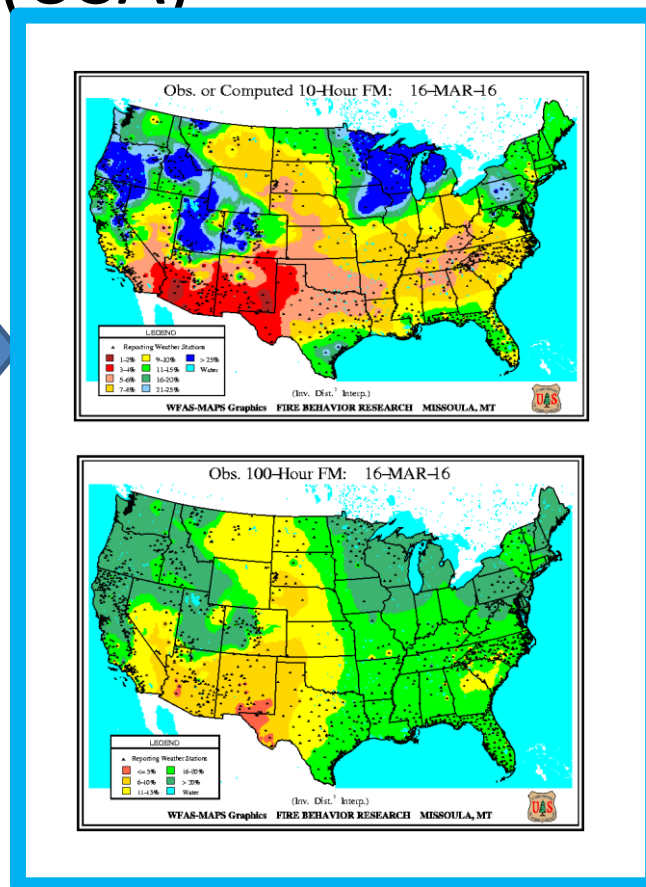
## Índices meteorológicos (sequía del combustible)



# Sistema de peligro NFDRS (USA)



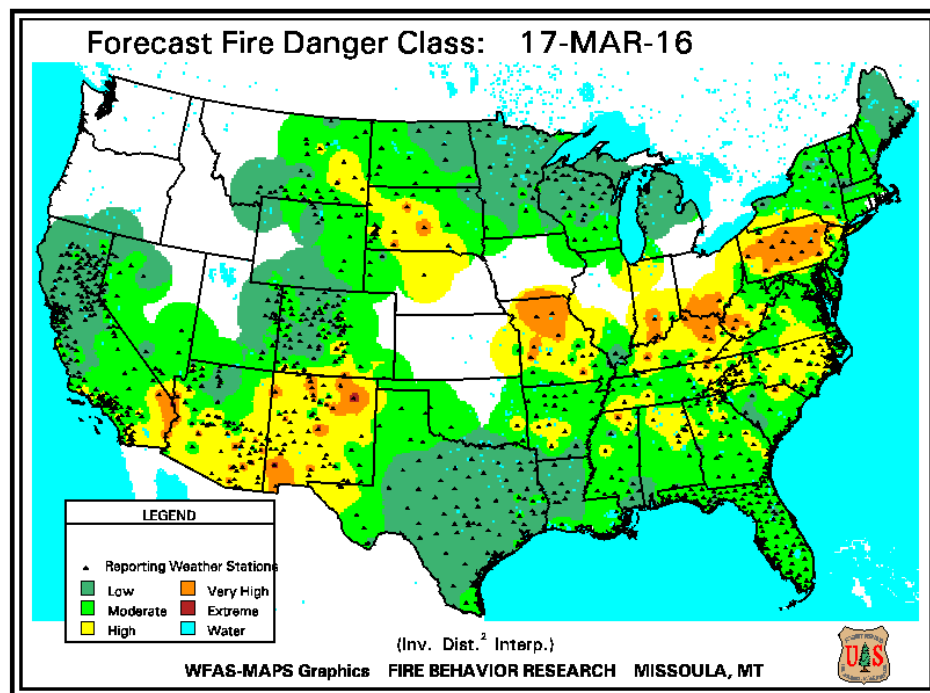
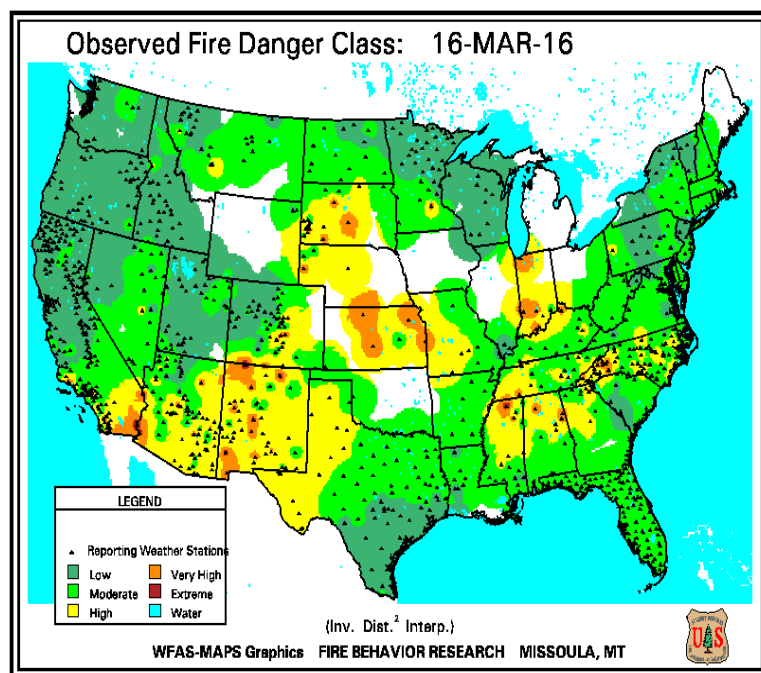
Metereología



Índices de sequia de combustibles

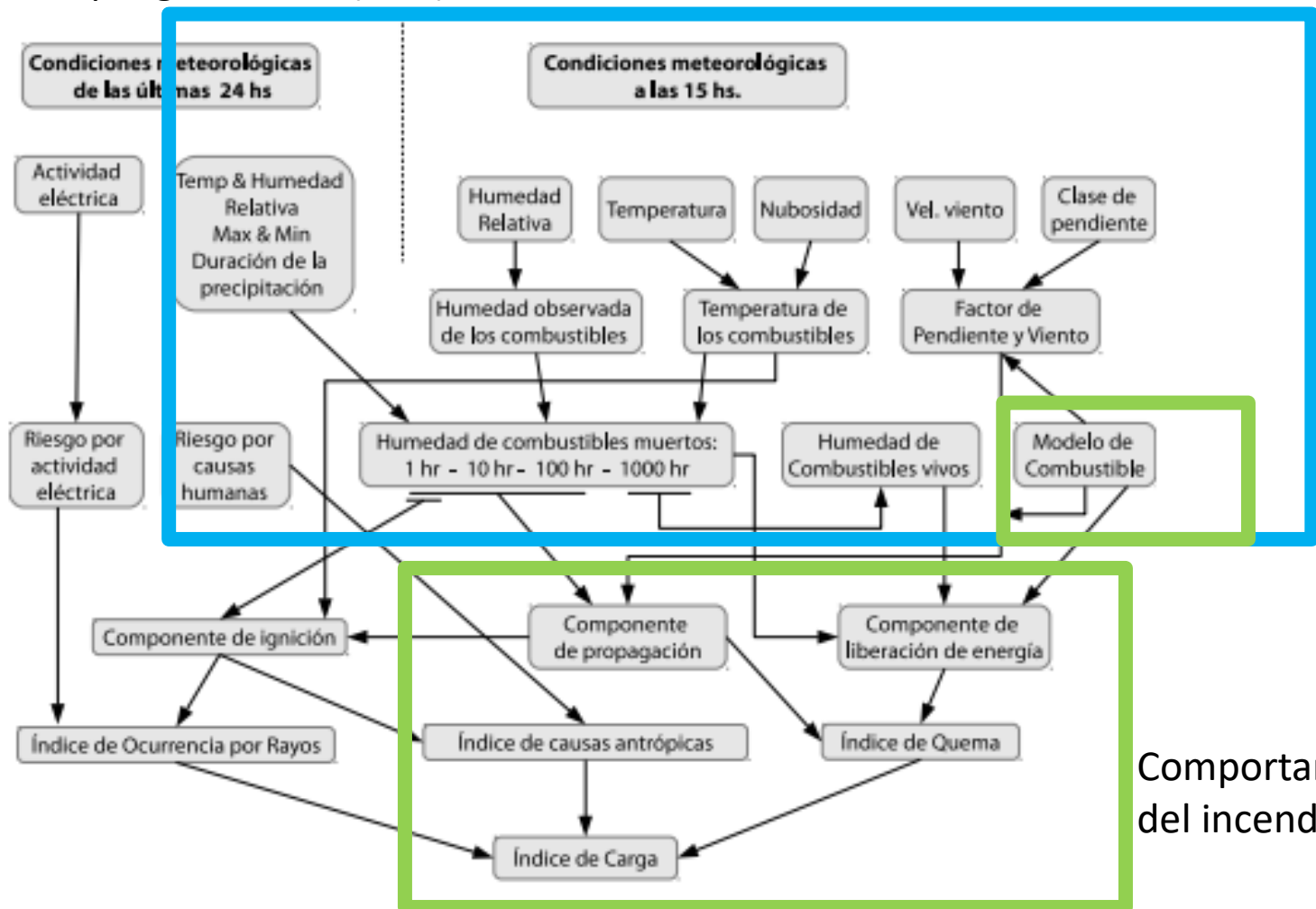


# Sistema de peligro NFDRS (USA)



## Sistema de peligro NFDERS (USA)

## Índices meteorológicos (sequía del combustible)



Comportamiento  
del incendio



## Futura cartografía de camas /modelos de combustible de México Seguirá sistema de clasificación de combustibles USA

← → ↻ [www.landfire.gov/fuel.php](http://www.landfire.gov/fuel.php)

Alerts  
Notifications  
Get Data

DATA

Reference

Disturbance

Vegetation

Fuel

Fire Regime

Topographic

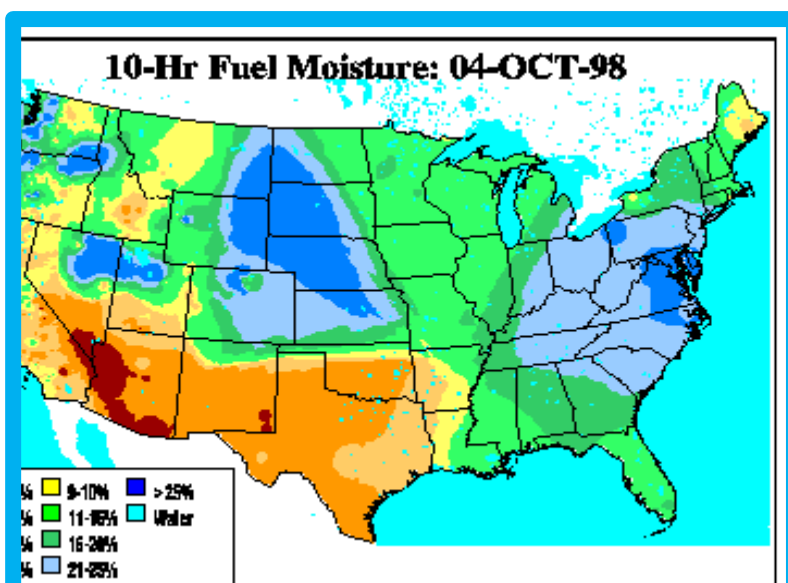
### Fuel

LANDFIRE fuel data describe the composition and characteristics of surface and canopy fuel. LANDFIRE fuel products:

- ♦ provide consistent fuel data to support fire planning, analysis, and budgeting to evaluate fire management alternatives
- ♦ supplement strategic and tactical planning for fire operations

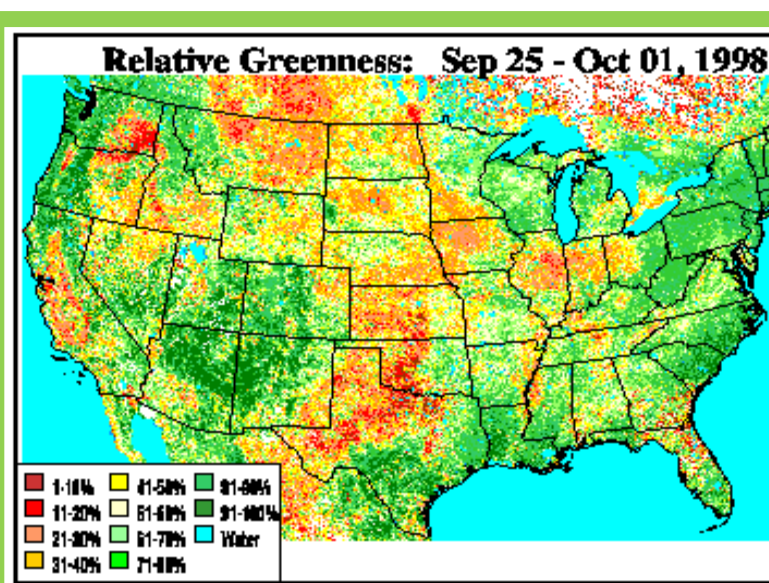
| Surface Fuel                                                                                                                                                                          | Canopy Fuel                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">13 Anderson Fire Behavior Fuel Models</a> - original 13 fire behavior fuel models, represents severe fire conditions                                                      | <a href="#">Forest Canopy Cover</a> - proportion of the forest floor covered by the vertical projection of the tree crowns |
| <a href="#">40 Scott and Burgan Fire Behavior Fuel Models</a> - fire behavior fuel model predictions beyond the severe fire season, such as prescribed fire and fire use applications | <a href="#">Forest Canopy Height</a> - average height of the top of the vegetated canopy                                   |
| <a href="#">Fuel Characteristic Classification System Fuelbeds</a> - provide land managers, regulators, and scientists with a nationally consistent                                   | <a href="#">Forest Canopy Bulk Density</a> - density of available canopy fuel in a stand                                   |
|                                                                                                                                                                                       | <a href="#">Forest Canopy Base Height</a> - average height from the ground to a forest stand's canopy bottom               |

# Índice Fire Potential Index (FPI)



Índices de sequía del combustible  
(meteorología)

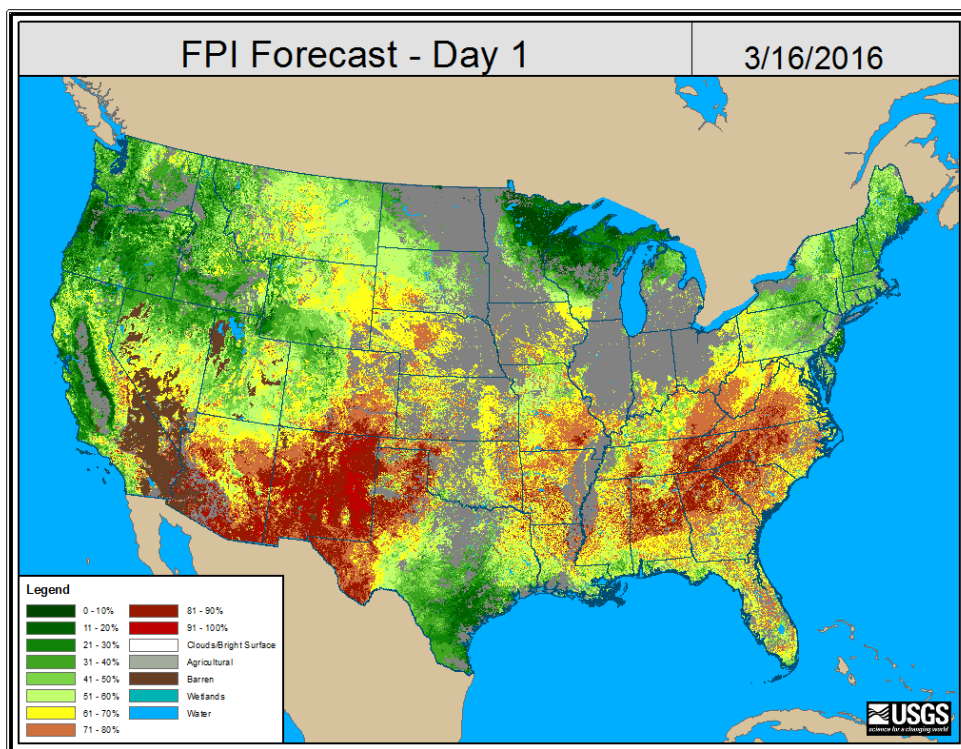
- Alta resolución temporal (24 h)
- Baja resolución espacial  
(interpolado estaciones)



Verdor de la vegetación  
(NDVI imágenes de satélite)

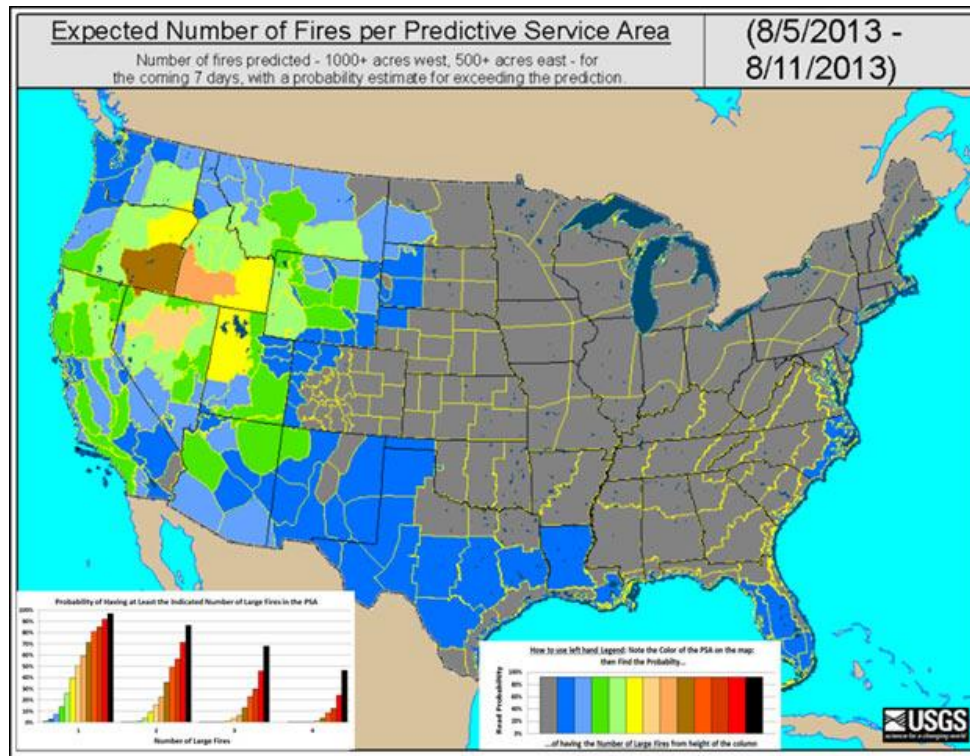
- Baja resolución temporal (10 días)
- Alta resolución espacial

## • Índice Fire Potential Index (FPI)



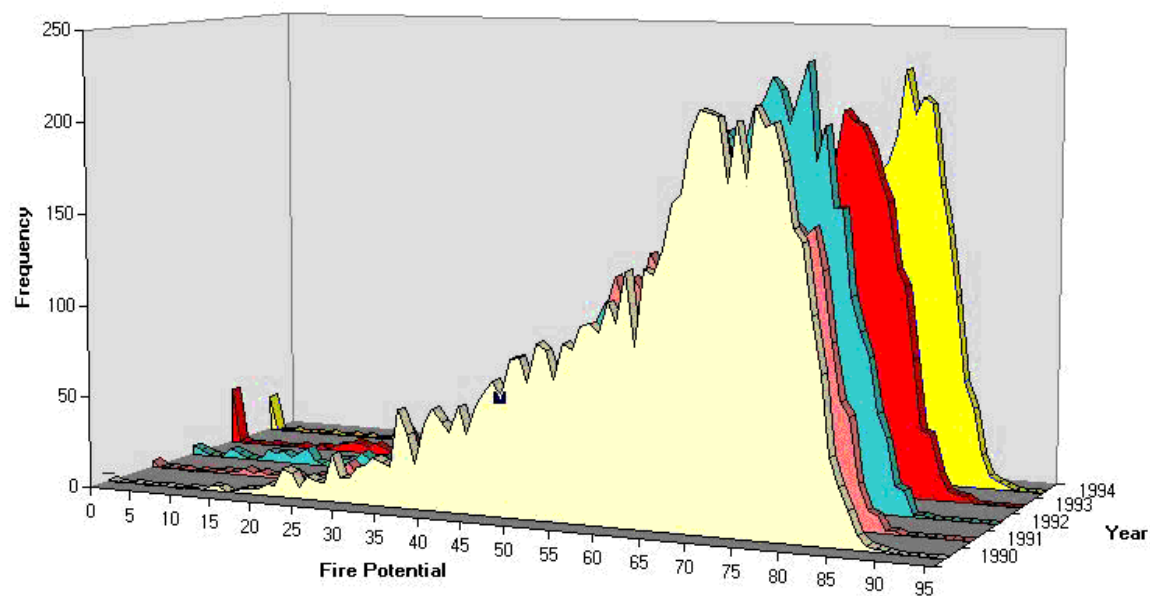


# Índice Fire Potential Index (FPI)



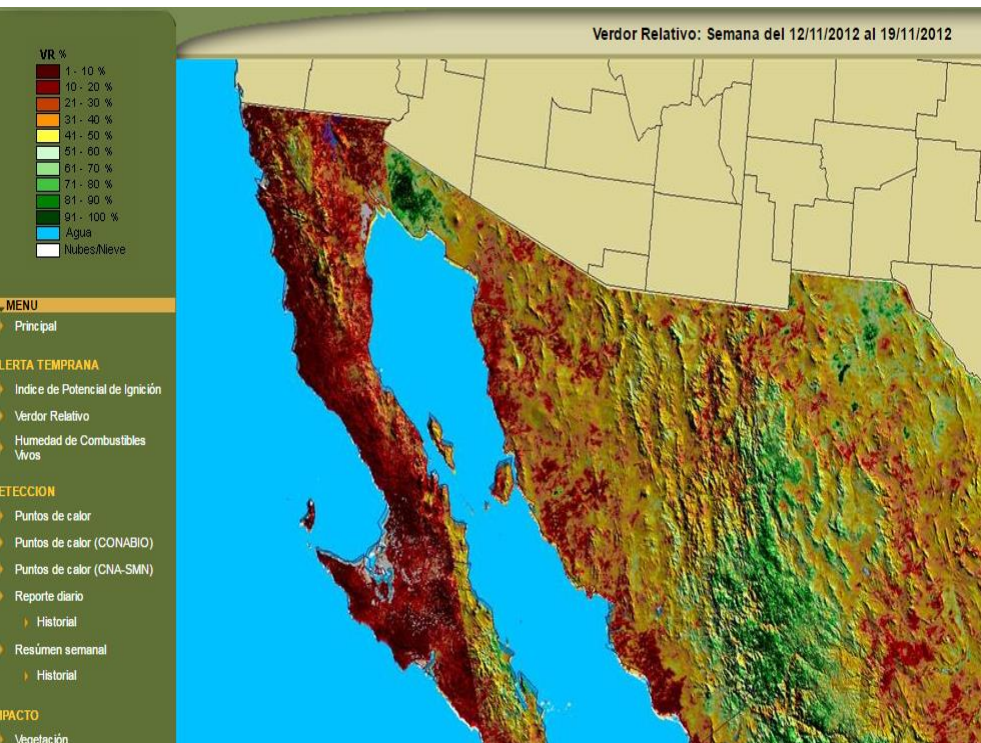
## • Índice Fire Potential Index (FPI)

Fire Potential of Fires 1990 - 1994





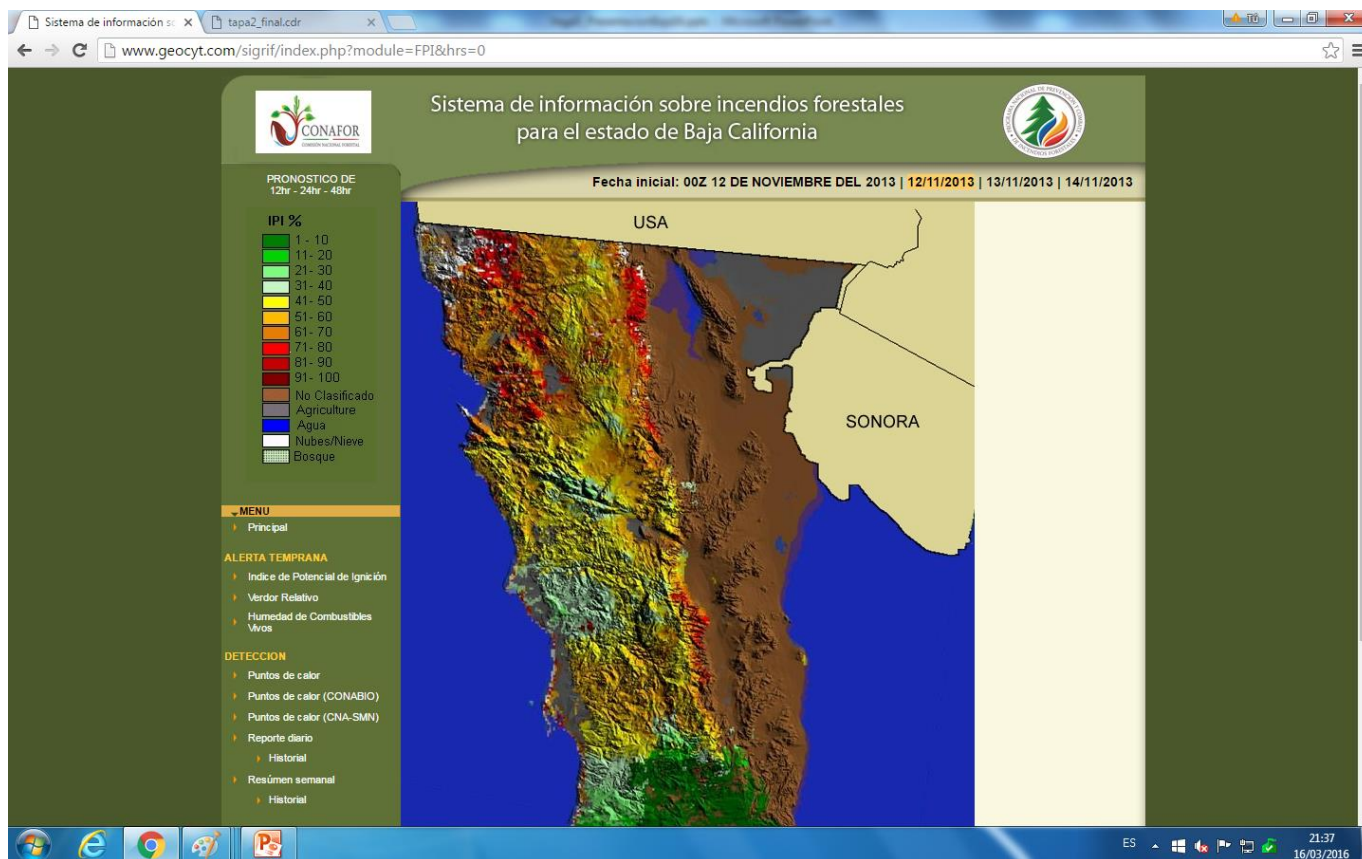
# Sistema de Baja California:



## Verdor Relativo (NDVI satélite, semanal)

<http://www.geocyt.com/sigrif/index.php?module=Relative>

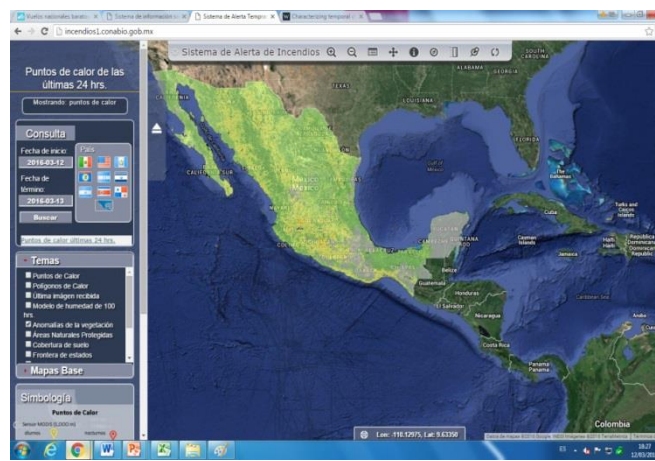
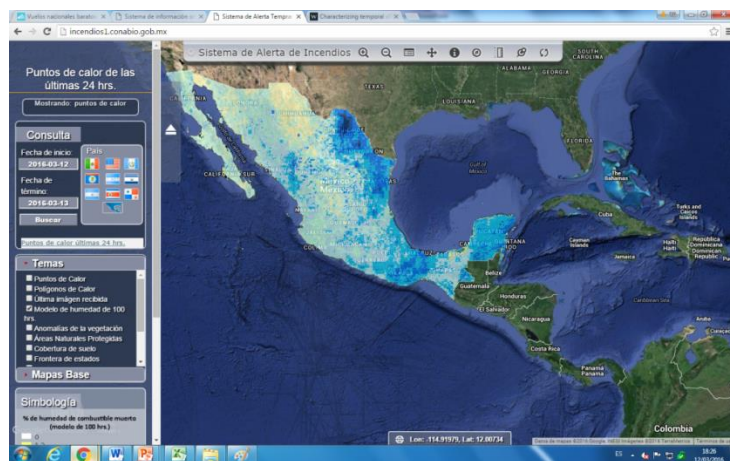
# Sistema de Baja California: Índice de Potencial de Ingición



<http://www.geocyt.com/sigrif/index.php?module=FPI&hrs=0>



# Sistema de alerta temprana de incendios de CONABIO



Índices de humedad del combustible  
(100 h)  
Calculado con T, HR MODIS  
Y Precipitación de TRMM

Índices de anomalía de vegetación:  
NDVI mes actual (e.g. Marzo 2016)  
- NDVI promedio (e.g. Marzo promedio)

## Proyecto CONACYT-CONAFOR “3-C02-2014

### “Desarrollo de un Sistema de Peligro de Incendios forestales para México”

- ✓ Descripción del proyecto
- ✓ Primeros resultados del Sistema de Peligro Mexicano
- ✓ Presentación de Interfaz piloto del sistema.
- ✓ Trabajo futuro



## CONVOCATORIA C02-2014

“Desarrollo y generación de instrumentos y sistemas para el fortalecimiento de la toma de decisiones y mejora de las tecnologías actuales en materia de manejo del fuego”.

- **Demanda:** 1-C02-2014: “Modelos de combustibles forestales para México”.
- **Demanda:** 3-C02-2014

**Sistema de predicción de peligro de incendios forestales para México”.**

## Objetivo general:

Desarrollar, generar y mejorar instrumentos, sistemas, herramientas y equipos que brinden información clara y precisa que sirva para la mejora en la toma de decisiones en materia de manejo del fuego en México

## Objetivos específicos:

1. Disponer de un sistema de predicción de peligro de incendios forestales el cual brinde información espacial sobre áreas potenciales de presencia de incendios forestales para fortalecer la toma de decisiones.

- **Resumen:** El presente proyecto busca desarrollar un sistema de toma de decisiones operativo espacial y temporalmente explícito que brinde información sobre las áreas potenciales de presencia de incendios forestales para fortalecer la toma de decisiones sobre el manejo del fuego en México.
- El sistema se hará operativo en una página web desarrollada en código abierto, donde se alojen las capas de información asociada y predicciones de peligro de incendio diarias accesibles en tiempo real, para la toma de decisiones operativas por CONAFOR y agentes encargados en el manejo del fuego en México.

# Consorcio del Proyecto

- Universidad Juárez del Estado de Durango
- Universidad Nacional Autónoma de México
- Universidad de Guadalajara
- CONABIO
- US Forest Service-Riverside
- Universidad de Washington
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-Brasil

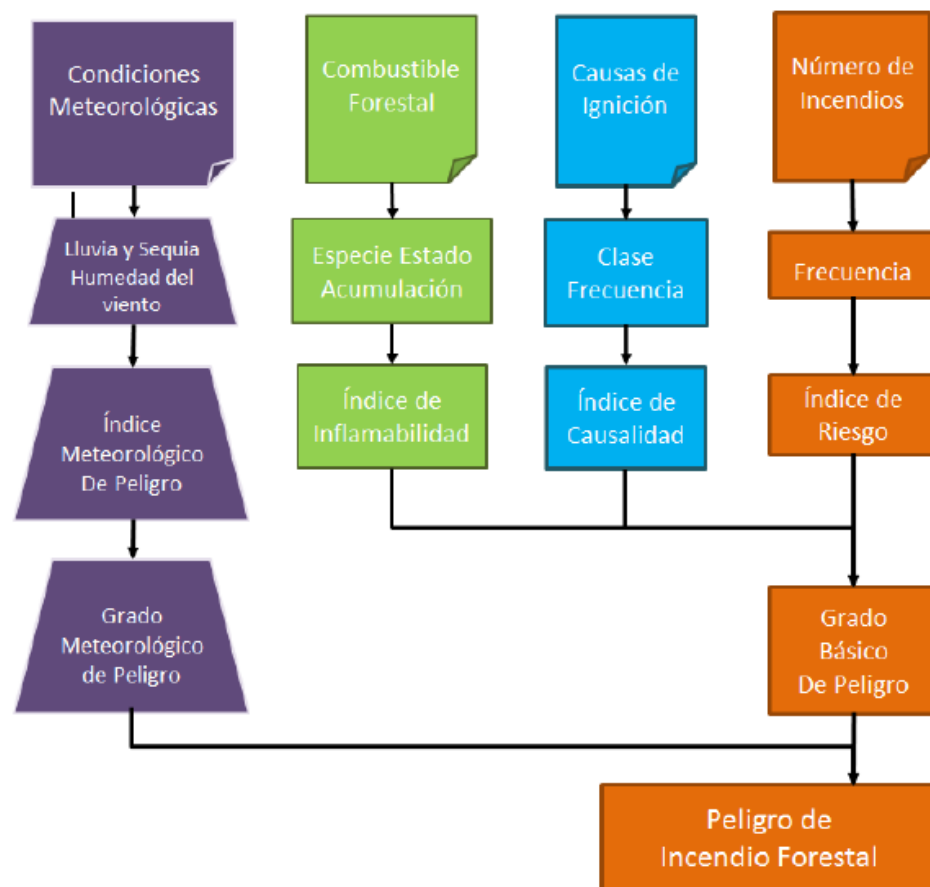


| Producto                                                                                          | Subproductos que conforman el producto específico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Integración y desarrollo de un Sistema Nacional de Predicción de Peligro de Incendios Forestales. | <p data-bbox="832 408 1661 536">Etapa I. Desarrollo del marco teórico para un sistema de predicción de peligro de incendios forestales, integrado inicialmente por los siguientes módulos (no limitativo)</p> <ol data-bbox="954 594 1661 1333" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="954 594 1661 722">1. Revisión de insumos de información existente que será la base para la integración de los módulos.</li> <li data-bbox="954 736 1661 865">2. Módulo de integración de información disponible de Modelos de combustibles forestales para México.</li> <li data-bbox="954 879 1661 965">3. Módulo de predicción de ocurrencia de incendios.</li> <li data-bbox="954 979 1661 1150">4. Módulo de predicción de tiempo atmosférico de incendios que se ajuste a los pronósticos en los terrenos forestales del país de la mejor manera.</li> <li data-bbox="954 1165 1661 1250">5. Módulo de mapeo satelital de incendios y áreas quemadas en México.</li> <li data-bbox="954 1265 1661 1333">6. Módulo de análisis de amenazas de incendios.</li> </ol> |

7. Generación y entrega de códigos de programación, así como cualquier licencia que se requiera (en Código abierto).
8. Operación y *hosting* del sitio WEB para mostrar sistema beta.
9. Diseñar los requerimientos y determinar las características del equipo (Hardware y software) necesario que soporte y de funcionalidad a futuro al “Sistema Nacional de Predicción de Peligro de Incendios Forestales”.

### Etapas III. Desarrollo de Capacidades

10. Desarrollar manuales de entrenamiento, documentación y mantenimiento del sistema.
11. Entrenamiento y capacitación a técnicos especializados y usuarios del sistema que designe la CONAFOR a través de tres foros regionales de capacitación.



*Figura 1. Ruta que busca ejemplificar la posible construcción de la metodología del sistema de predicción de peligro. (CONAFOR)*

## CONVOCATORIA C02-2014

“Desarrollo y generación de instrumentos y sistemas para el fortalecimiento de la toma de decisiones y mejora de las tecnologías actuales en materia de manejo del fuego”.

- **Demanda: 1-C02-2014: “Modelos de combustibles forestales para México”.**
- **Demanda: 3-C02-2014**

Sistema de predicción de peligro de incendios forestales para México”.

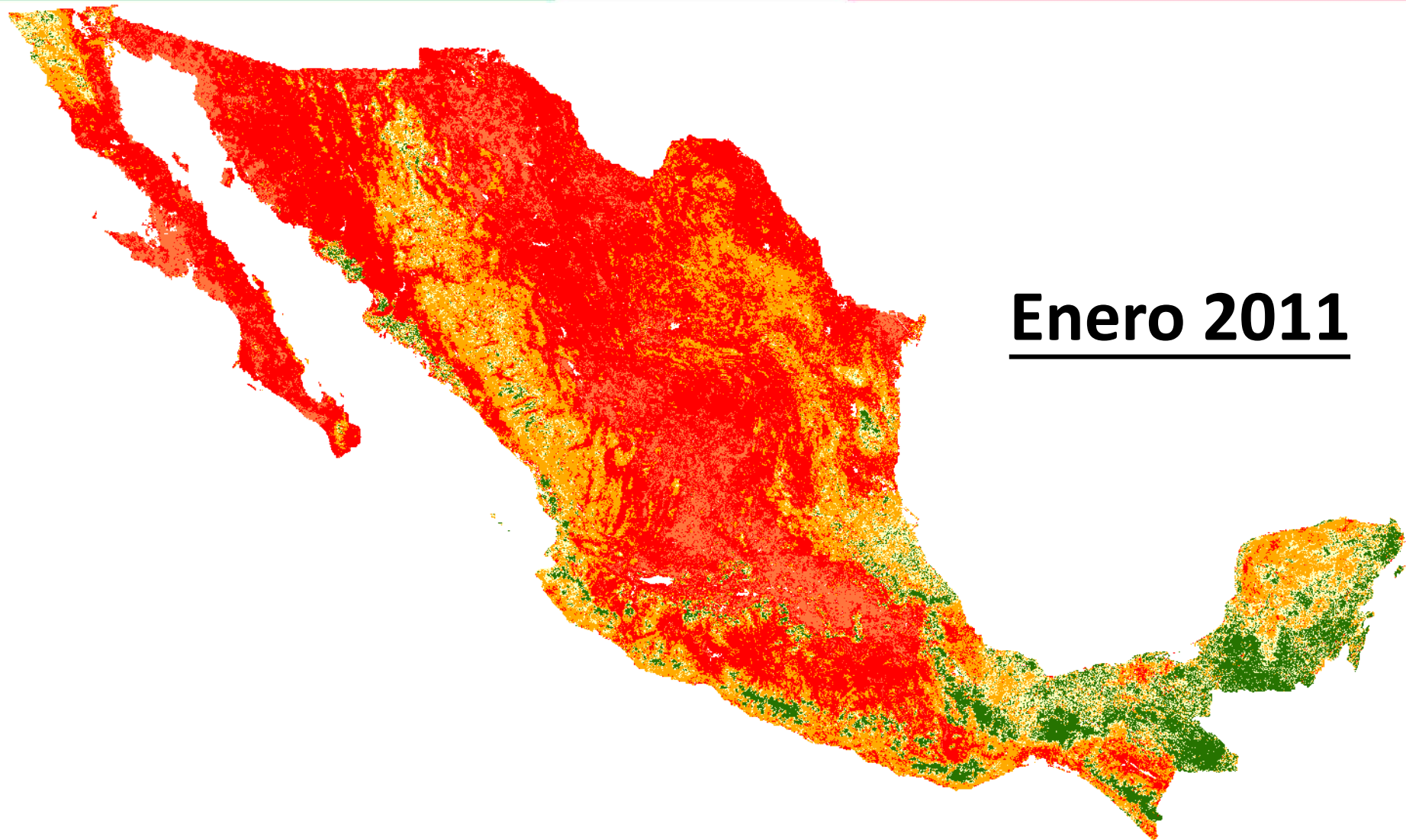


## Cronograma Proyectos de Peligro y de Combustibles

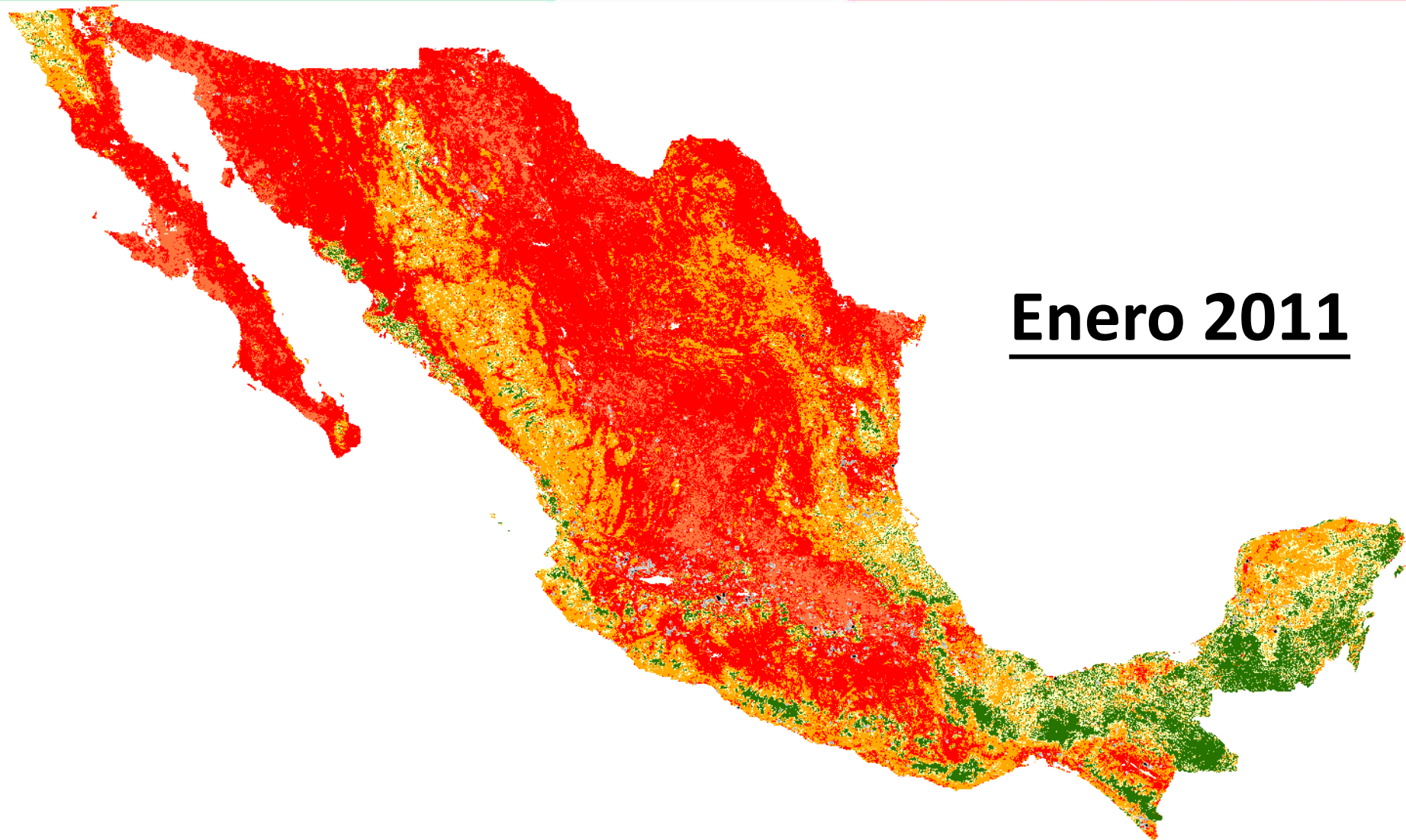
|                    | Año 1 (Sept 2015- 2016)                                                                            | Año 2 (Sept 2016- 2017)                                                     | Año 3 (Sept 2017- 2018)   |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Sistema de Peligro | <b><u>Riesgo de Ocurrencia</u></b><br>Focos de incendio frente a meteorología (y factores humanos) |                                                                             |                           |
|                    |                                                                                                    | <b><u>Mapeo de área quemada</u></b>                                         |                           |
| Comsbutibles       | <b><u>Mapeado de camas de combustibles para Mexico</u></b>                                         |                                                                             |                           |
|                    |                                                                                                    | <b><u>Sistema de Peligro</u></b><br><b><u>(integrando combustibles)</u></b> | Transferencia del sistema |

## Primeros **resultados del Sistema de Peligro:**

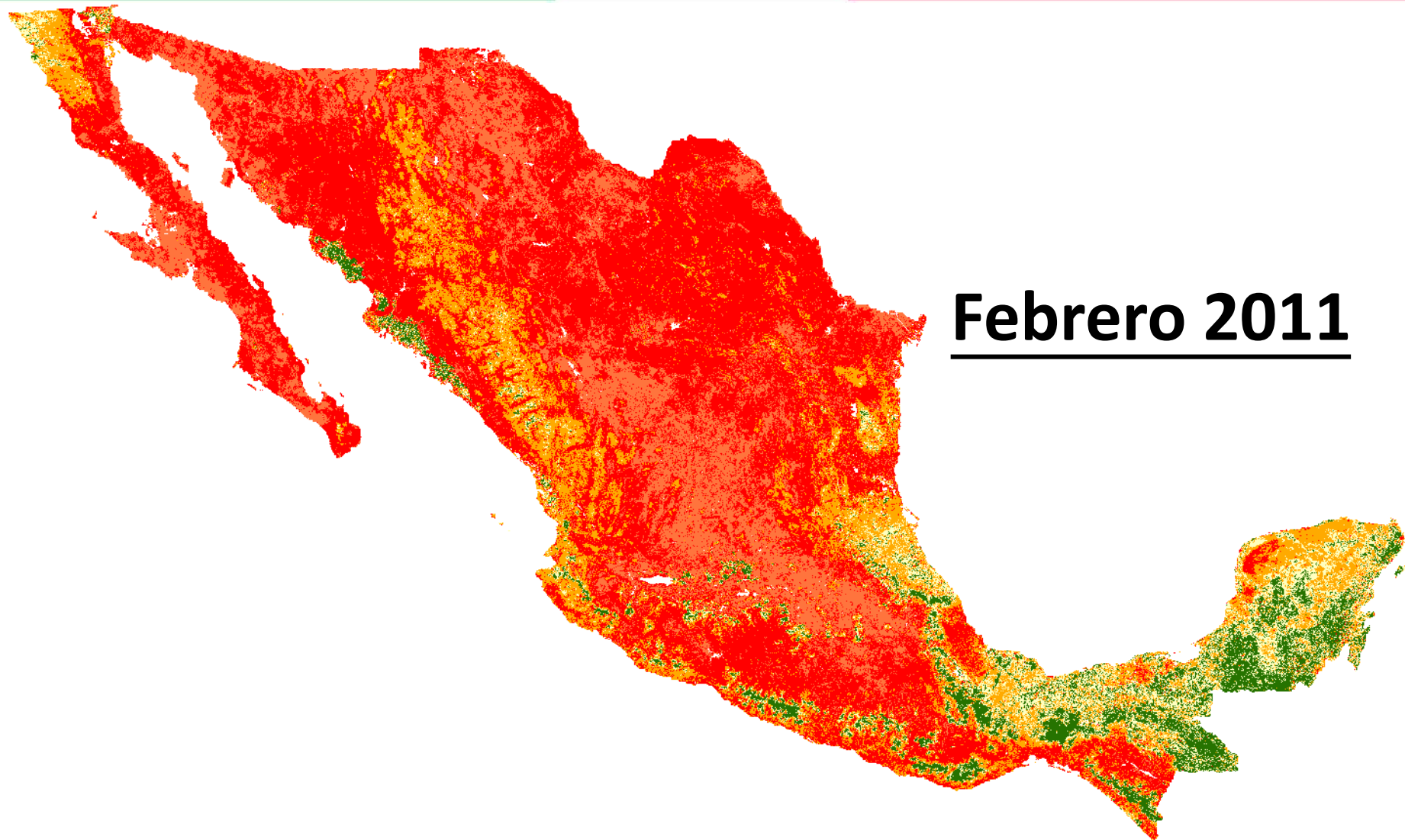
- **Peligro mensual de incendios**
- Peligro diario de incendios
- Interfaz piloto del Sistema de peligro



Enero 2011

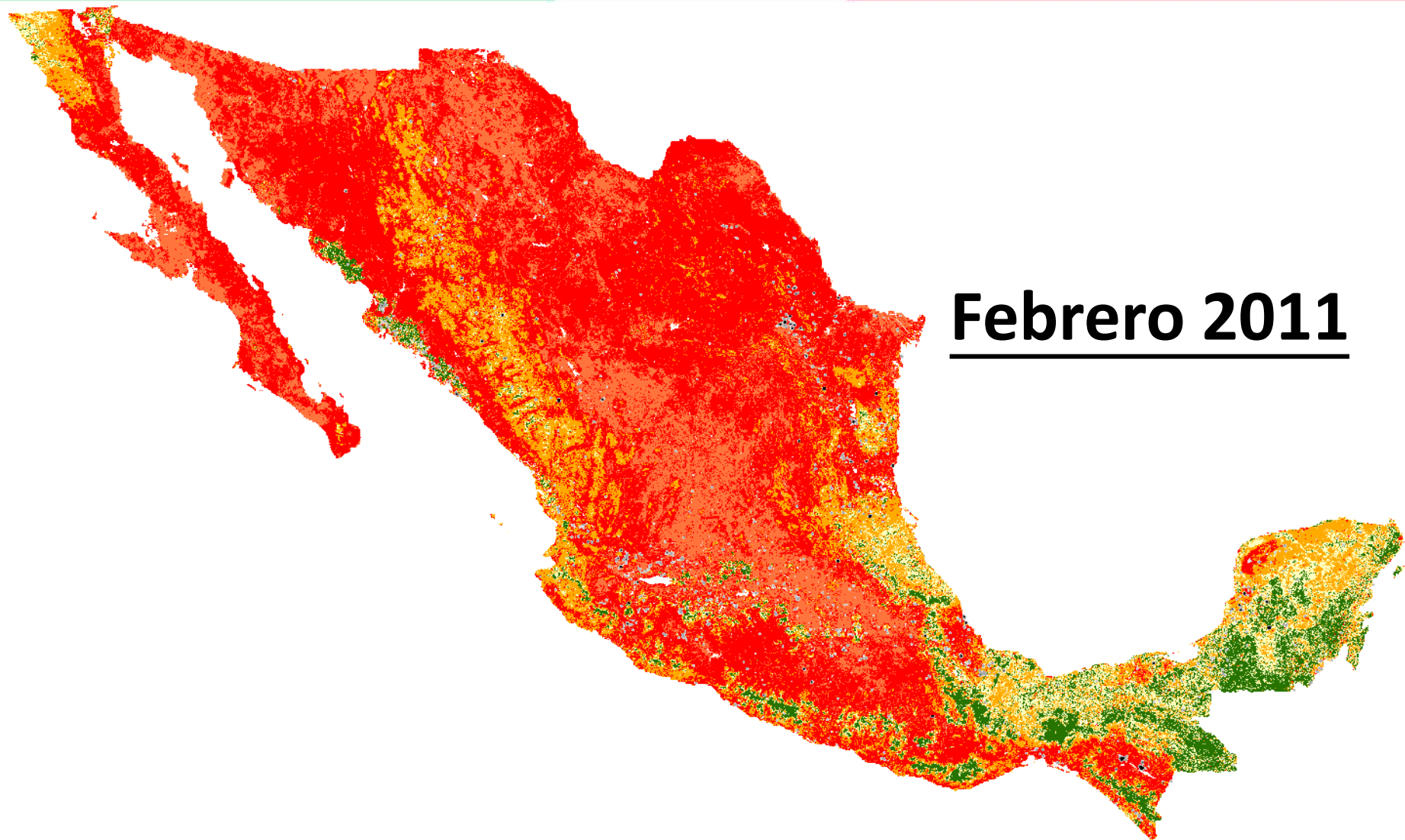




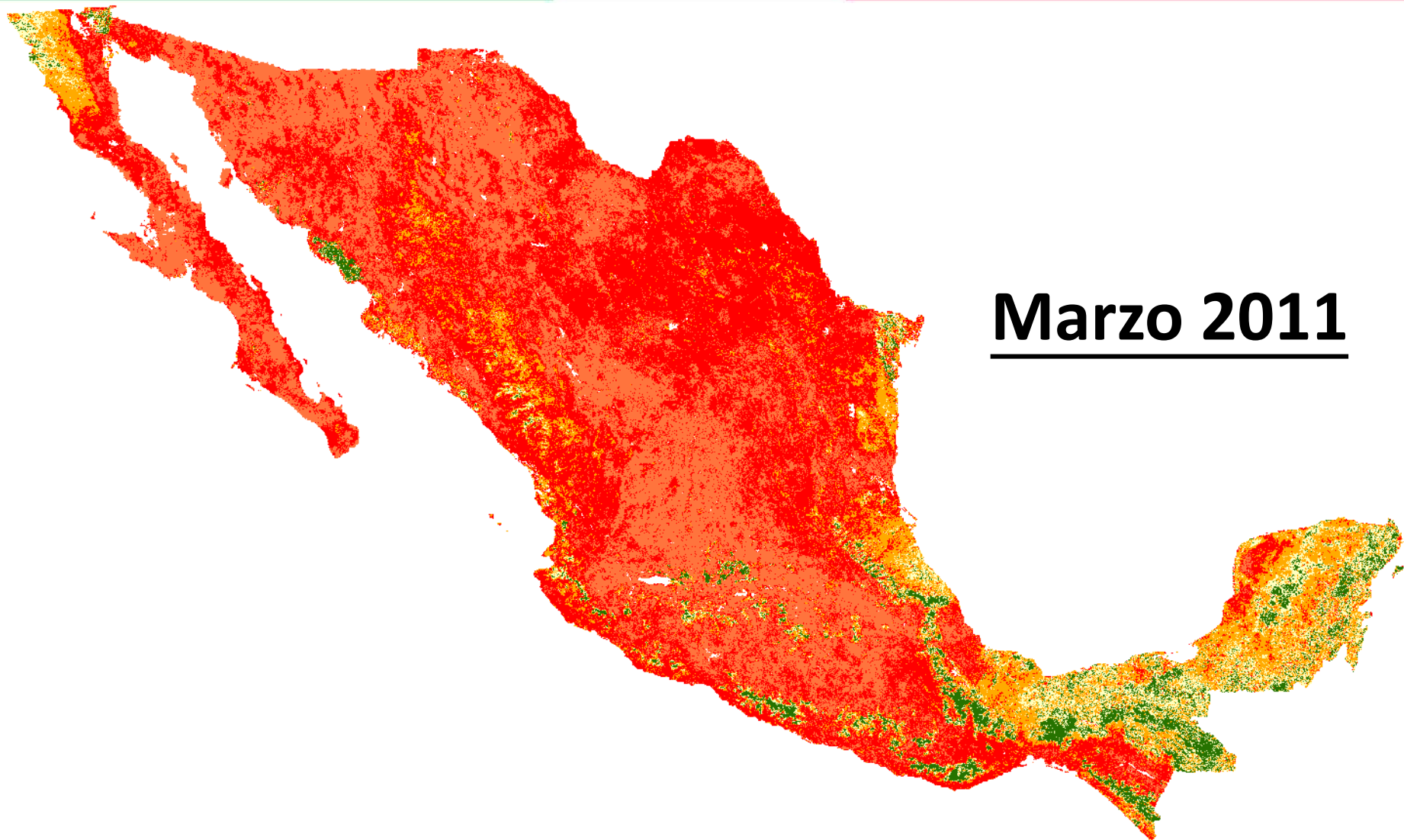


**Febrero 2011**

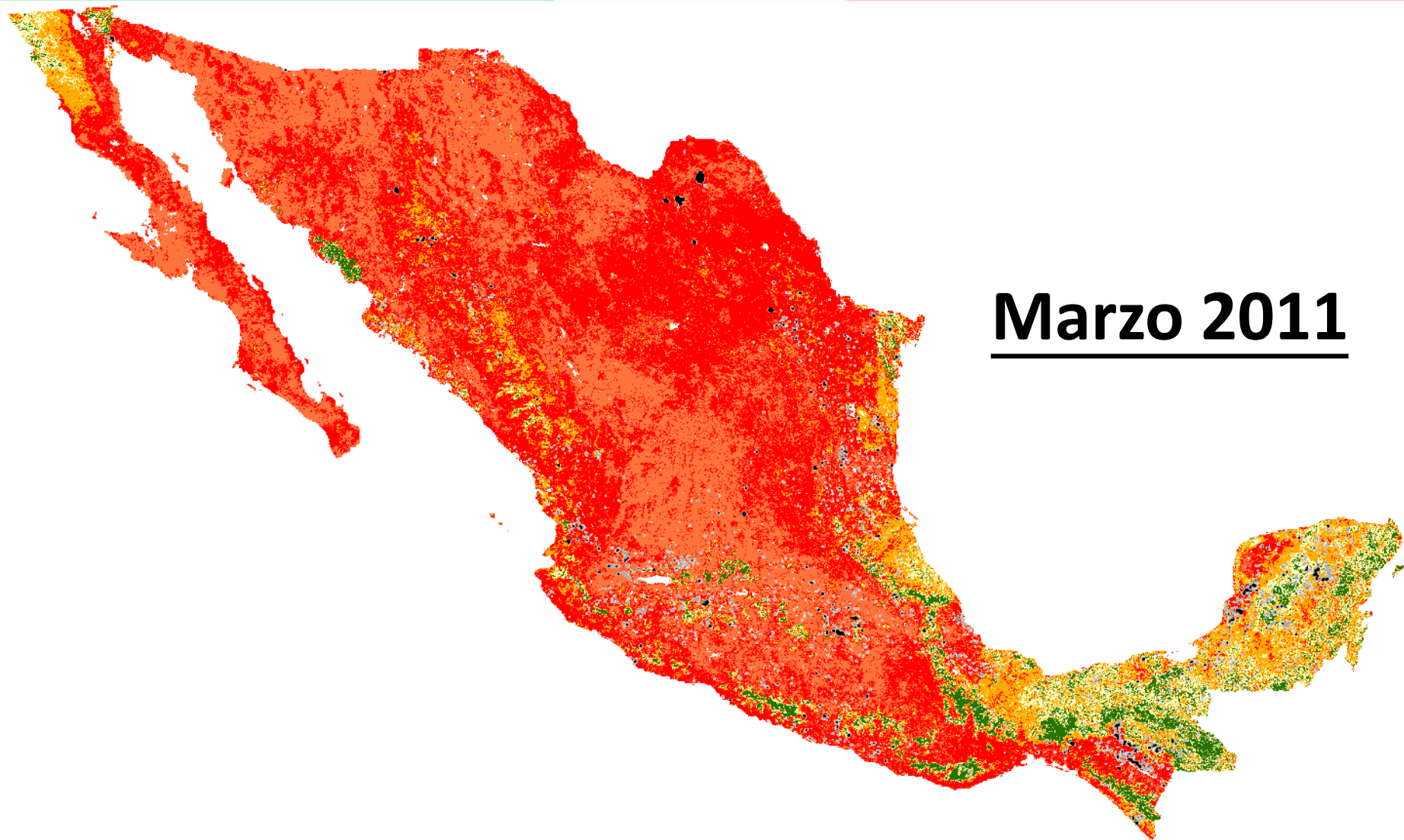




**Febrero 2011**

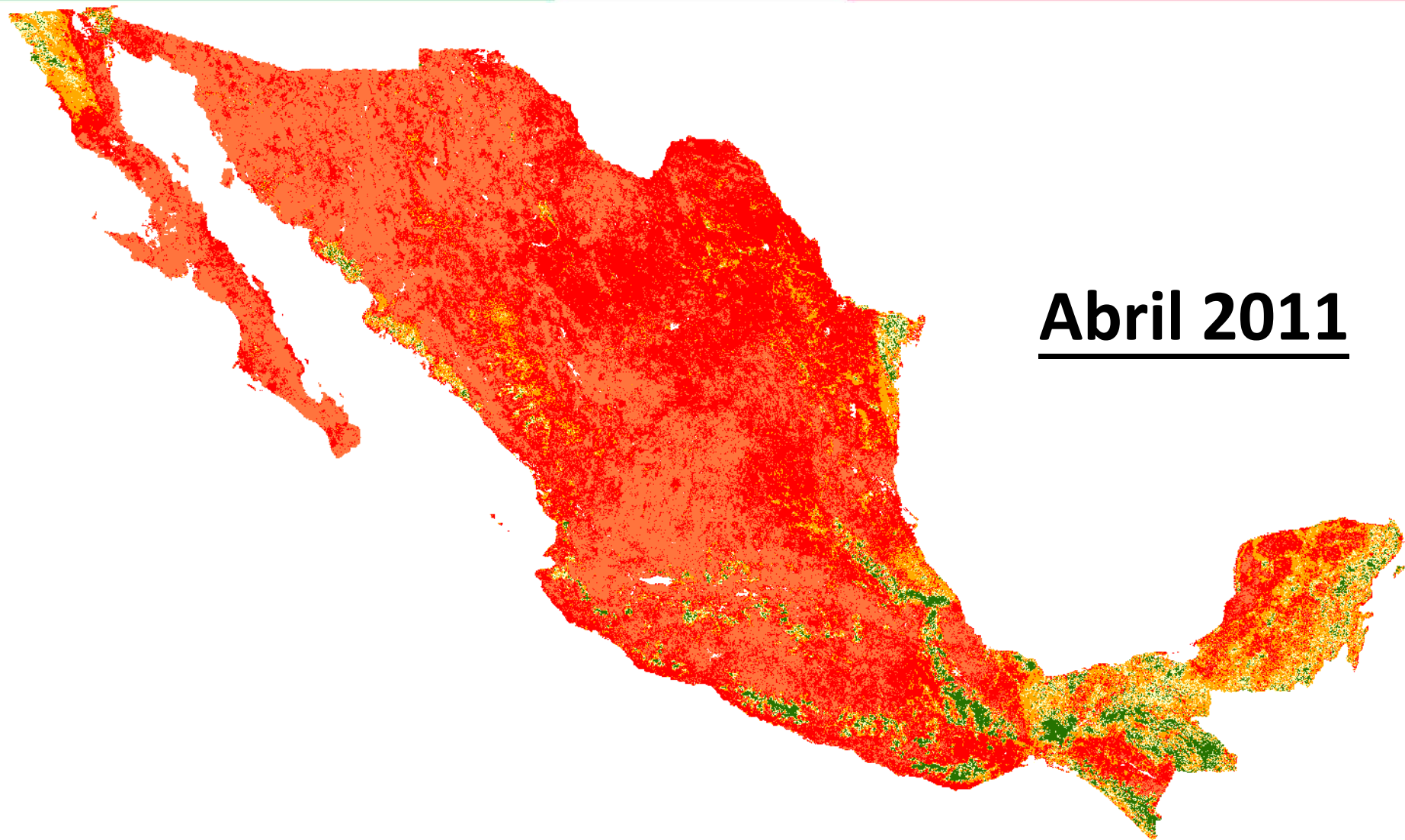


**Marzo 2011**

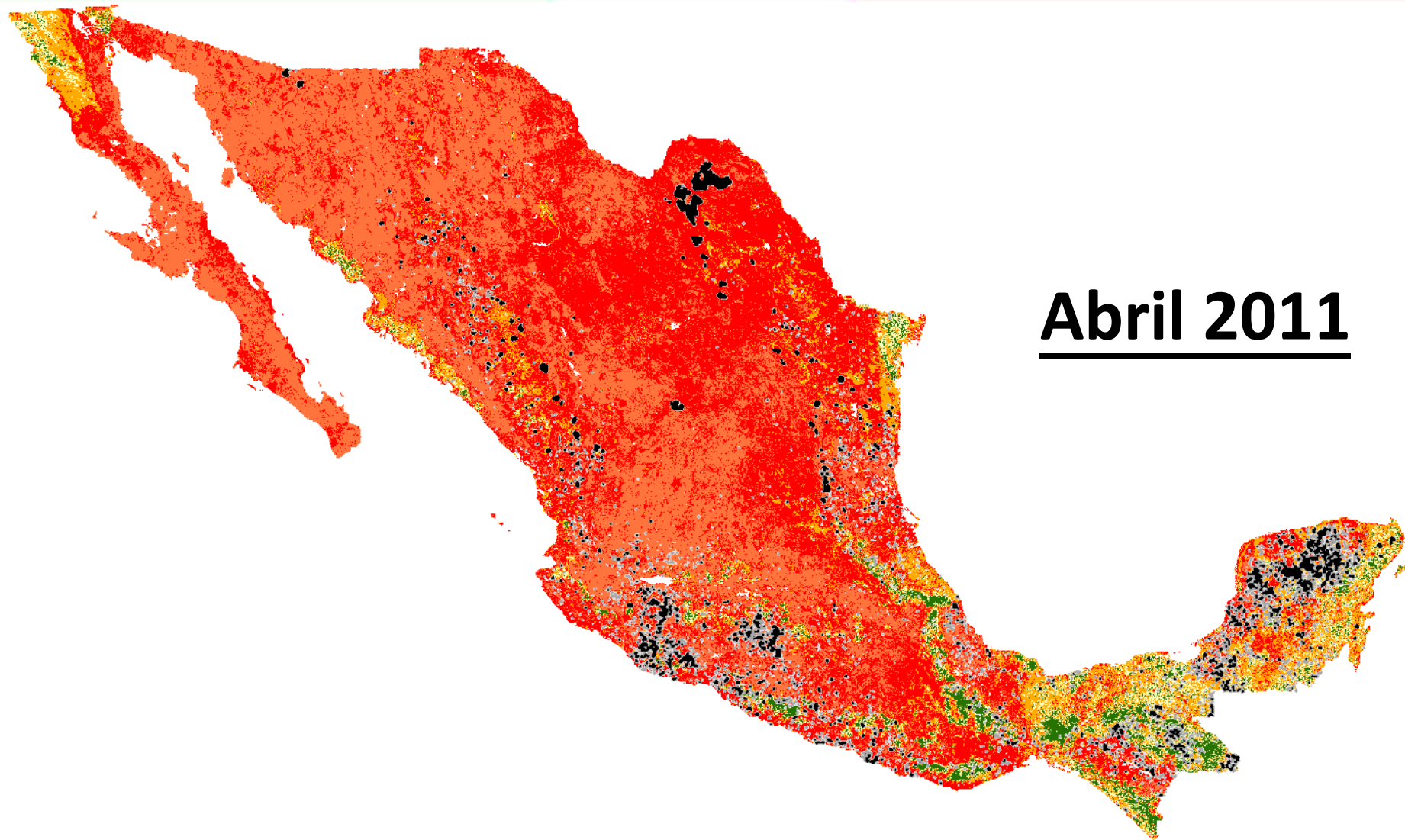


Marzo 2011



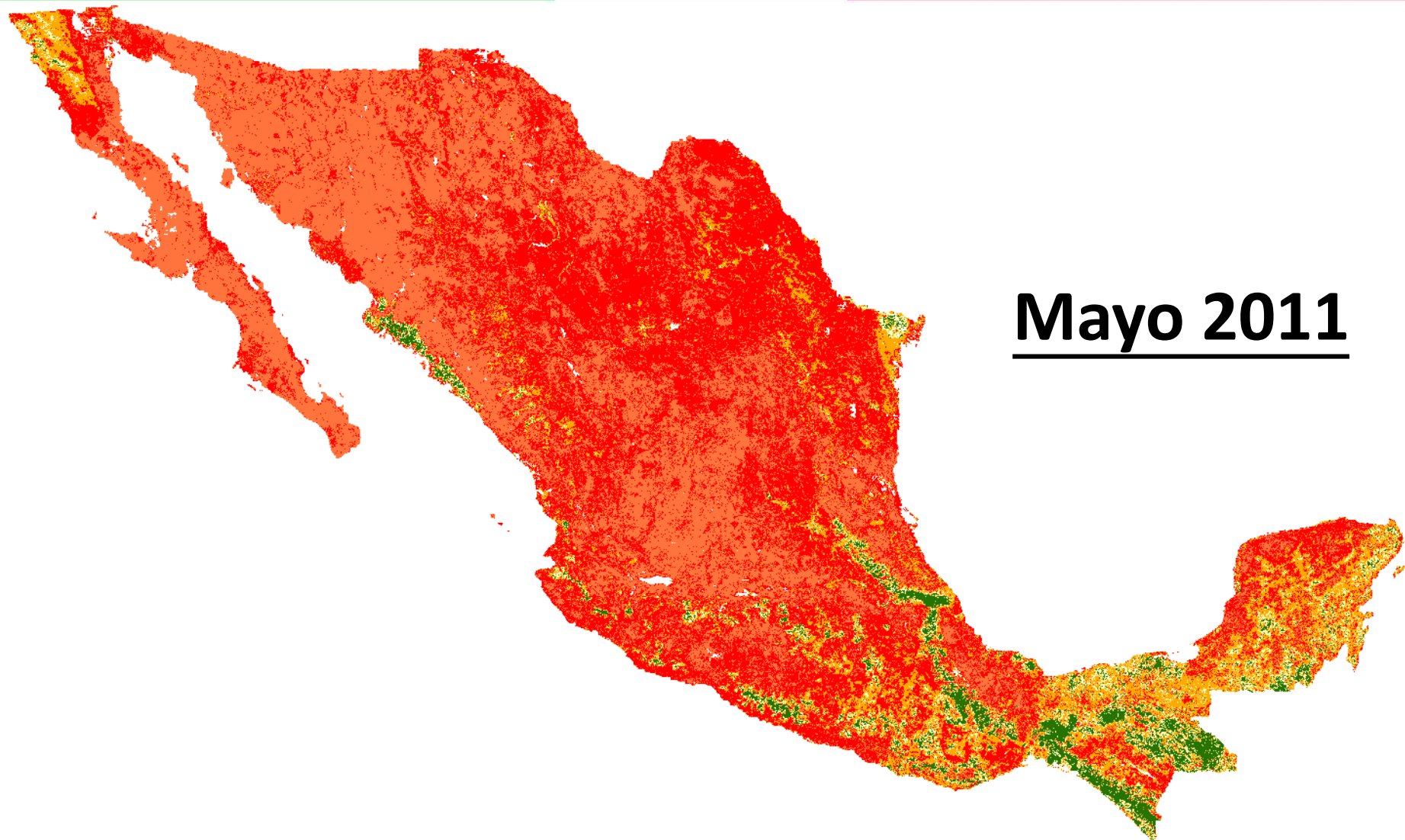


**Abril 2011**

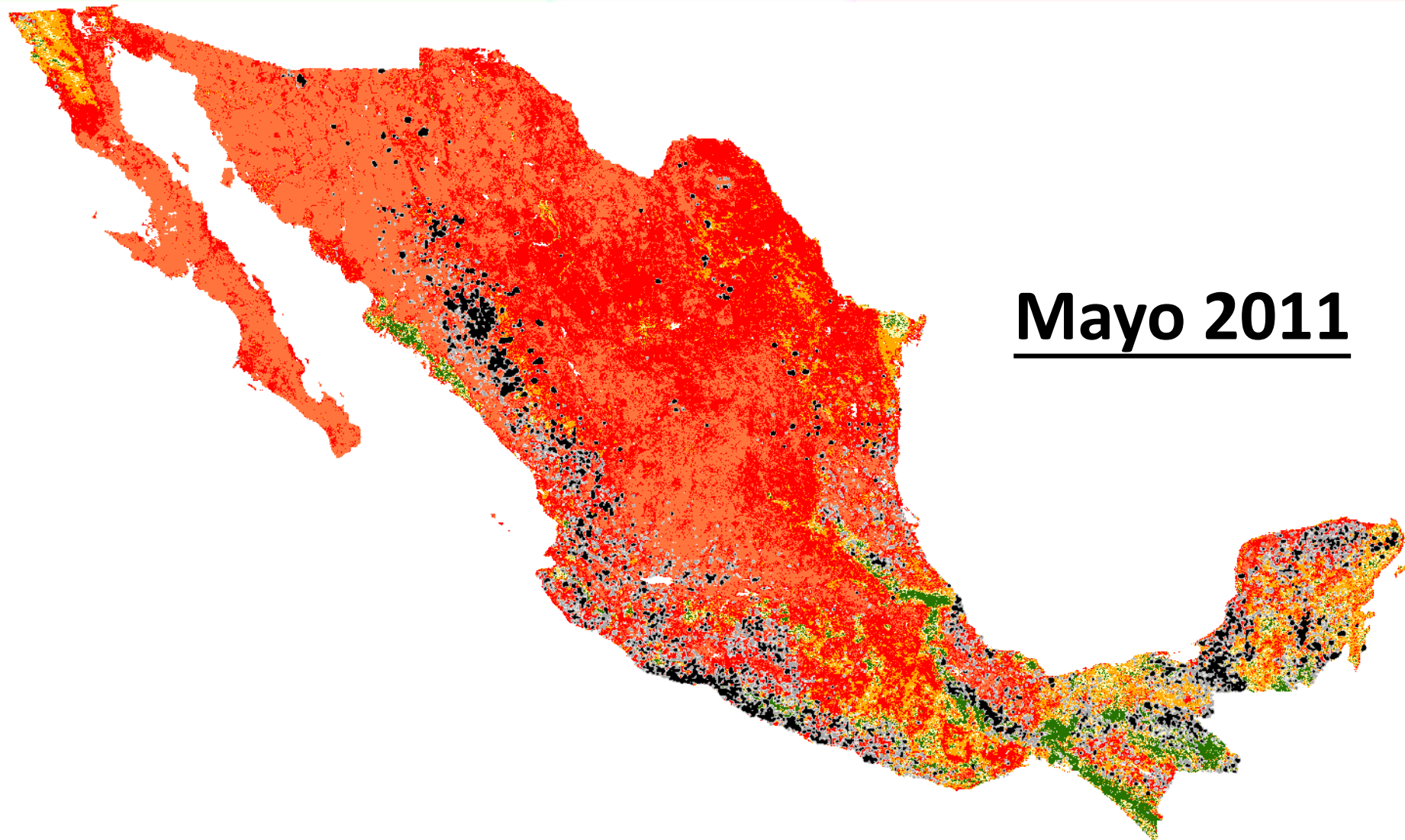


**Abril 2011**

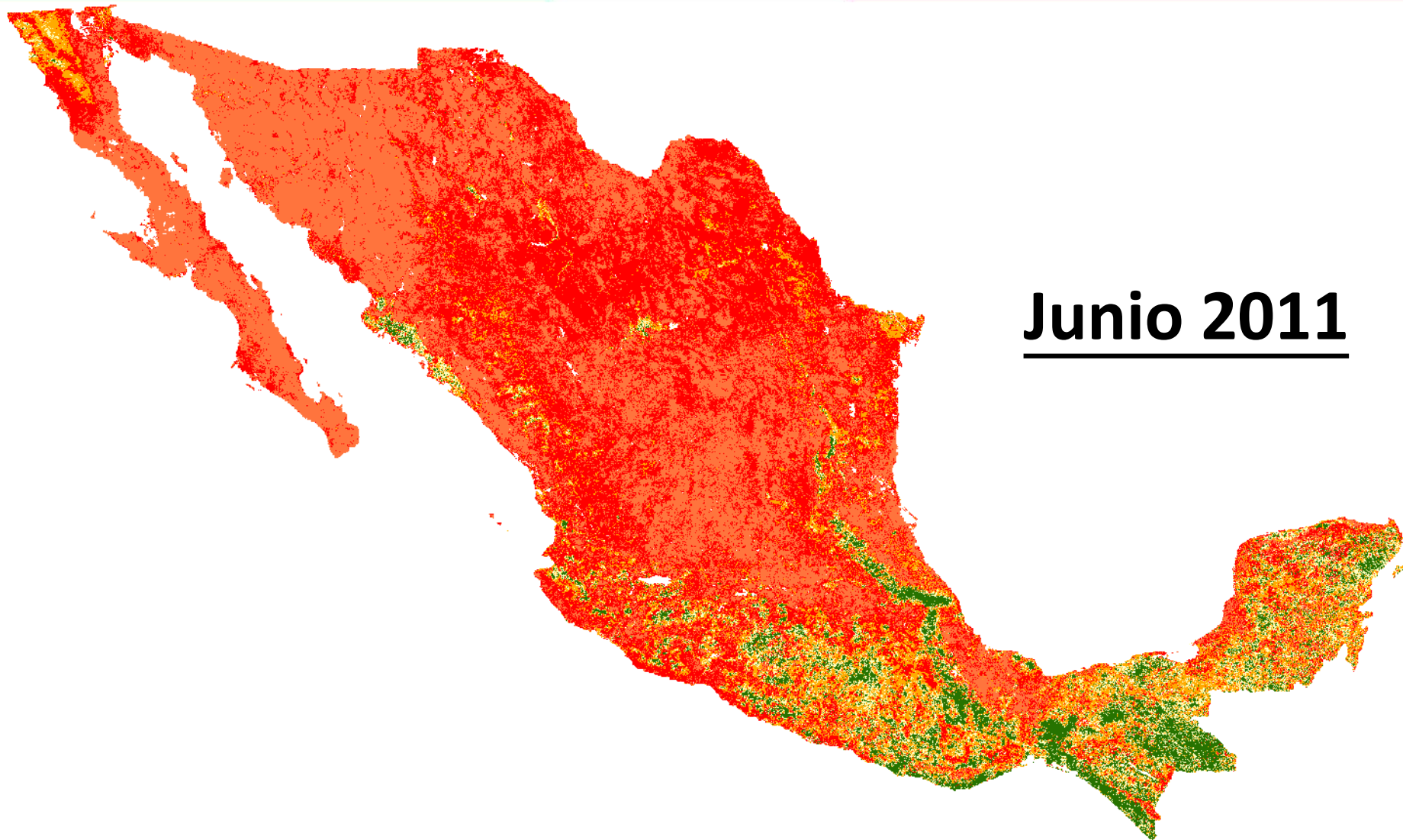




Mayo 2011

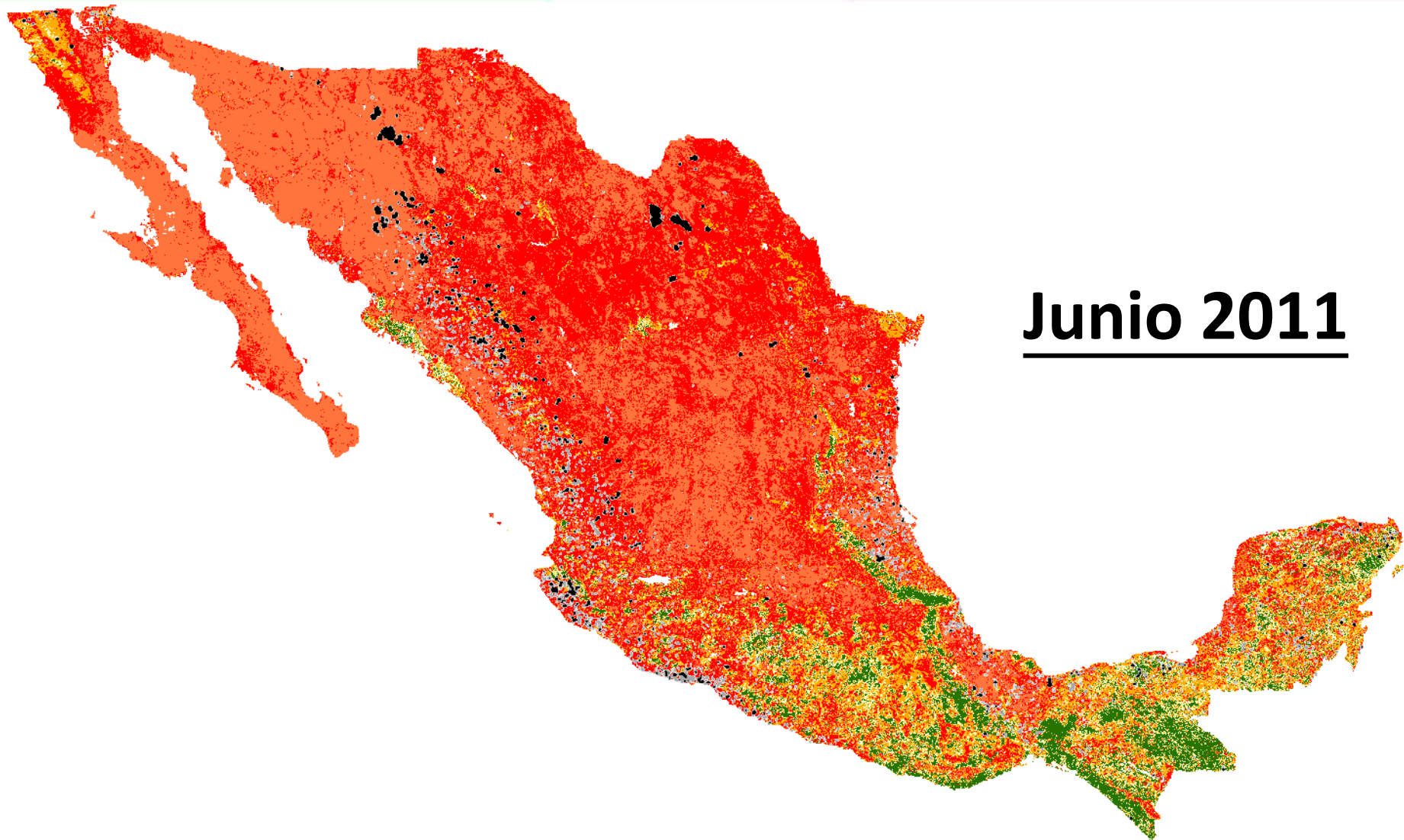


Mayo 2011



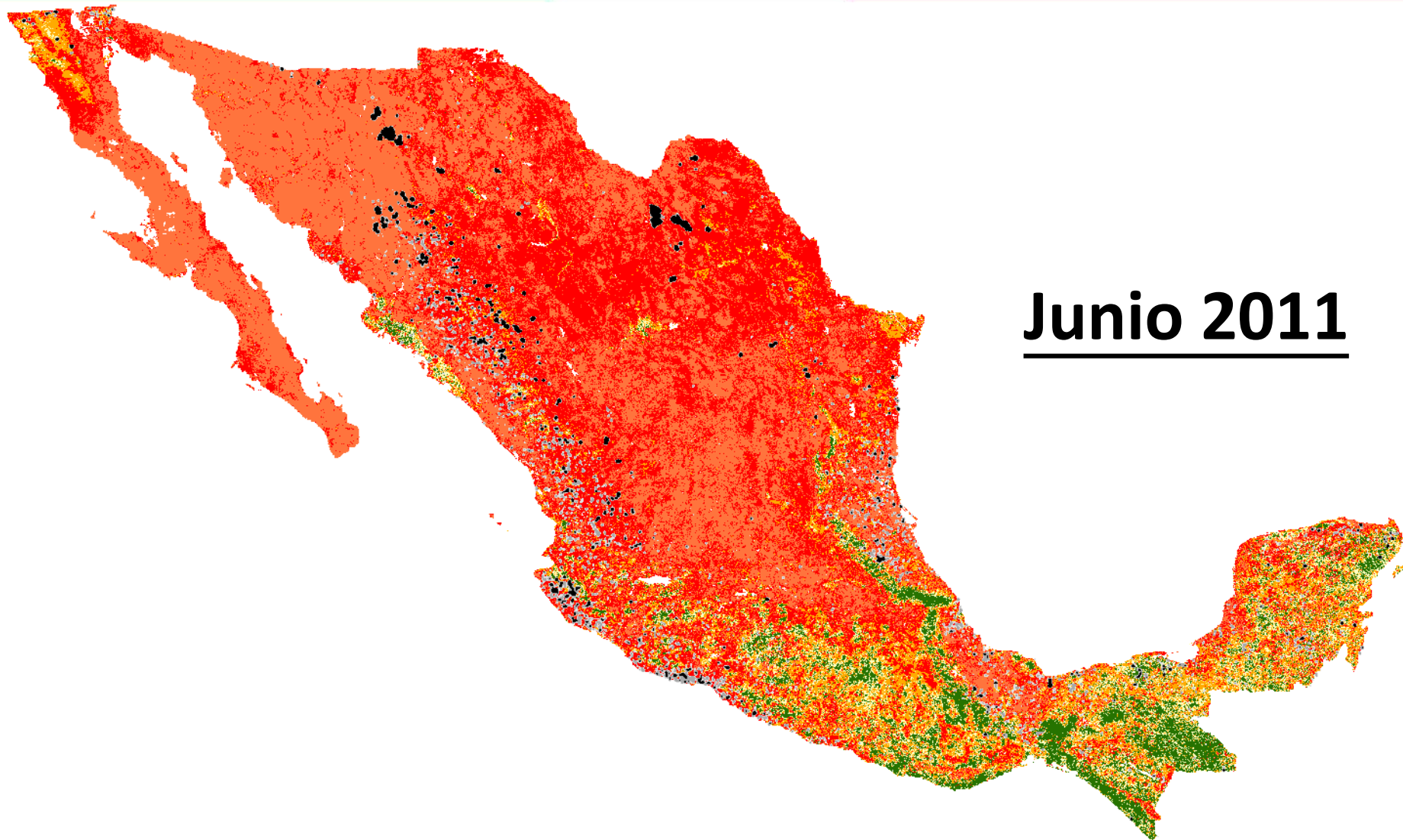
**Junio 2011**



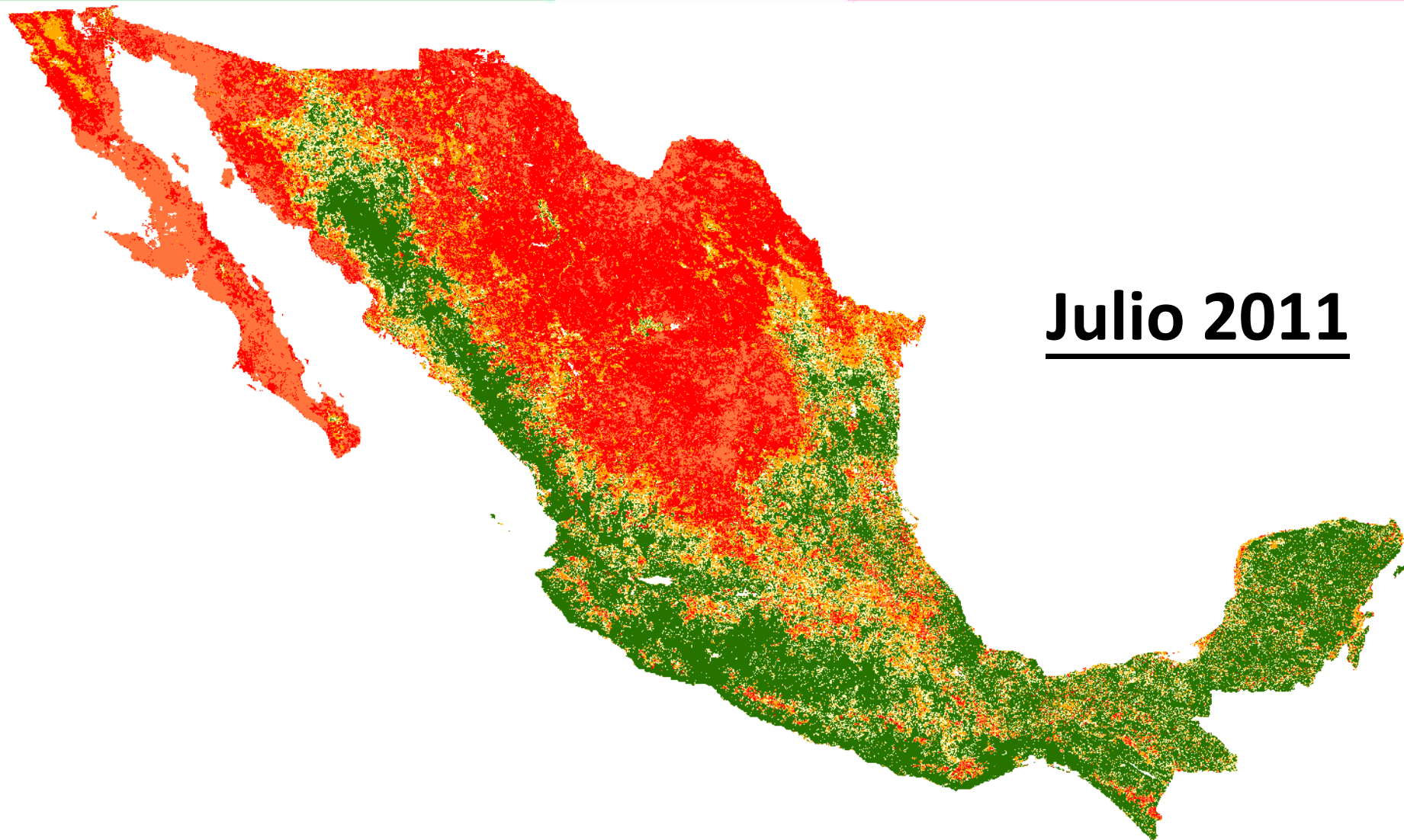


Junio 2011



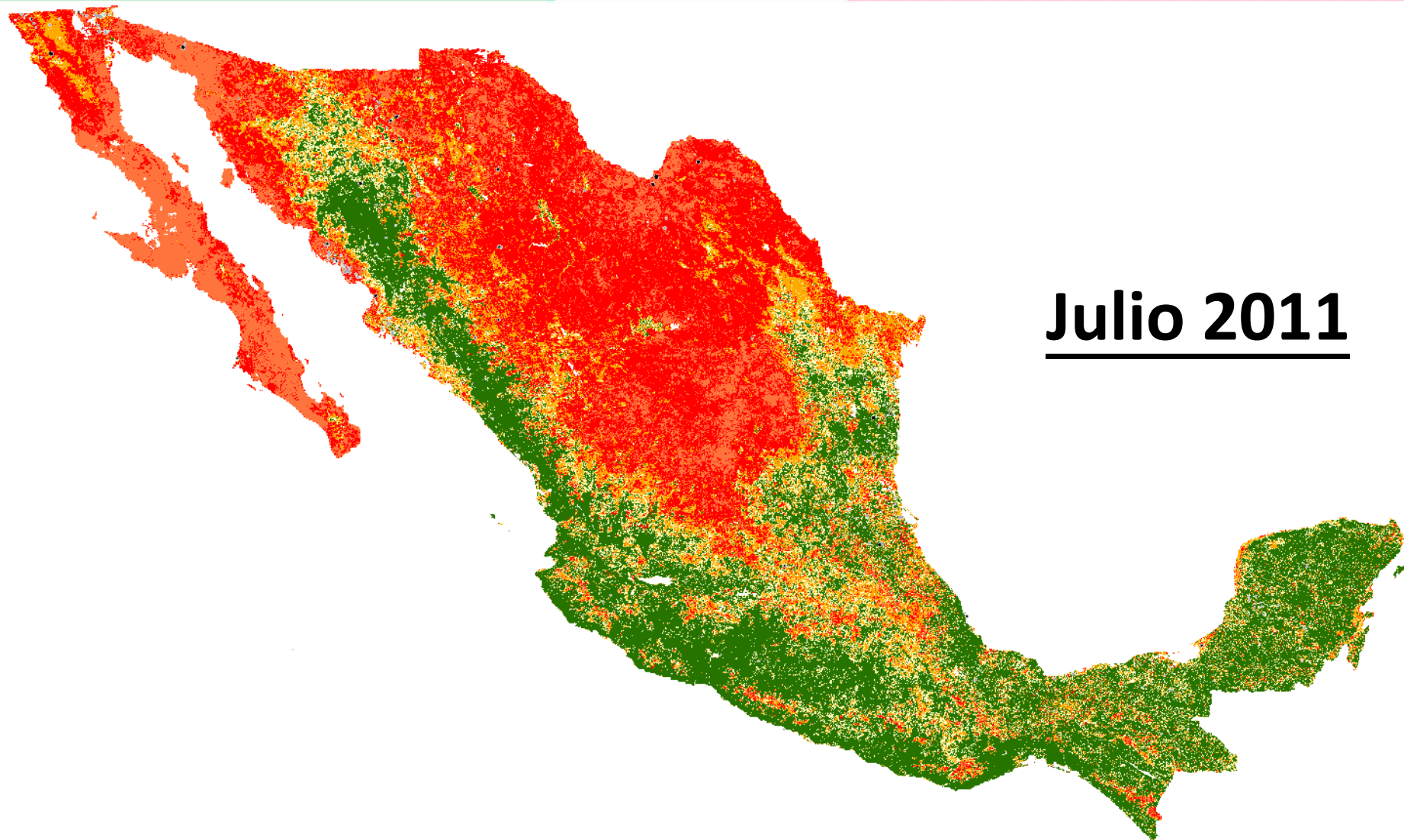


Junio 2011

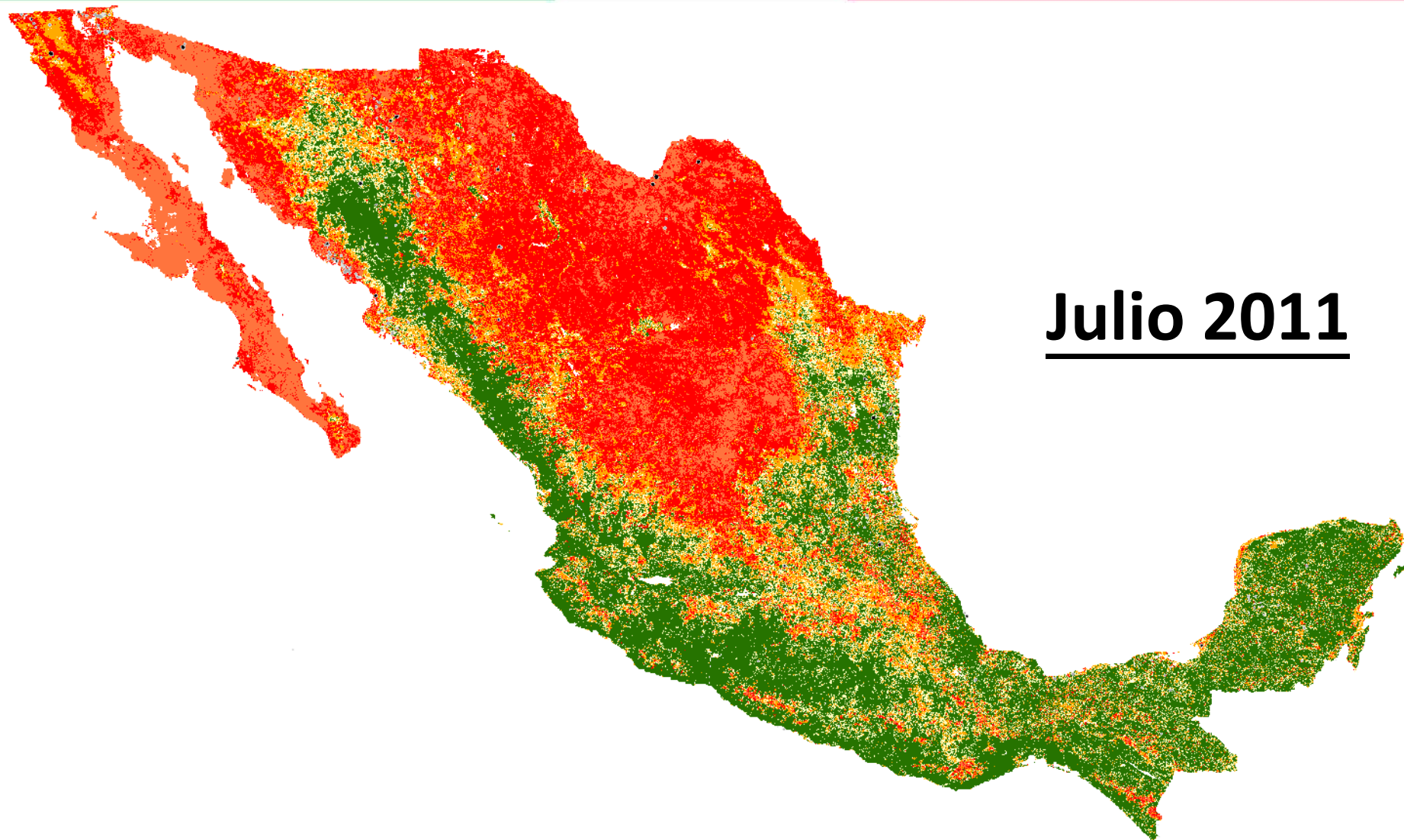


Julio 2011



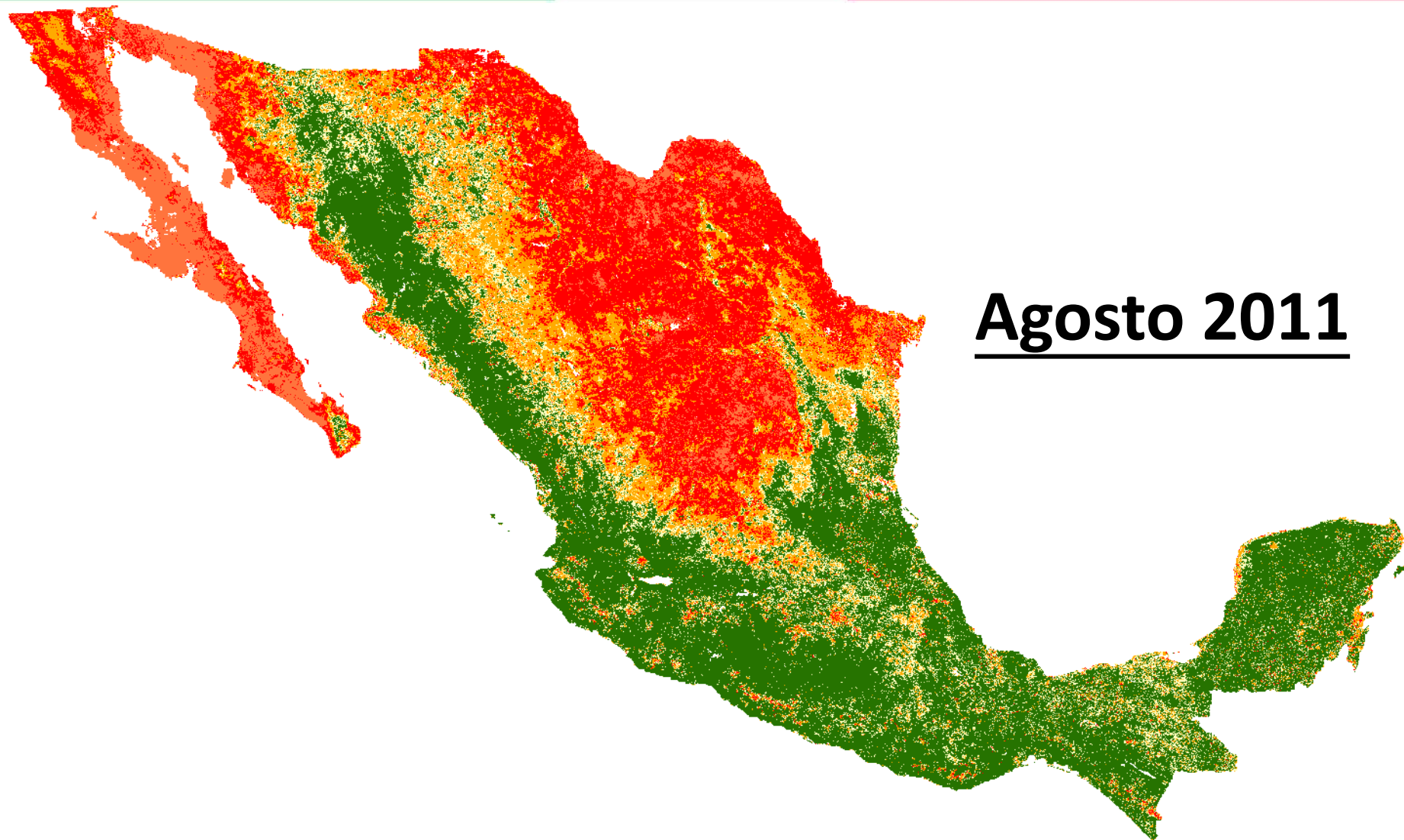


Julio 2011

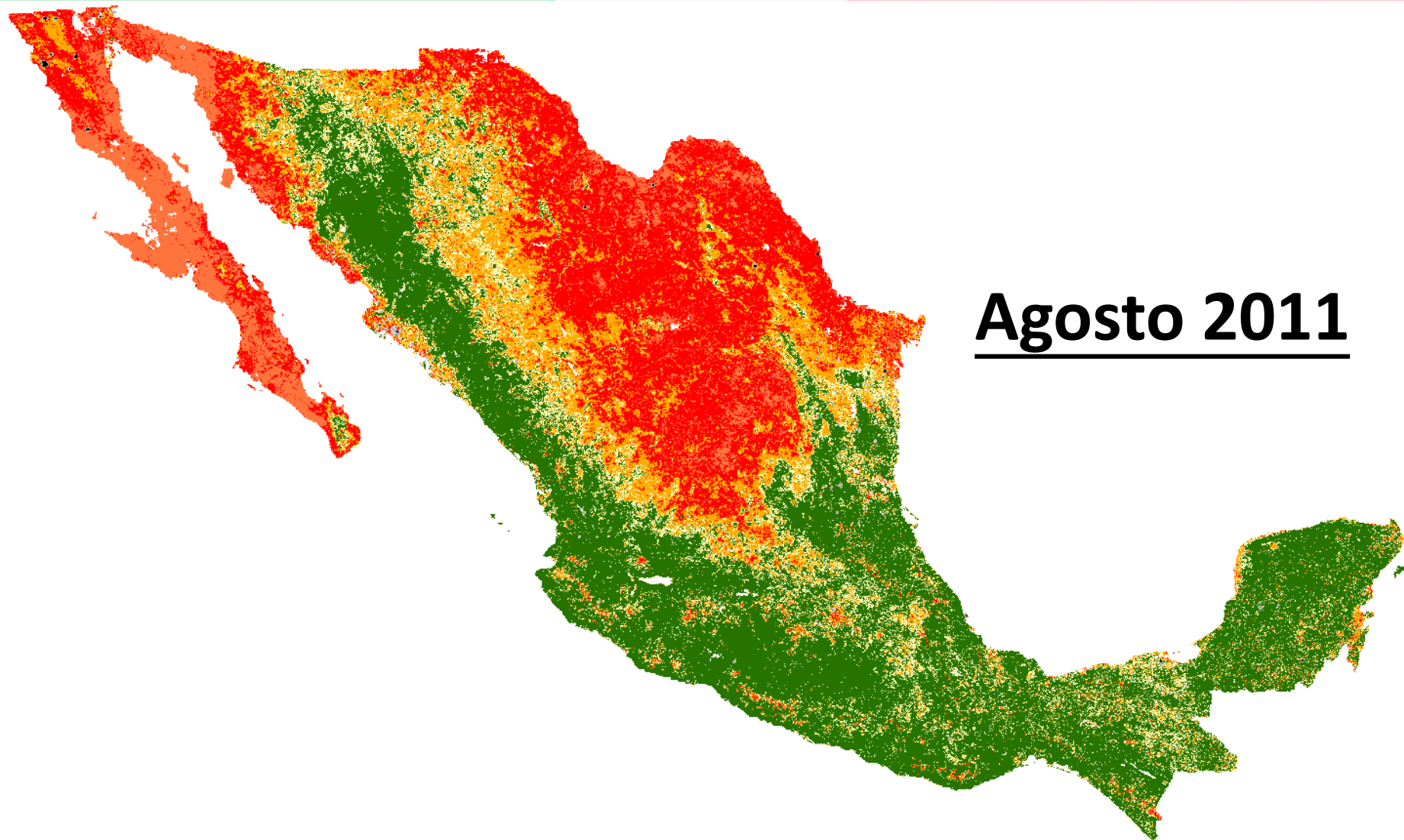


Julio 2011



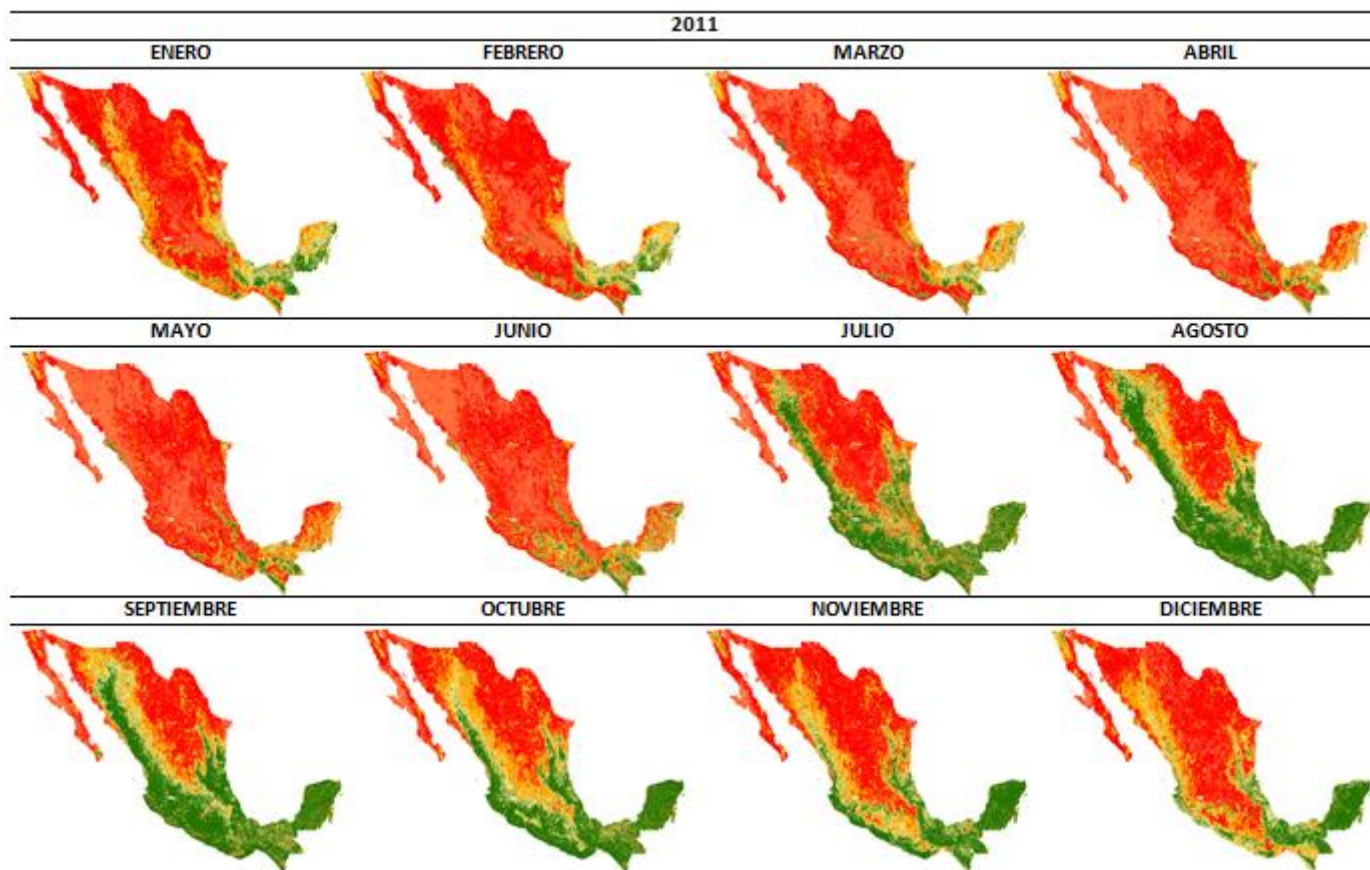


Agosto 2011

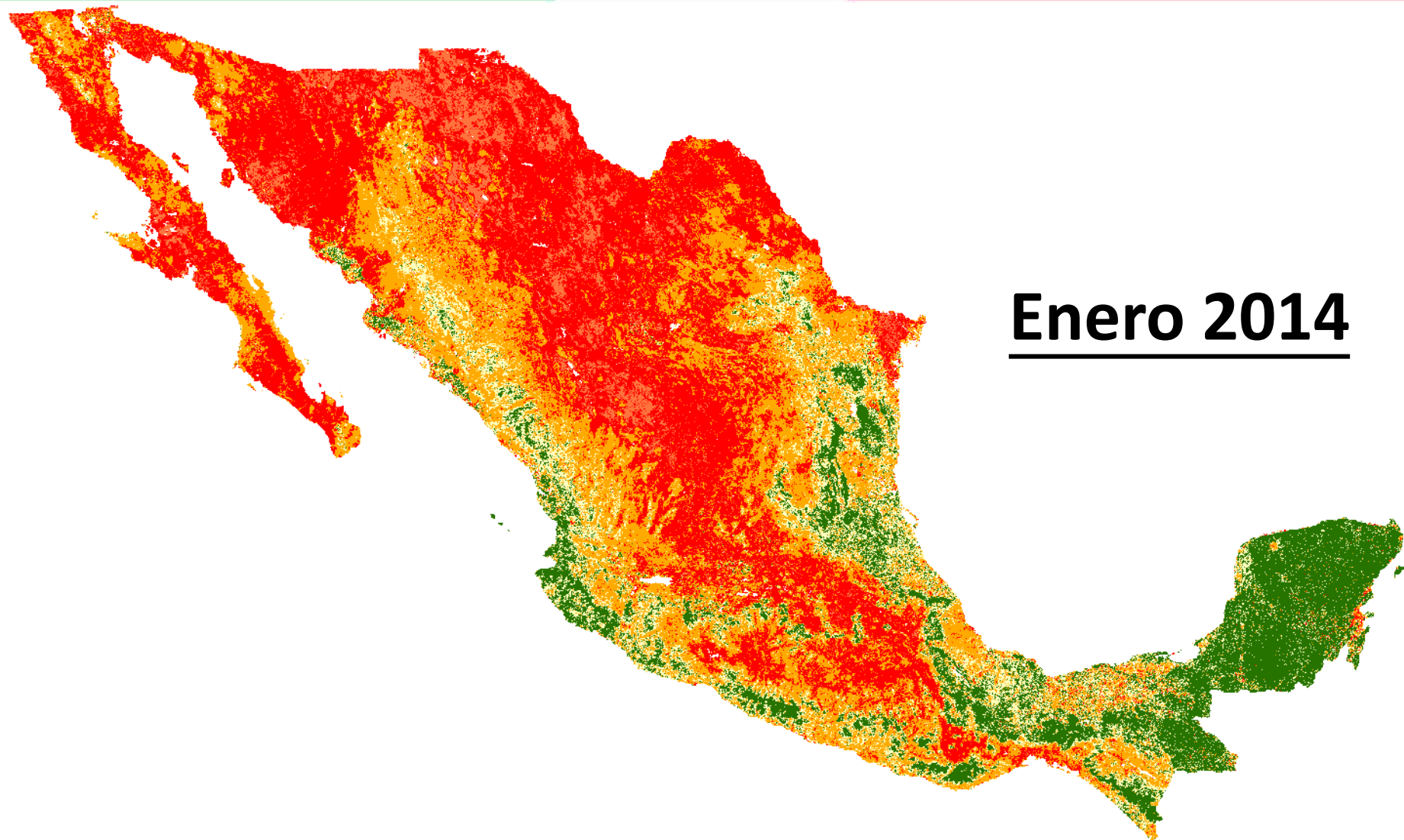


Agosto 2011

## Resumen de 2011

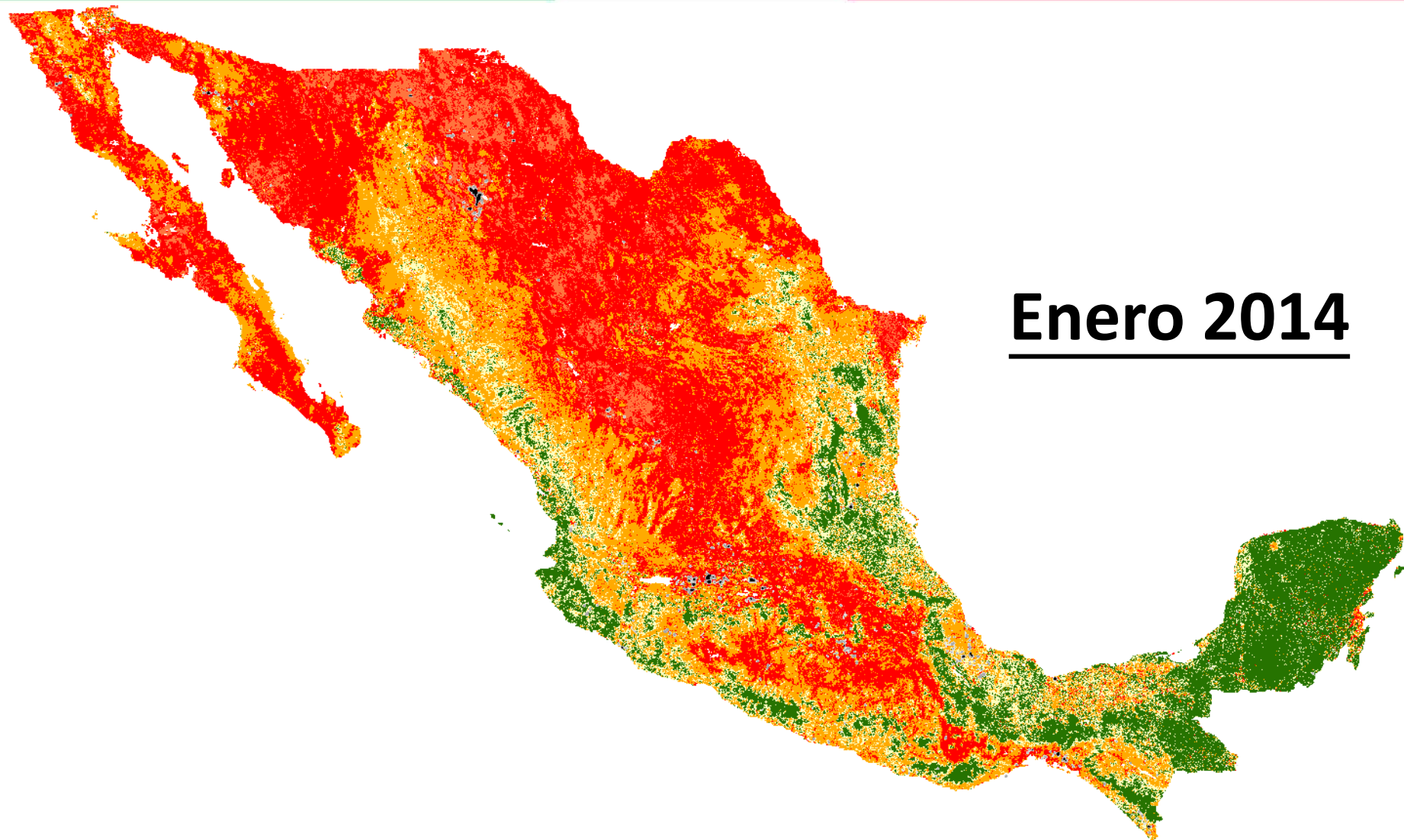




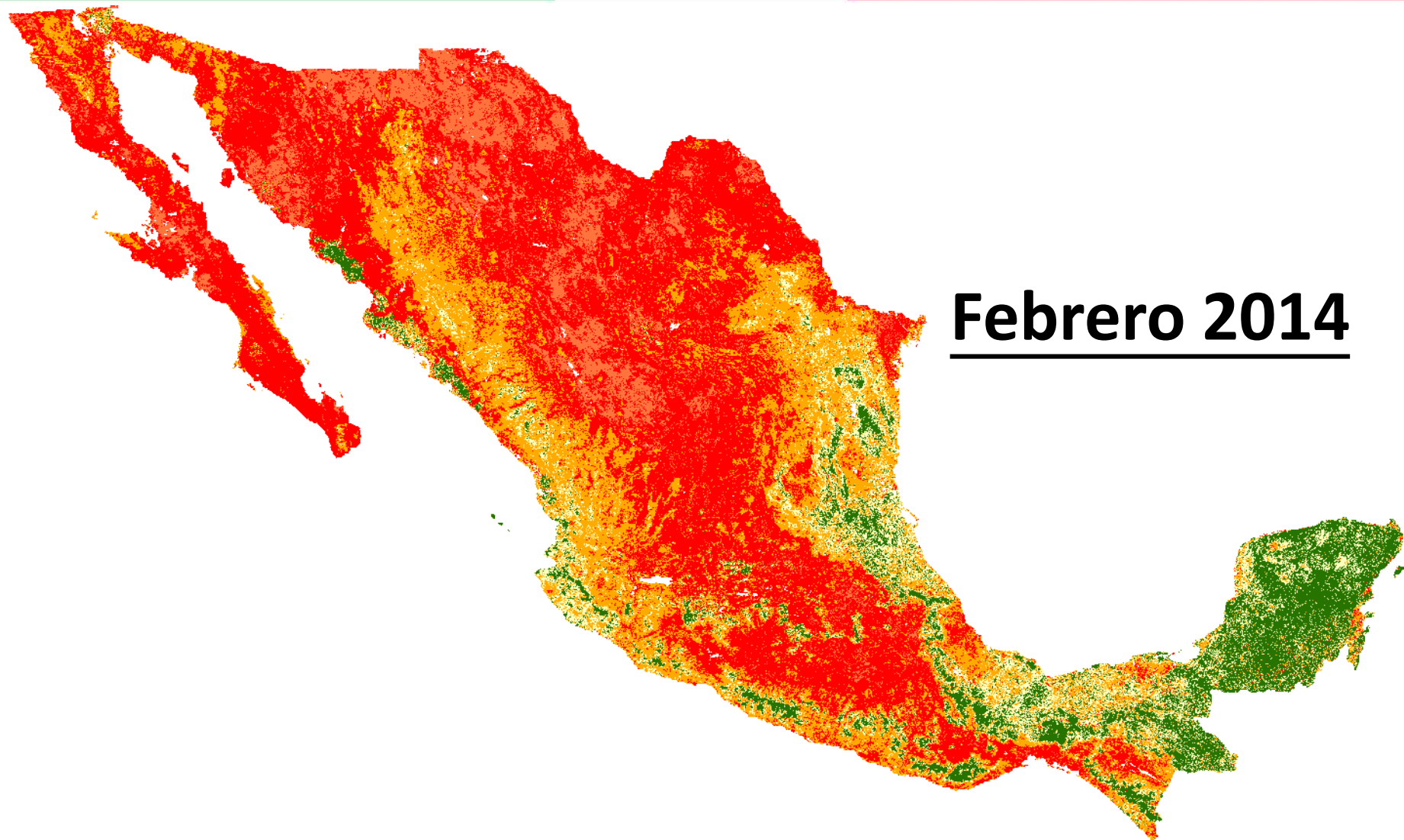


Enero 2014

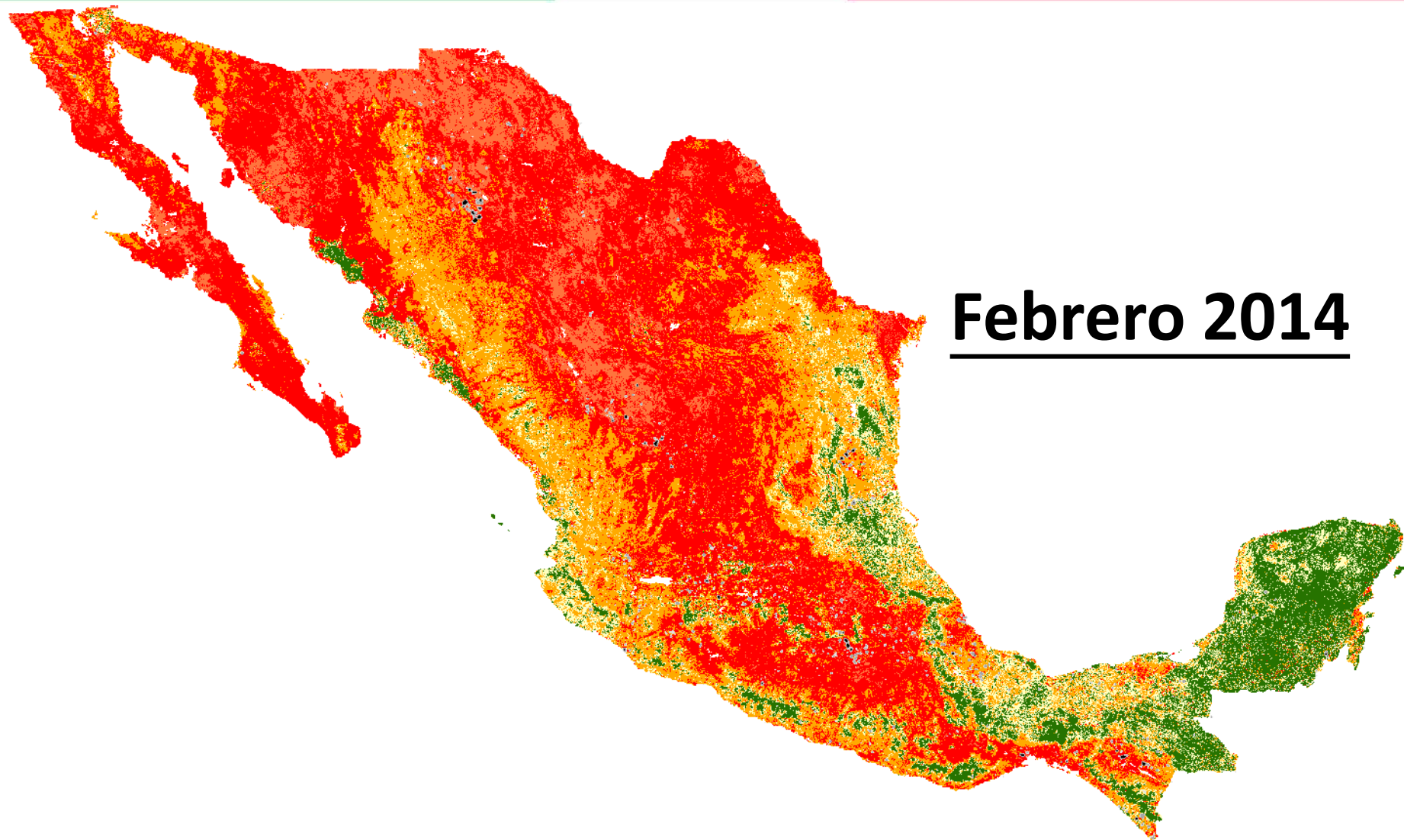




Enero 2014

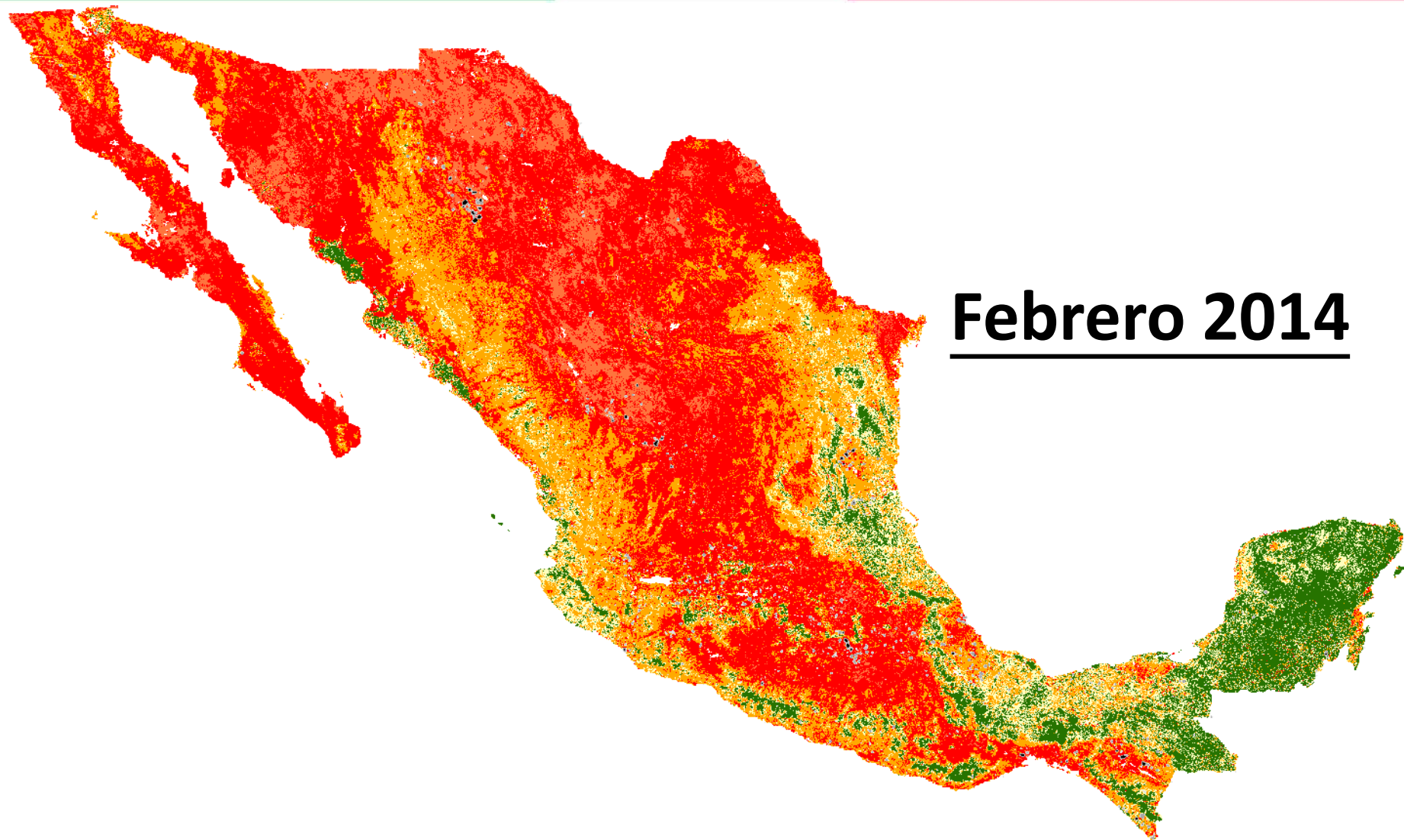


**Febrero 2014**



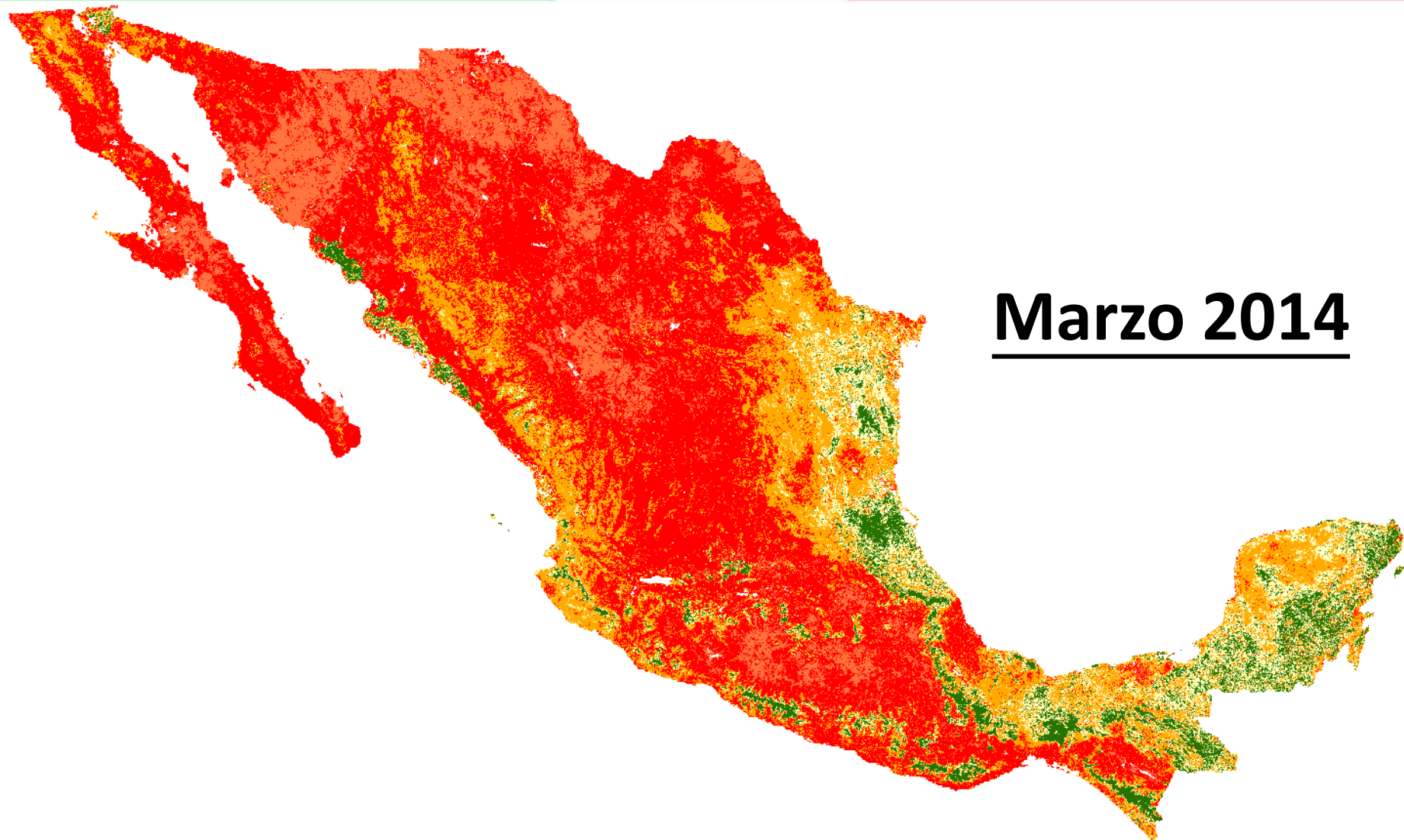
**Febrero 2014**



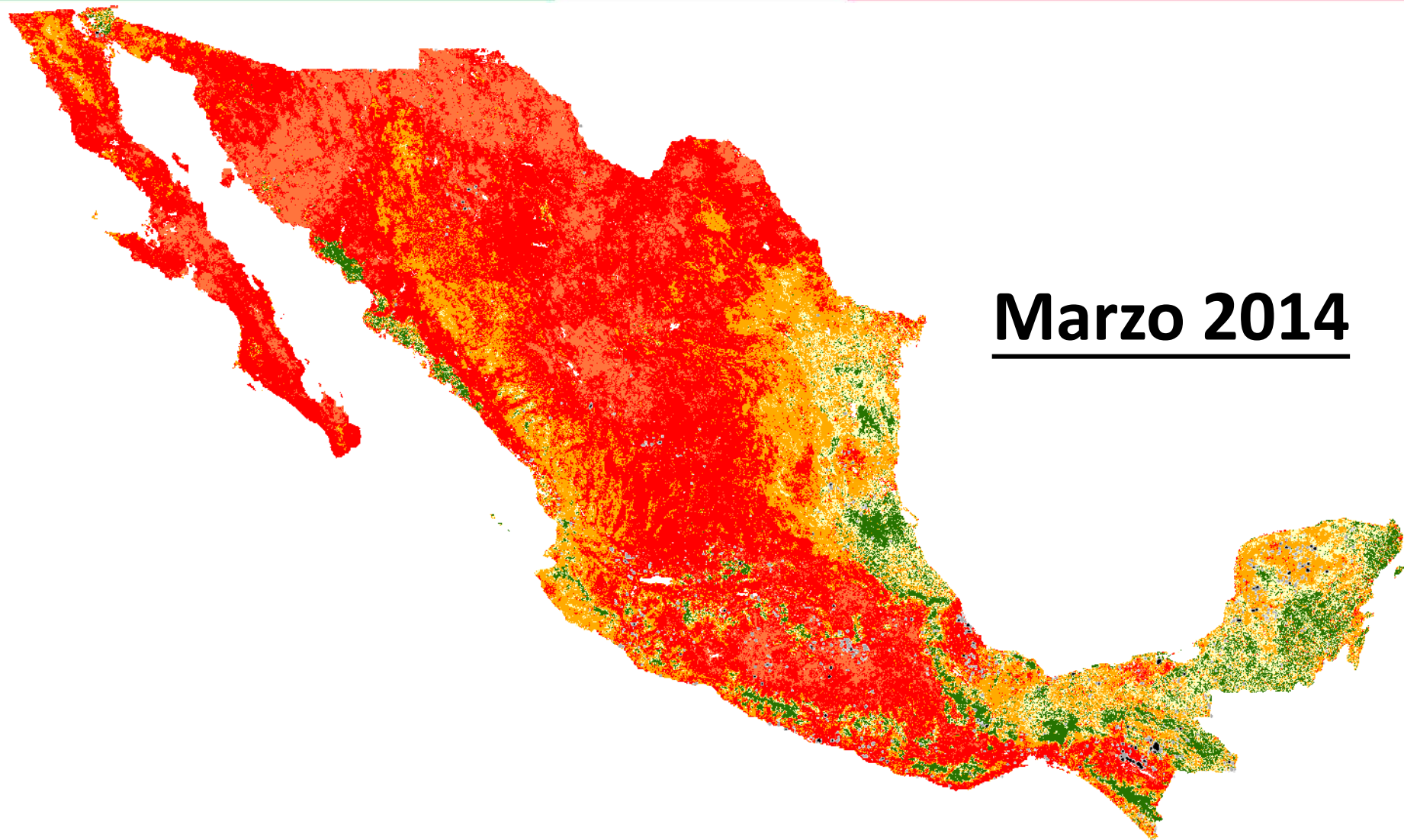


**Febrero 2014**

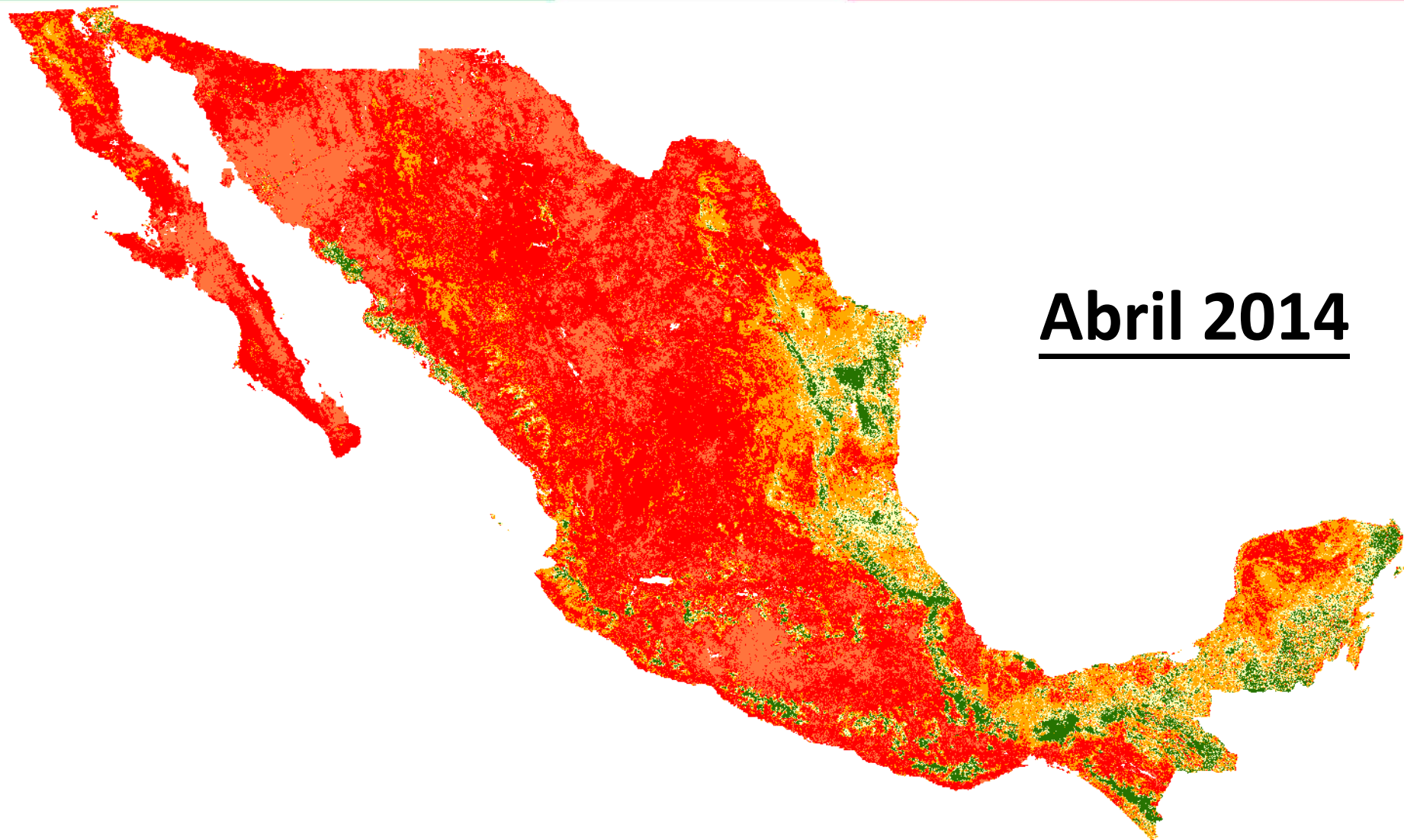




Marzo 2014

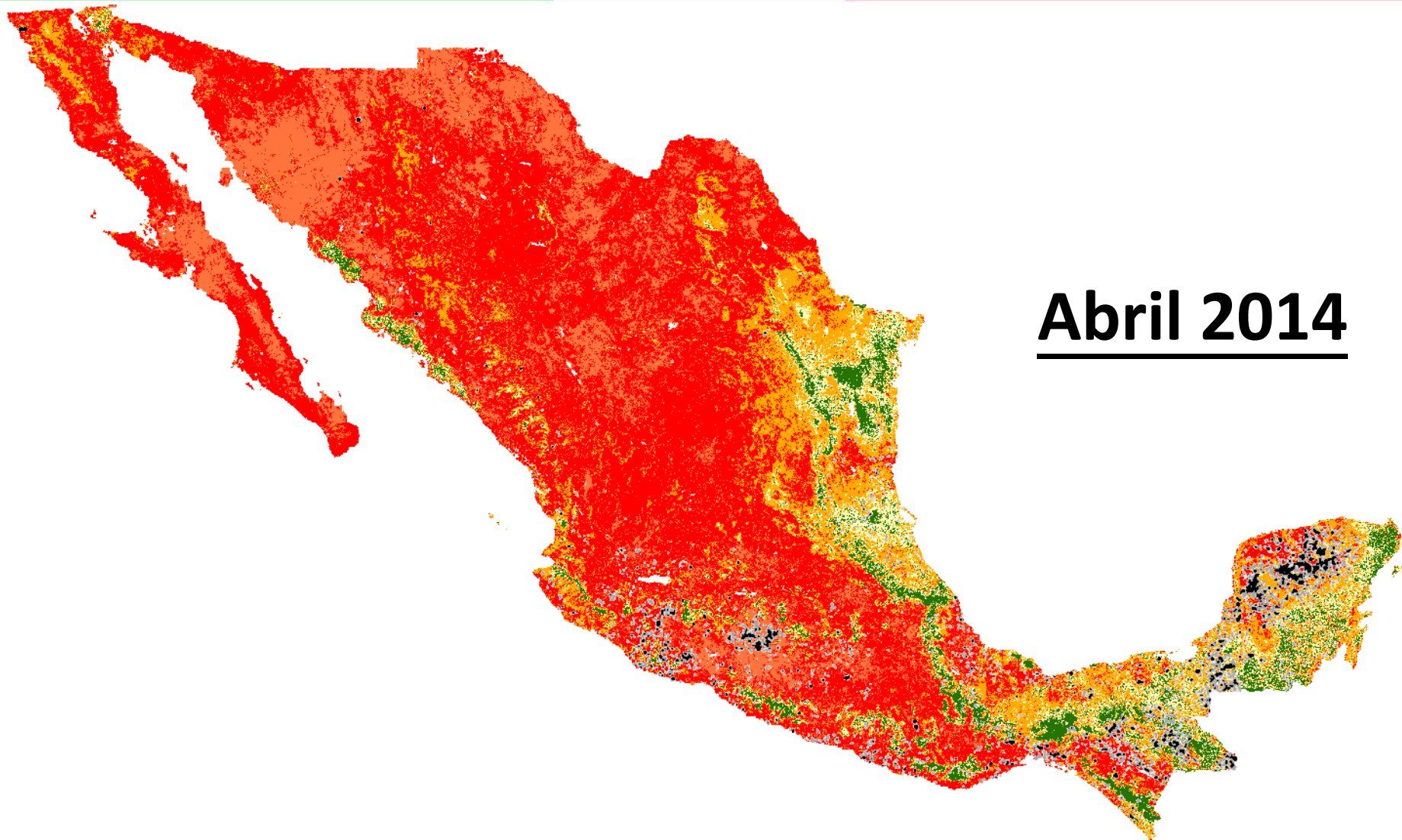


Marzo 2014



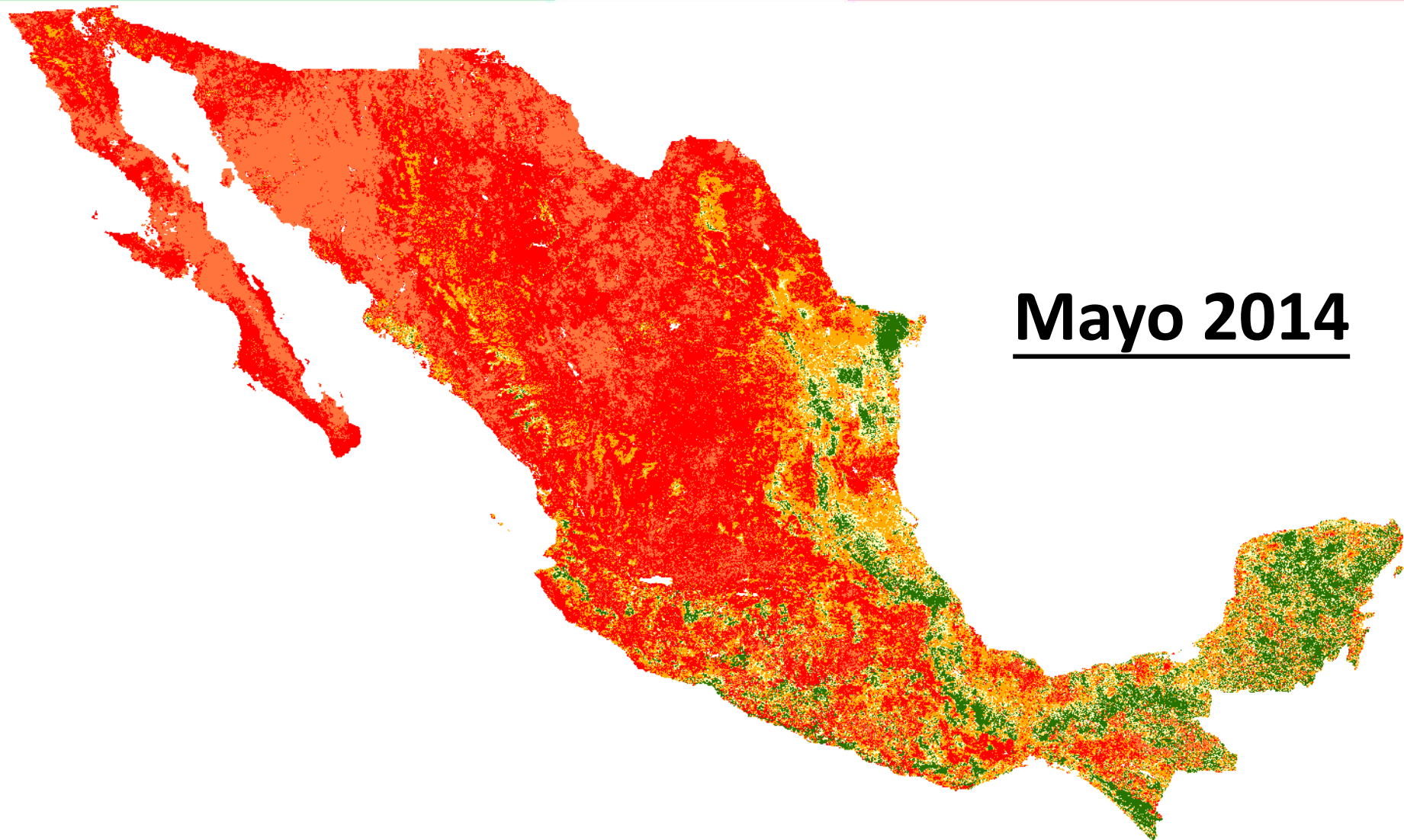
**Abril 2014**



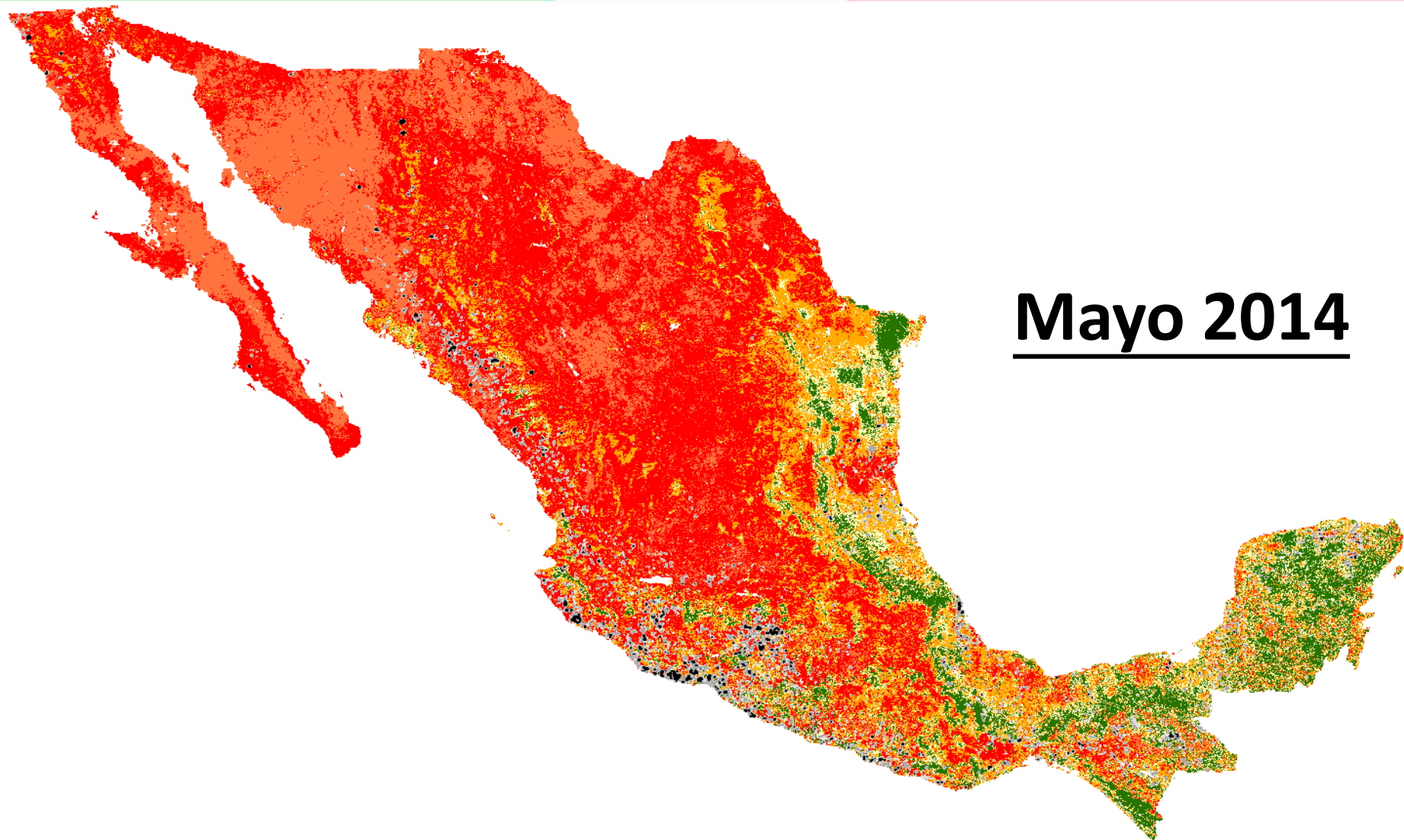


**Abril 2014**

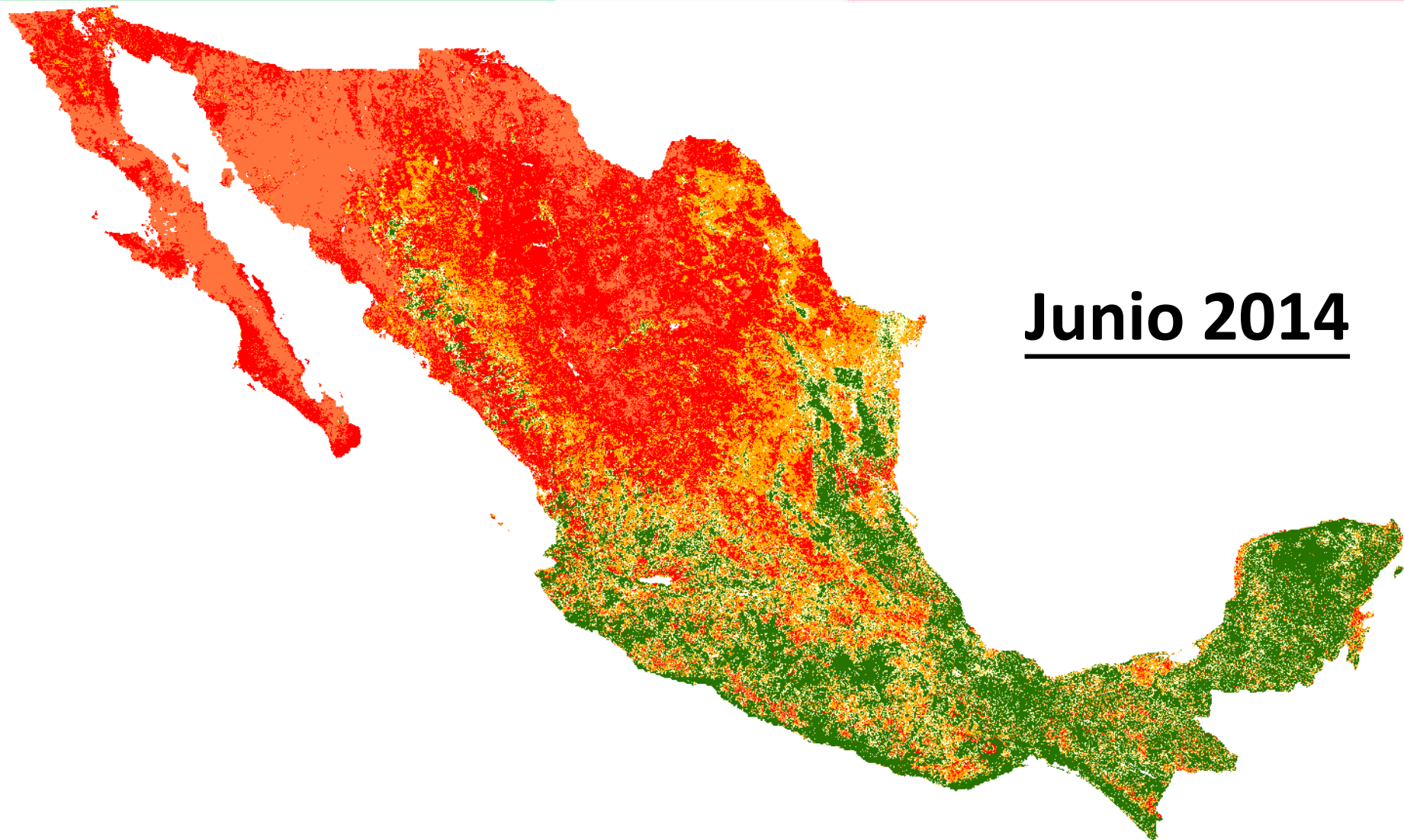




Mayo 2014

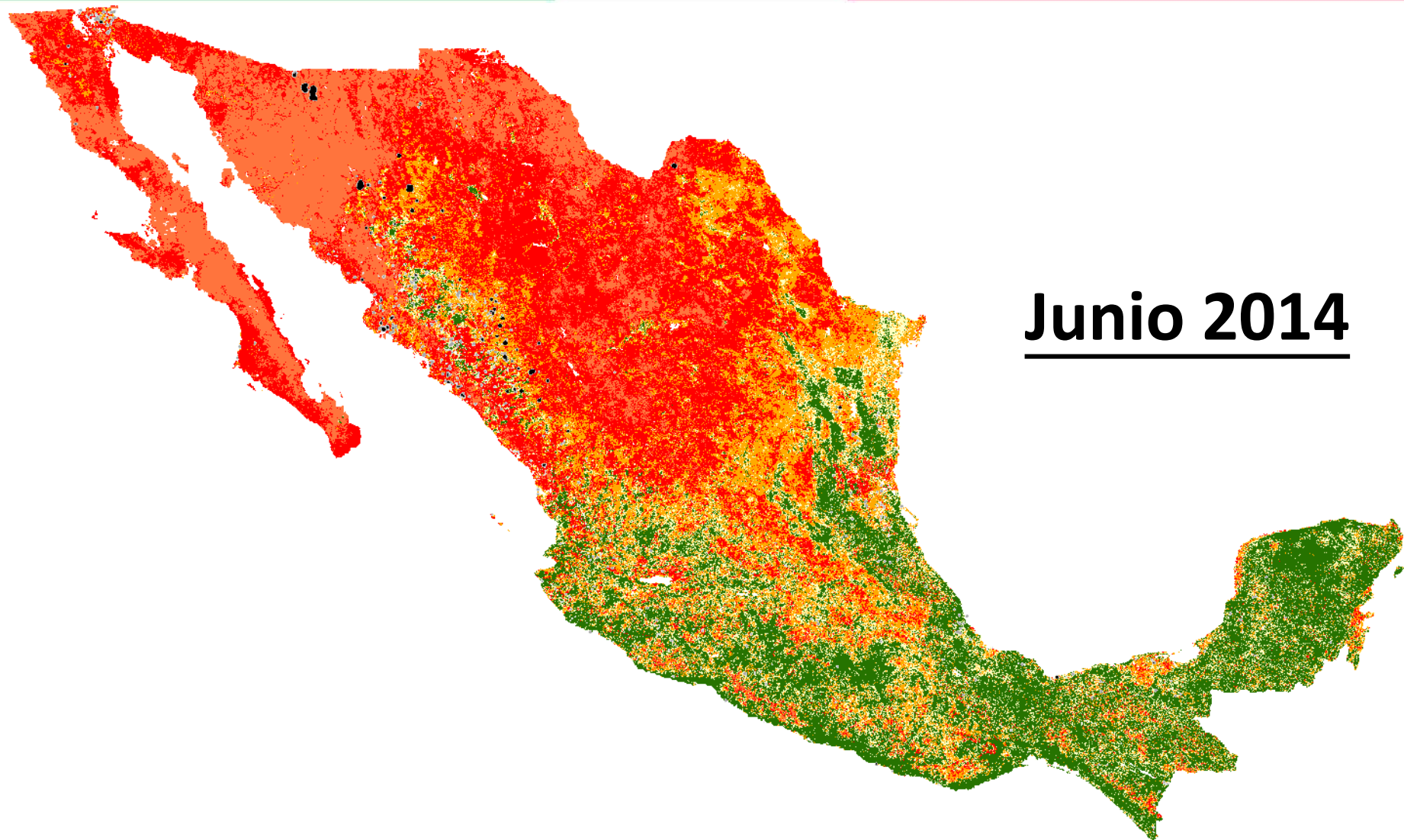


Mayo 2014



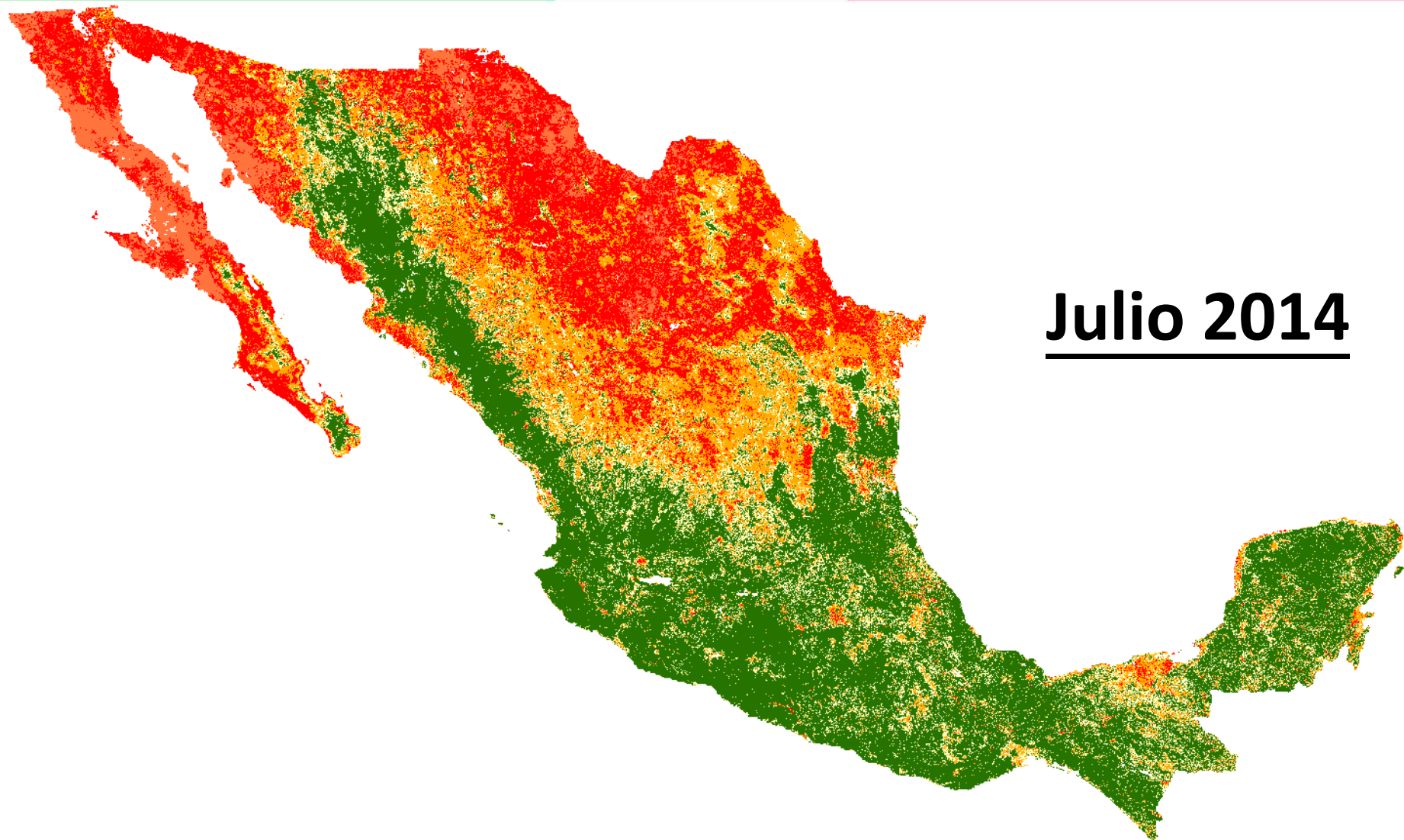
Junio 2014



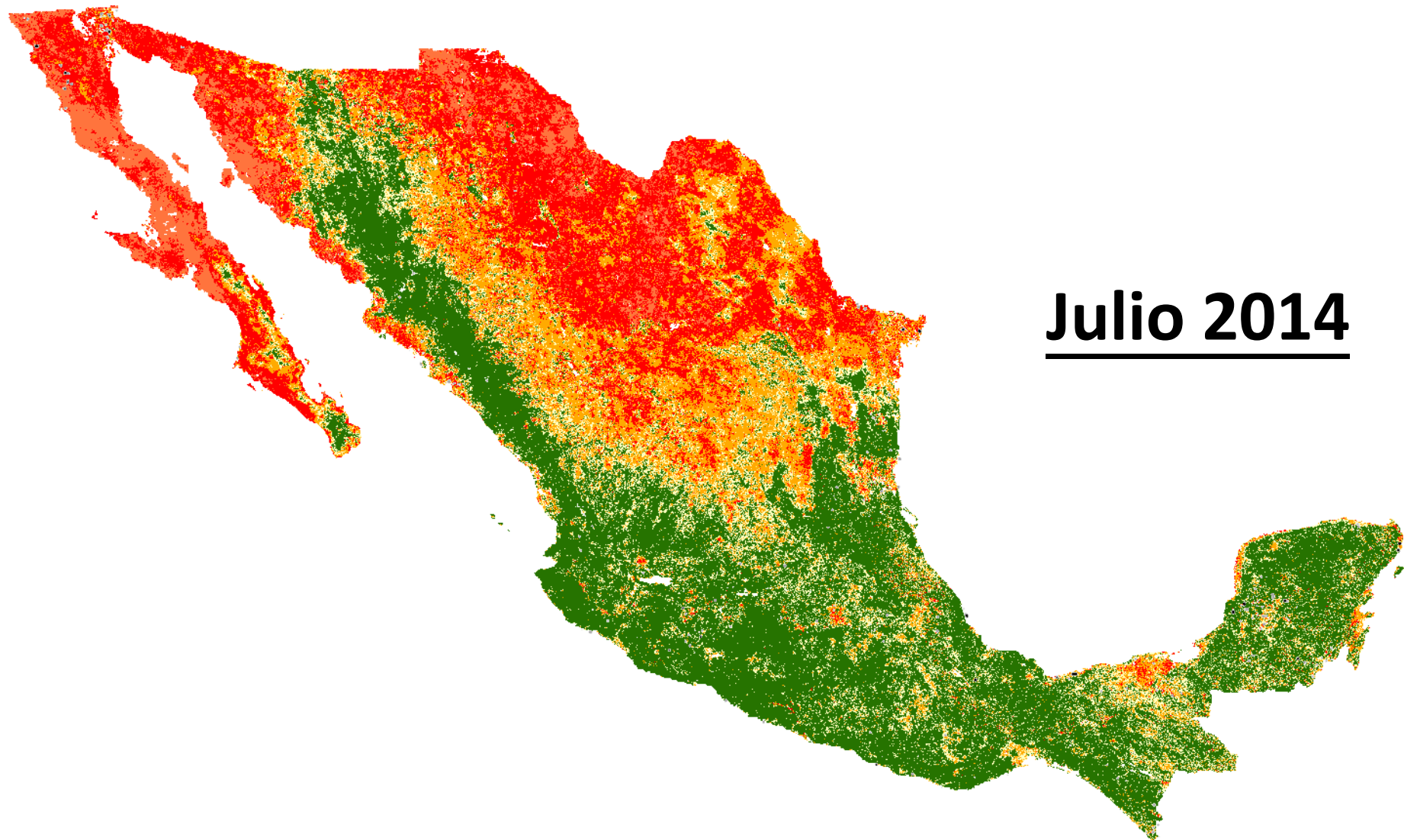


Junio 2014



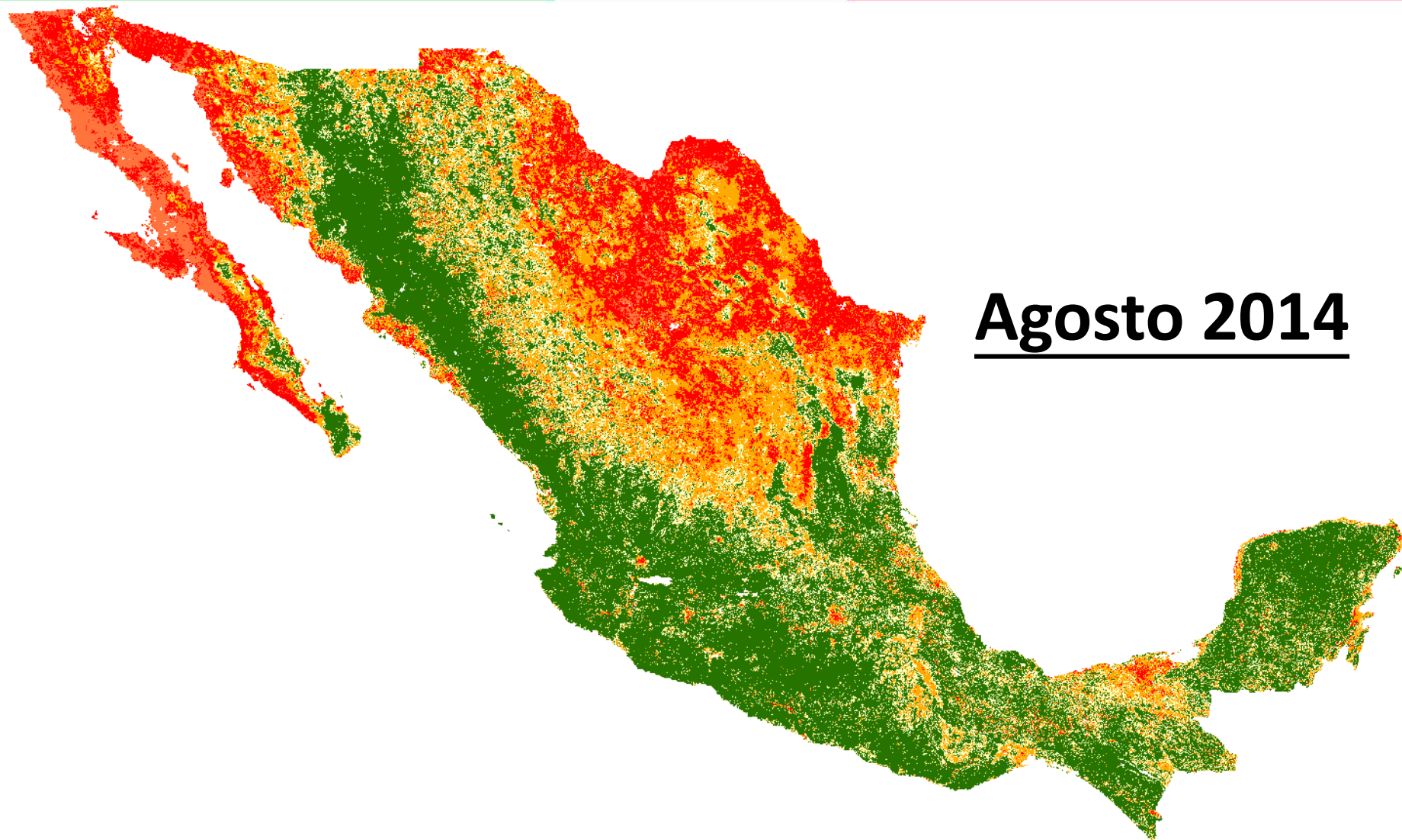


Julio 2014

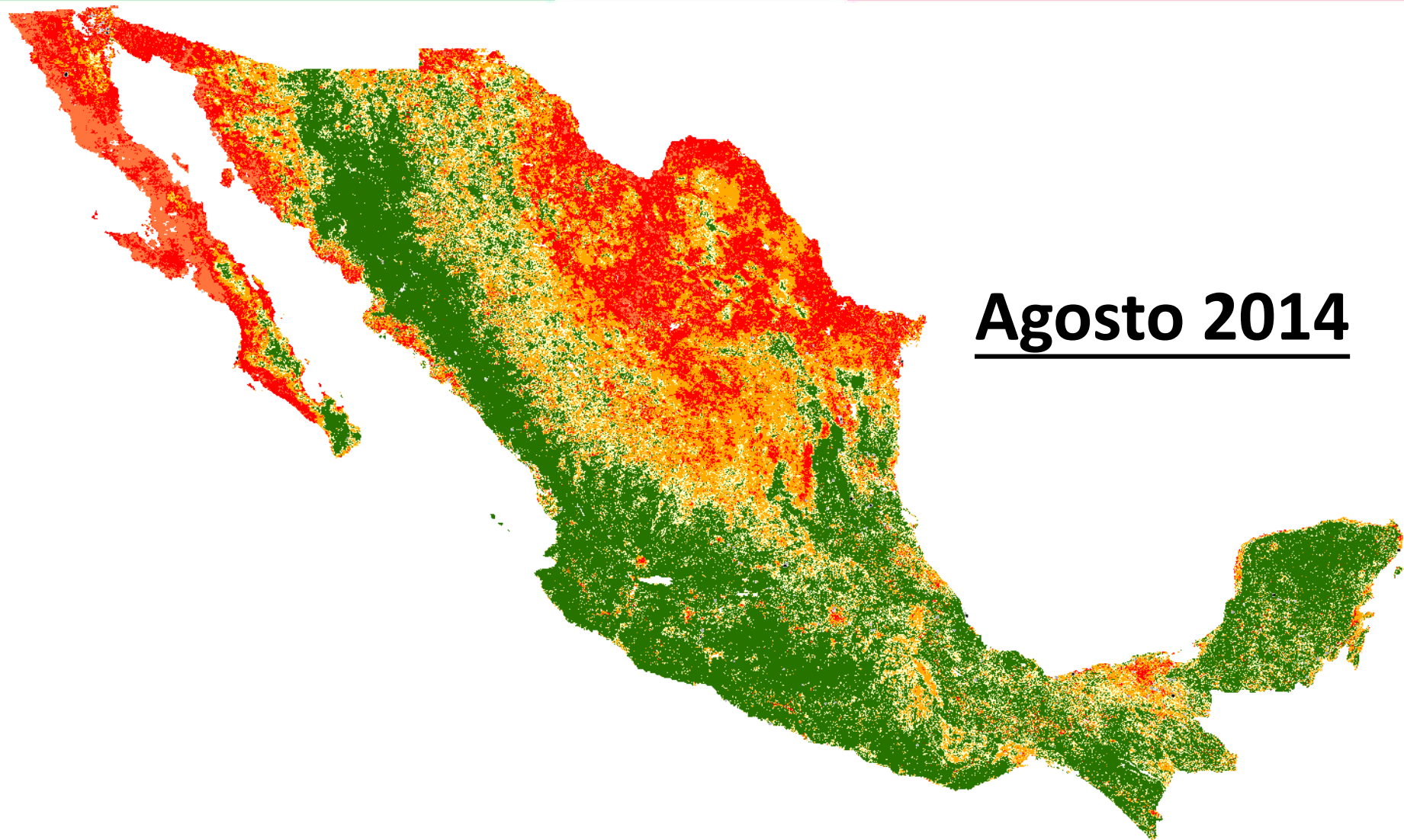


Julio 2014





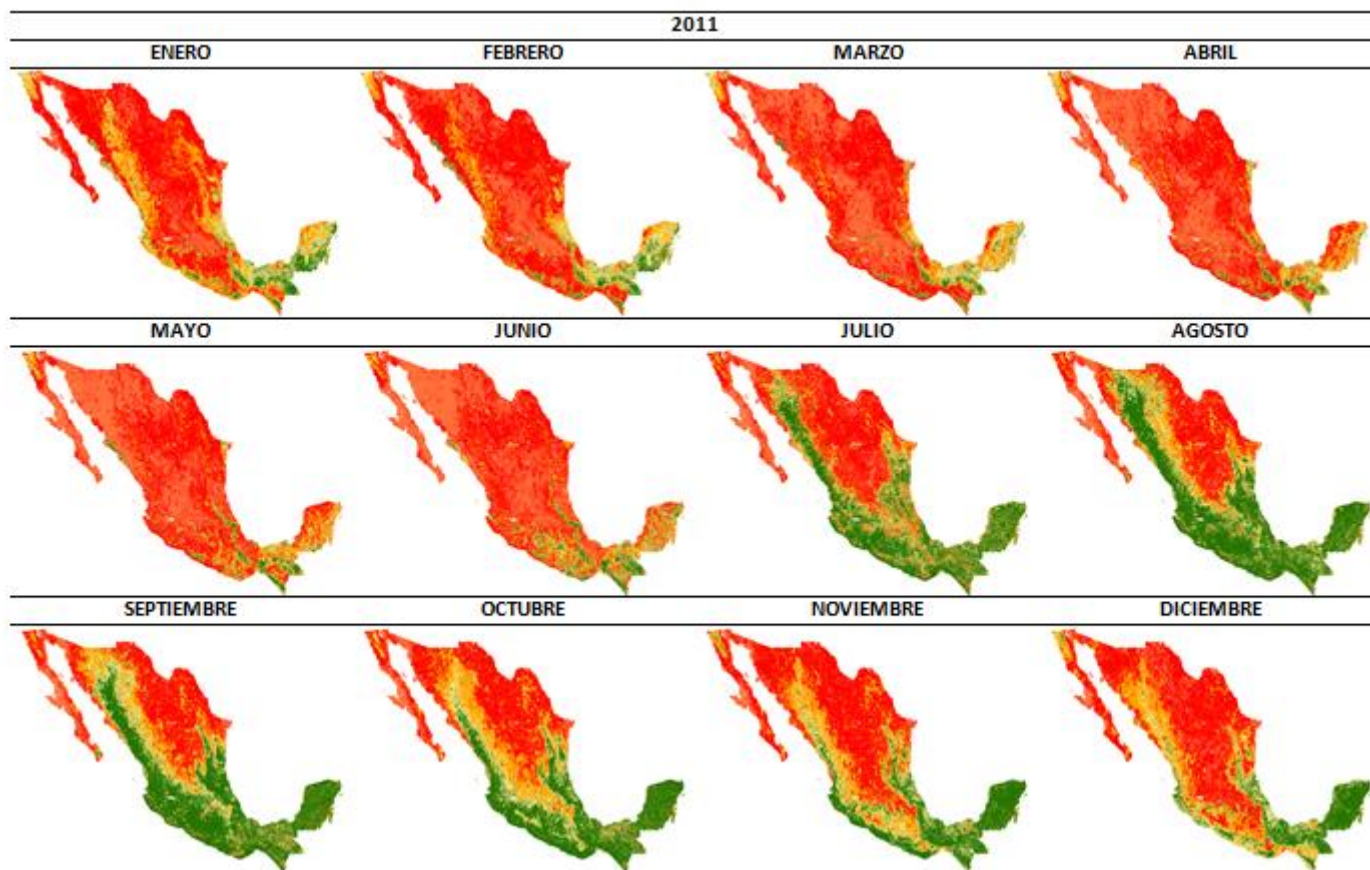
Agosto 2014



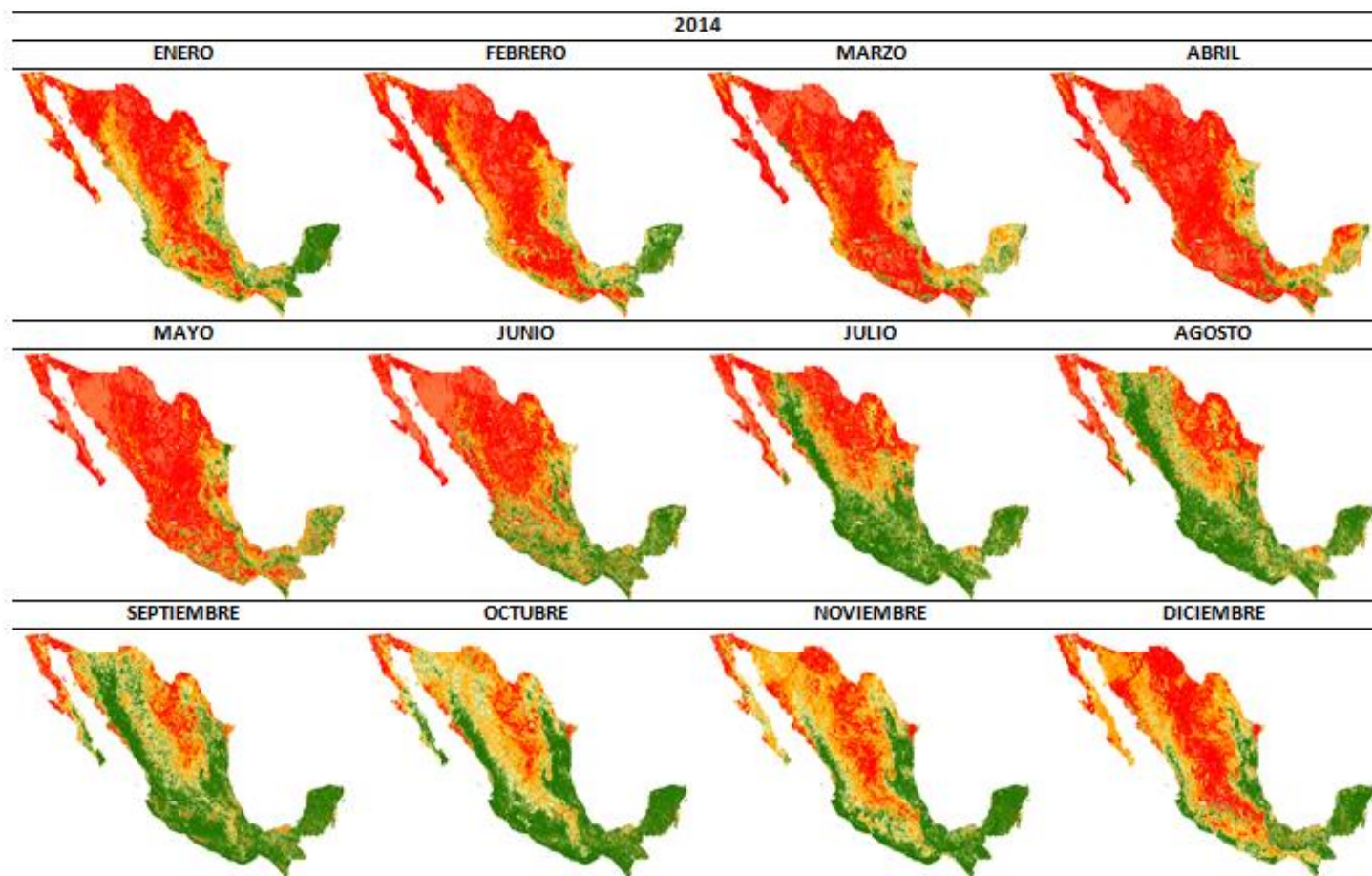
Agosto 2014



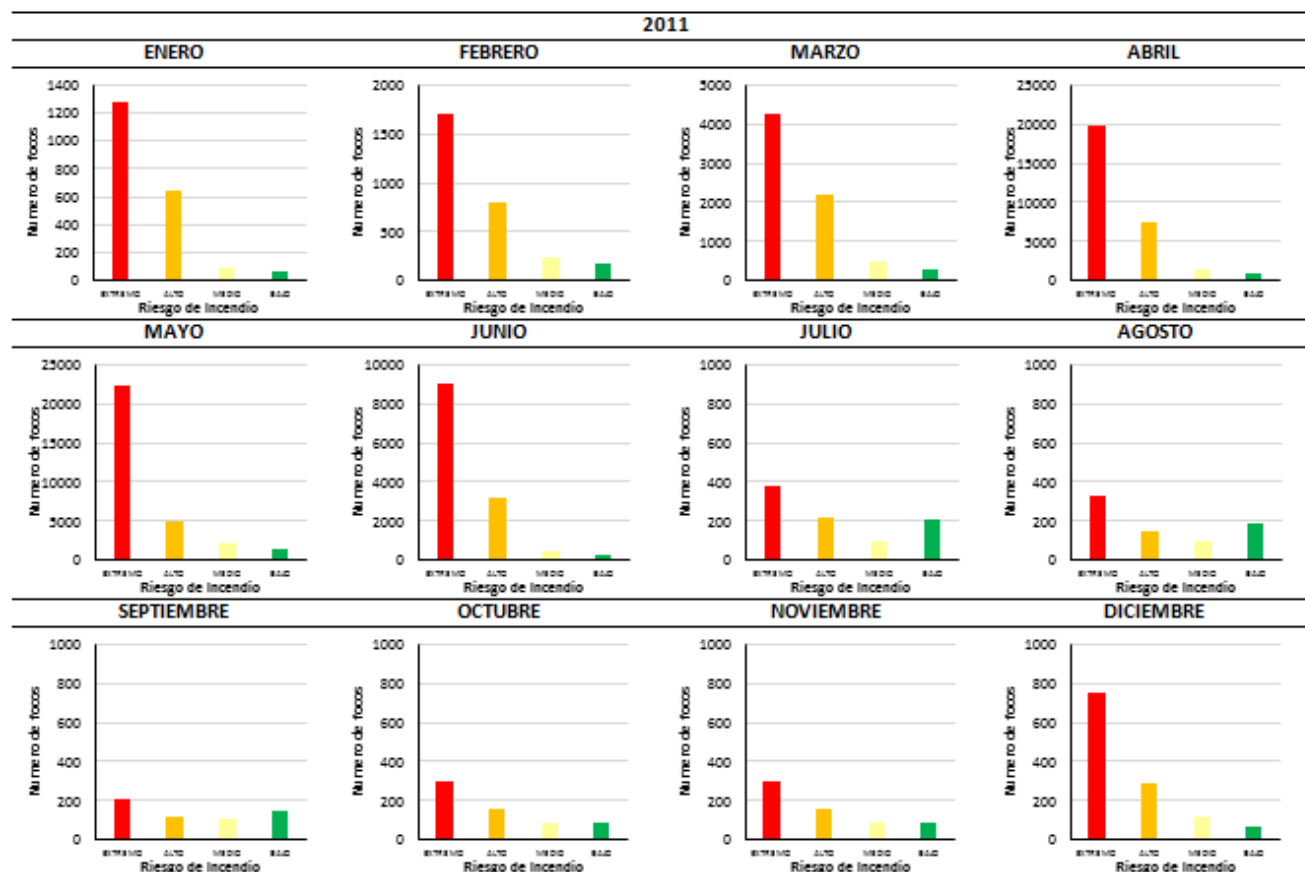
## Resumen de 2011



## Resumen de 2014

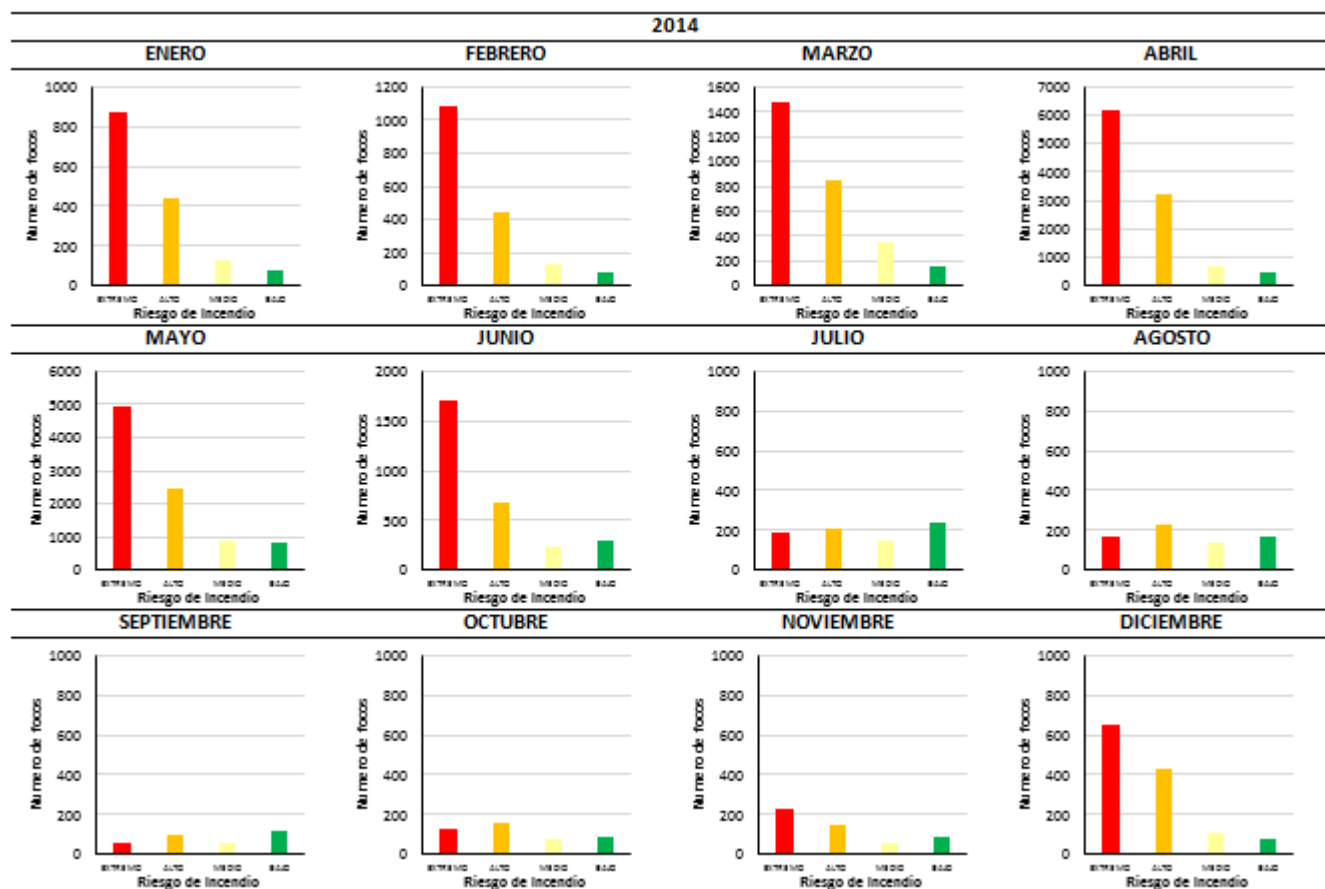


## Número de Focos por categoría de Peligro (2011)

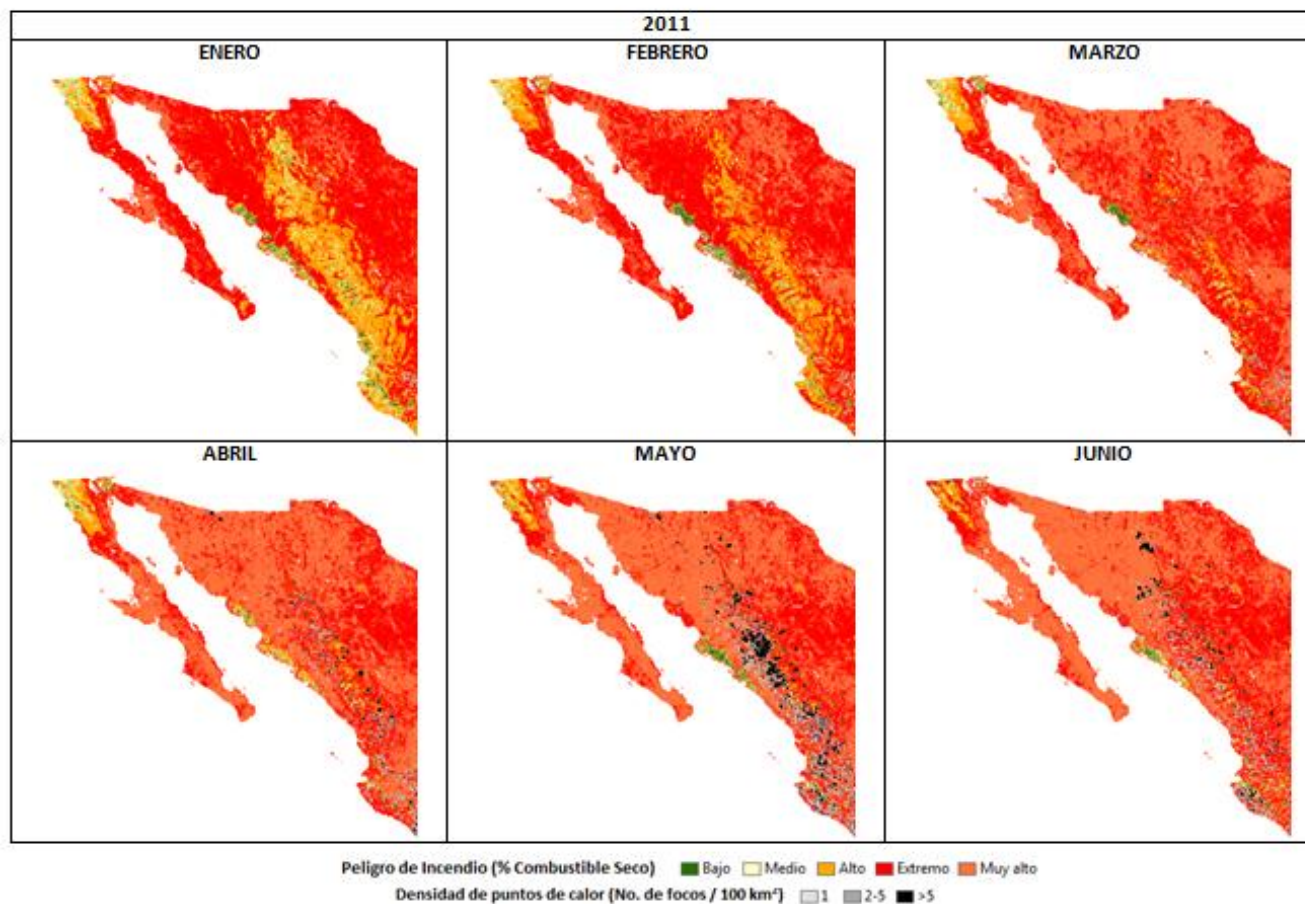




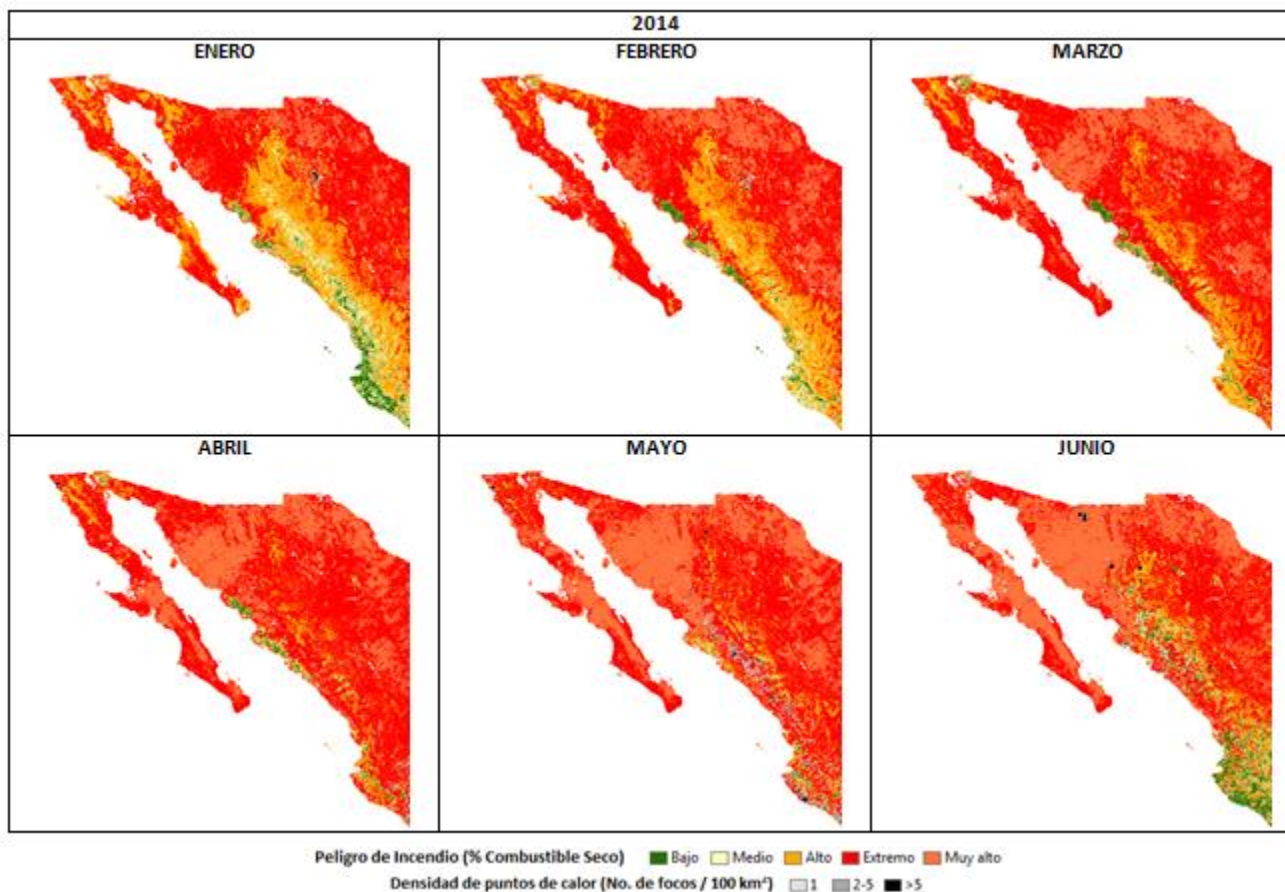
## Número de Focos por categoría de Peligro (2014)



# Reportes Regionales de Peligro de incendios:

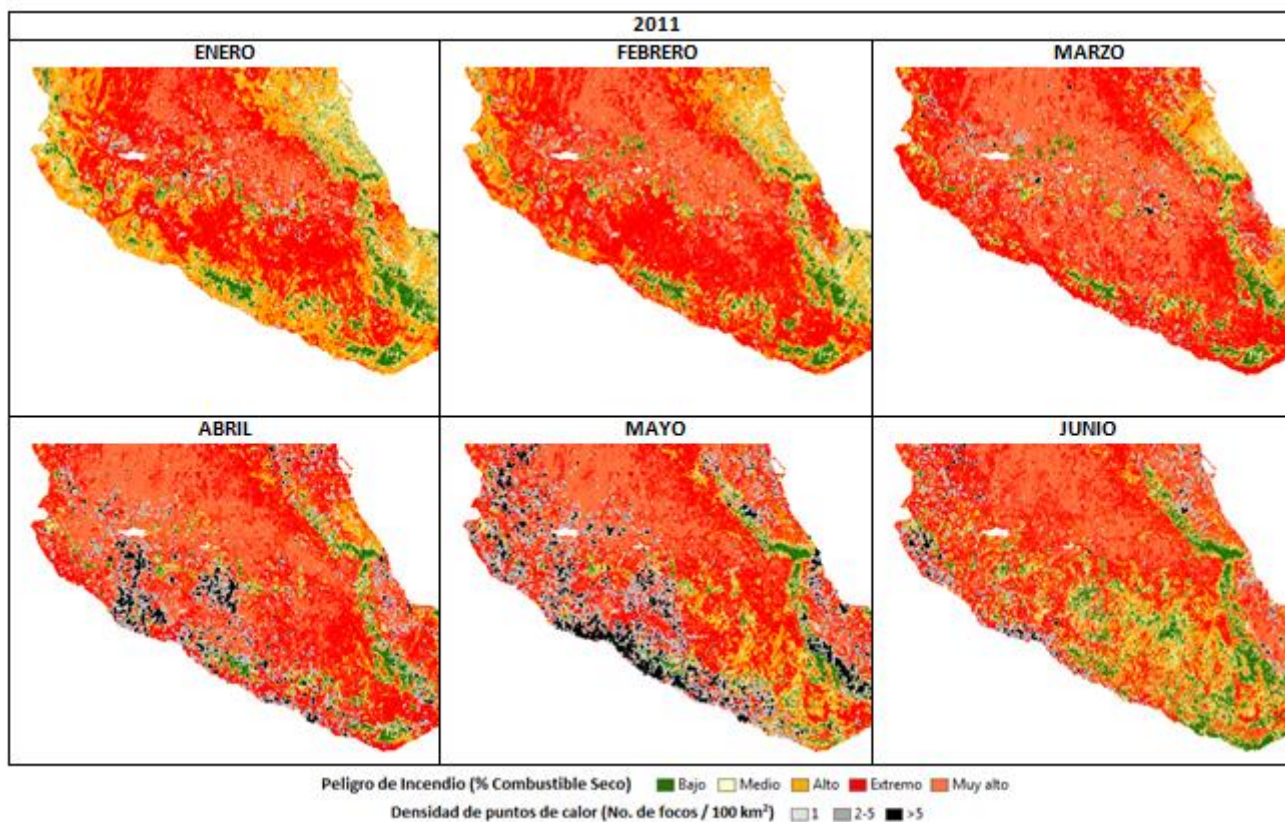


## Reportes Regionales de Peligro de incendios:

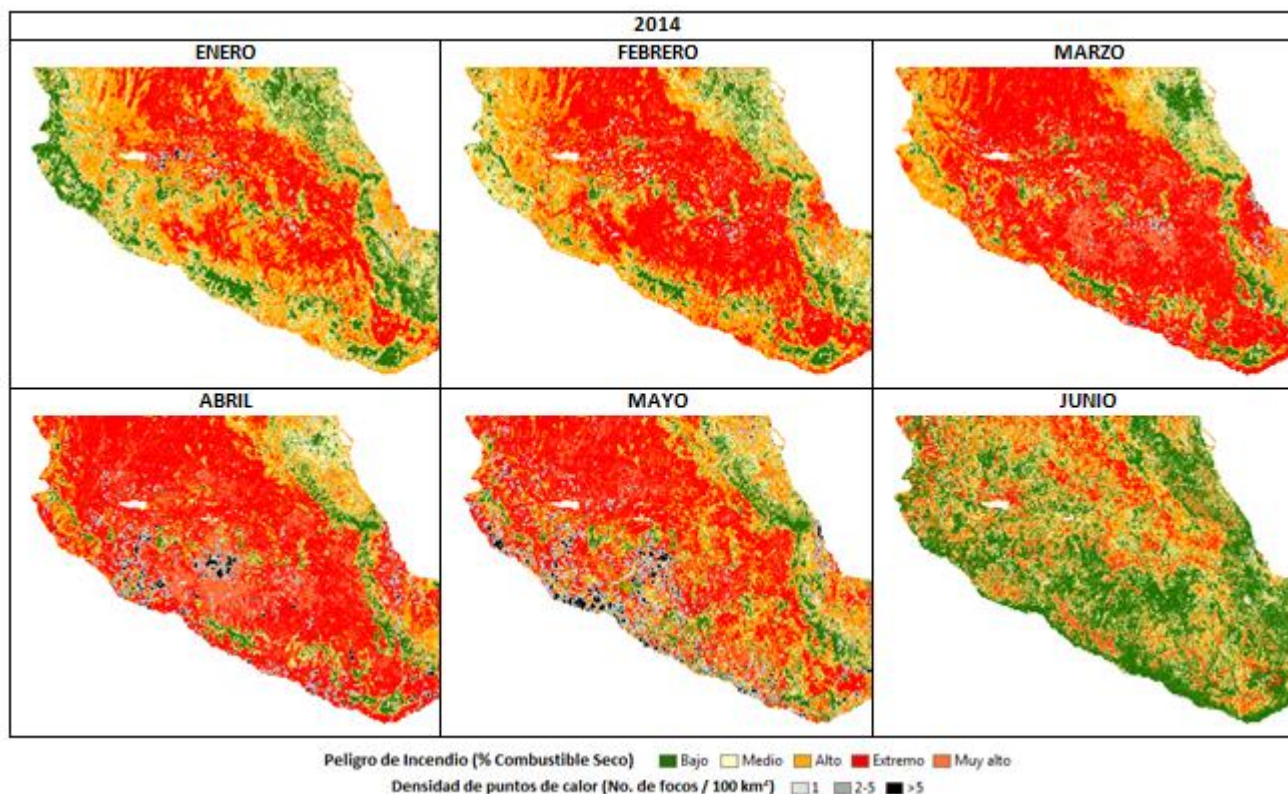




## Reportes Regionales de Peligro de incendios:

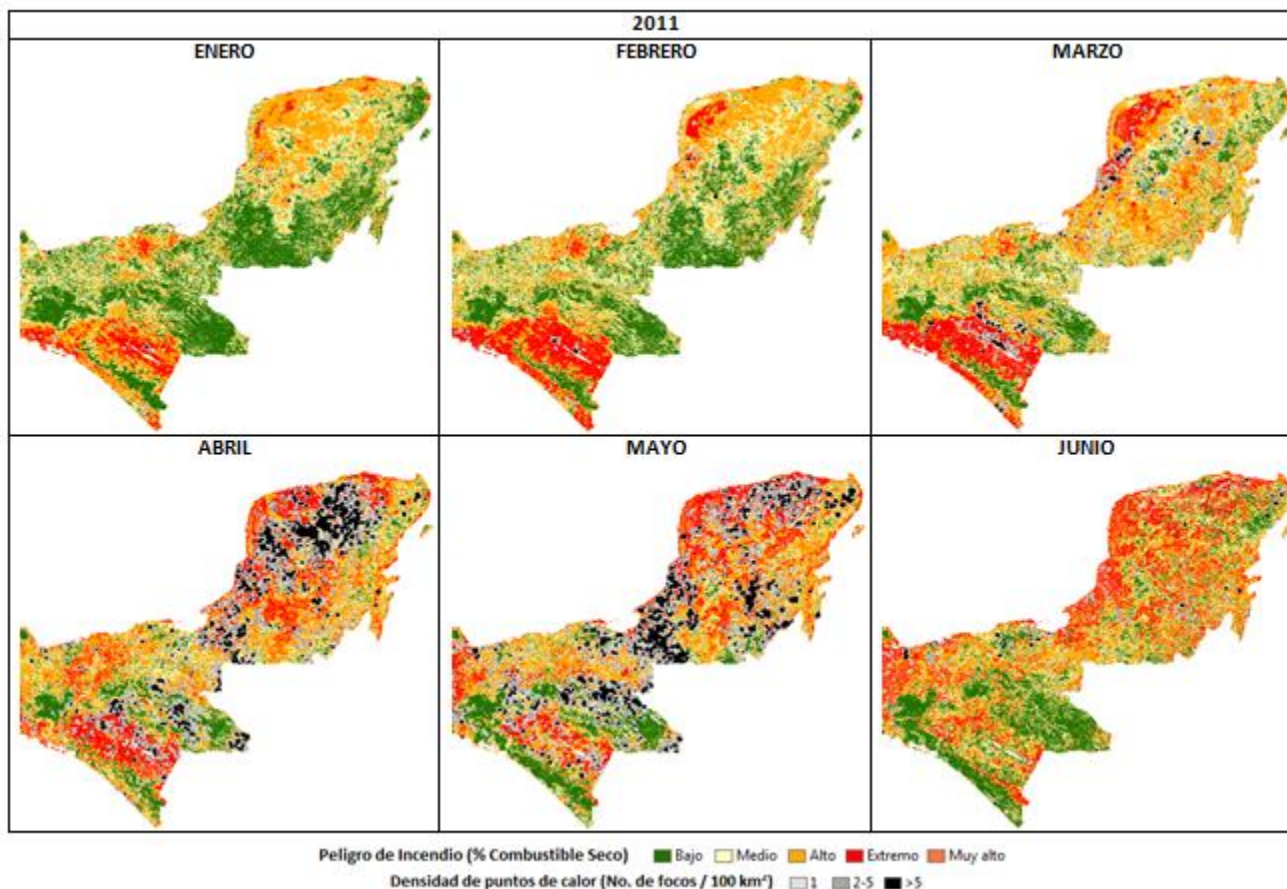


# Reportes Regionales de Peligro de incendios:



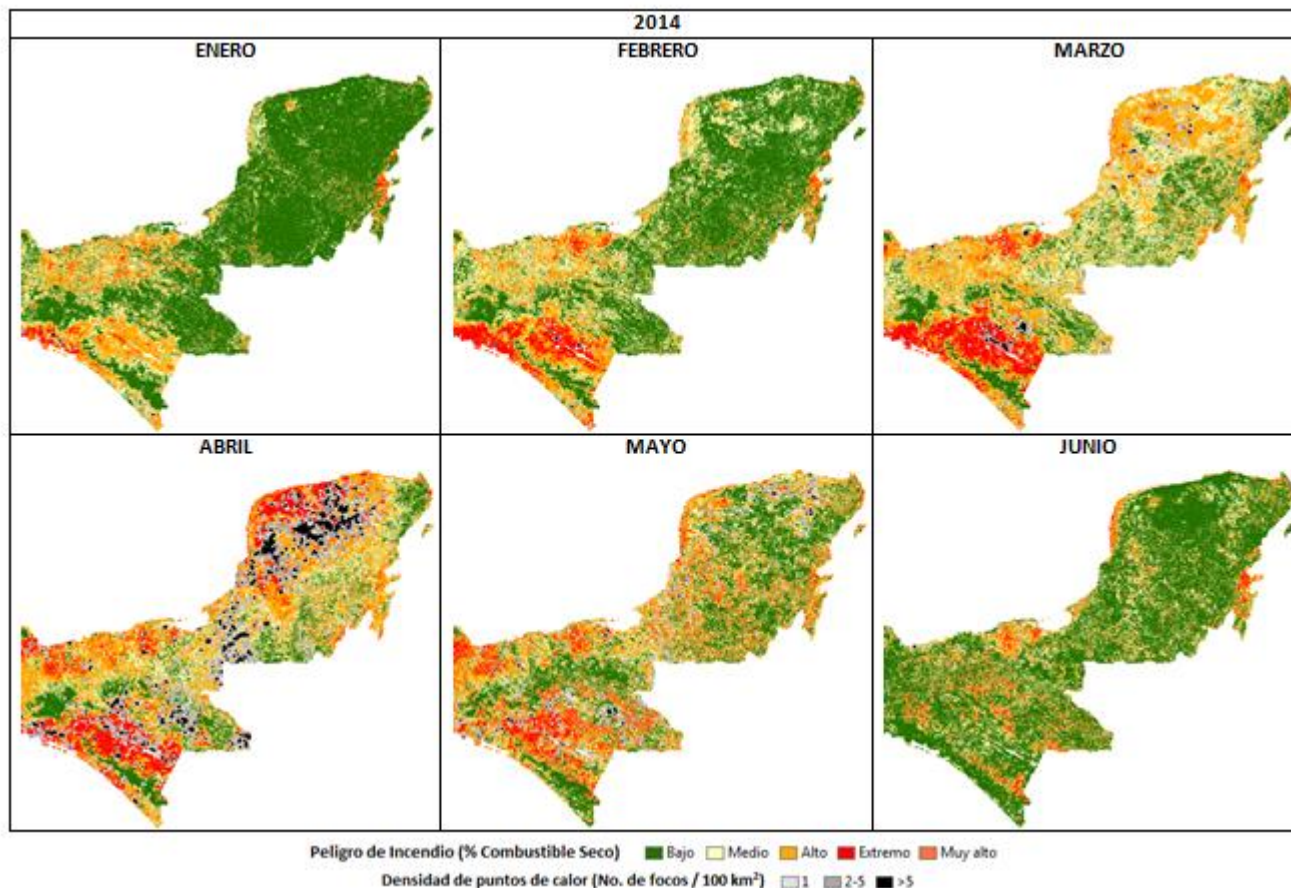


# Reportes Regionales de Peligro de incendios:

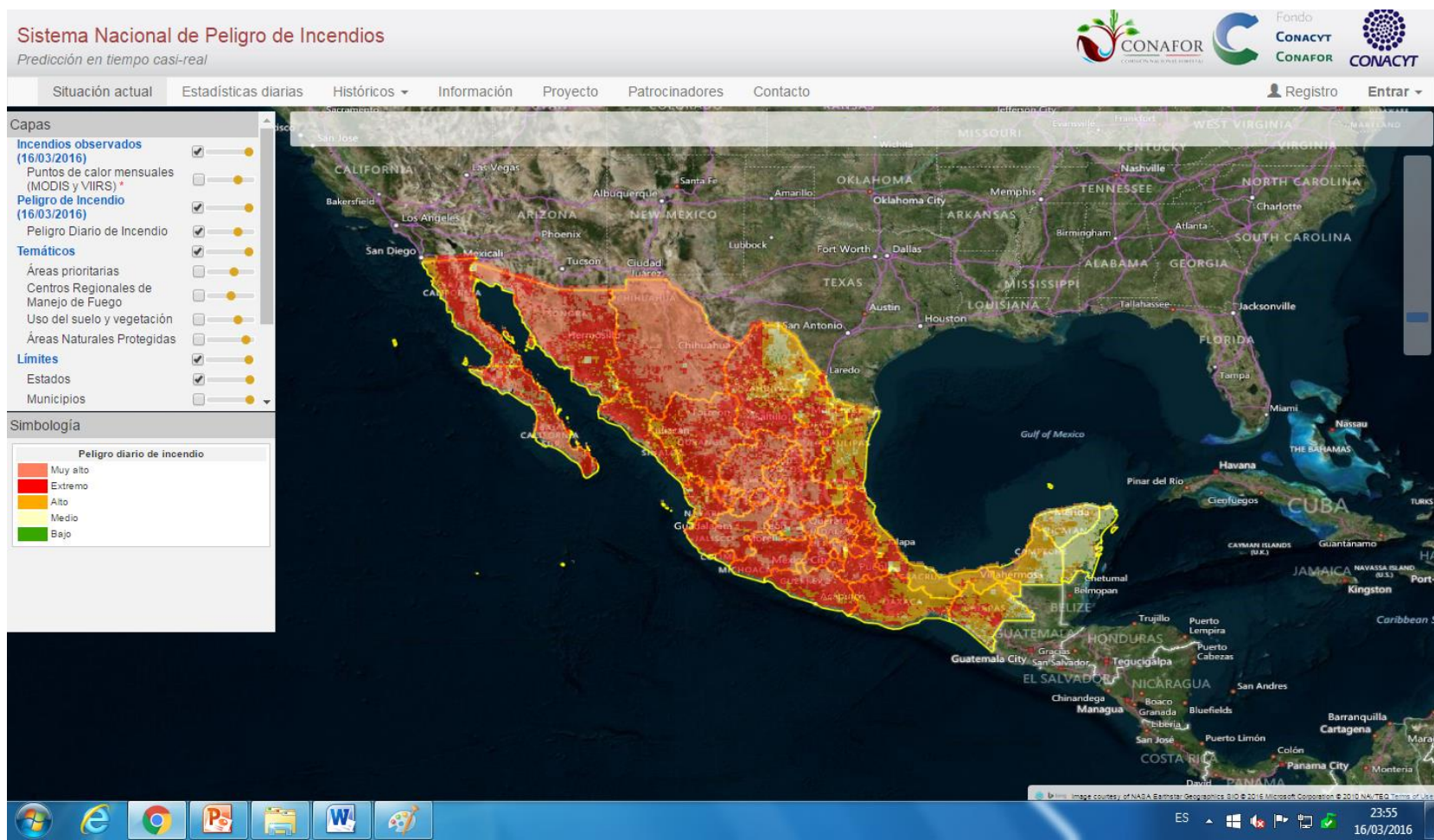




# Reportes Regionales de Peligro de incendios:

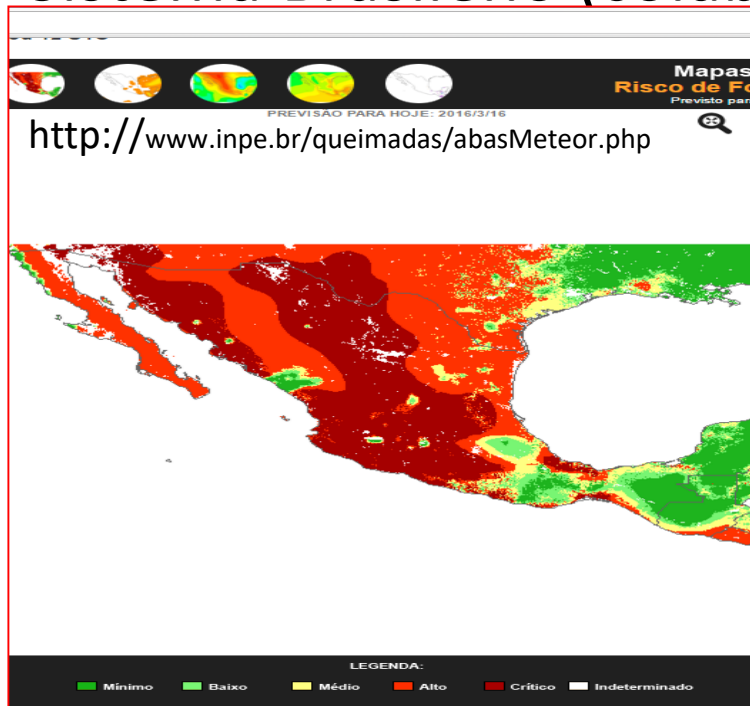


# Interfaz Piloto del Sistema de Peligro



# Trabajo de futuro

- Testar **otros sistemas** además del sistema FPI:
  - Sistema Brasileño (colaboración con INPE)





# Trabajo de futuro

- Incluir en el Peligro de Incendio factores no metereológicos:

- Vegetación  
(combustibles)

- Patrones de ignición



## Transferencia.

- Aplicación del Sistema de Peligro como herramienta de **toma de decisiones:**

### 1) Corto plazo:

- Determinar calendario de quema





- Aplicación del Sistema de Peligro como herramienta de **toma de decisiones:**

## 2) a largo plazo:

- Establecer planes de manejo del fuego
- Optimizar el manejo forestal de cada ejido para minimizar el riesgo de incendio
- Dimensionar medios de combate para cada temporada en base a riesgo previsto





- Requisito fundamental para éxito del sistema como  
**Herramienta operacional de toma de decisiones:**
- **Dialogo continuo entre desarrolladores (**



Muchas gracias!

Contacto: [DanielJVN@gmail.com](mailto:DanielJVN@gmail.com)



# SEMARNAT

SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES

