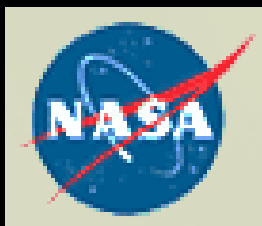


# Monitoring the Carbon Cycle for Reporting and Verification of Greenhouse Gas Emissions



Richard Birdsey, U.S. Forest Service  
Gregorio Angeles-Perez, Colegio de Postgraduados, México  
Craig Wayson, U.S. Forest Service

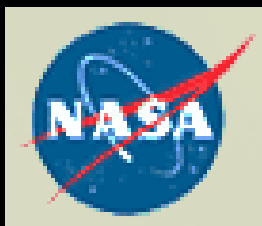
13 September 2010



CarboNA



# Monitoreo del Ciclo del Carbono para el Reporte y Verificación de Gases de Efecto Invernadero



Richard Birdsey, U.S. Forest Service  
Gregorio Angeles-Perez, Colegio de Postgraduados, México  
Craig Wayson, U.S. Forest Service

13 Septiembre 2010



CarboNA

# Summary

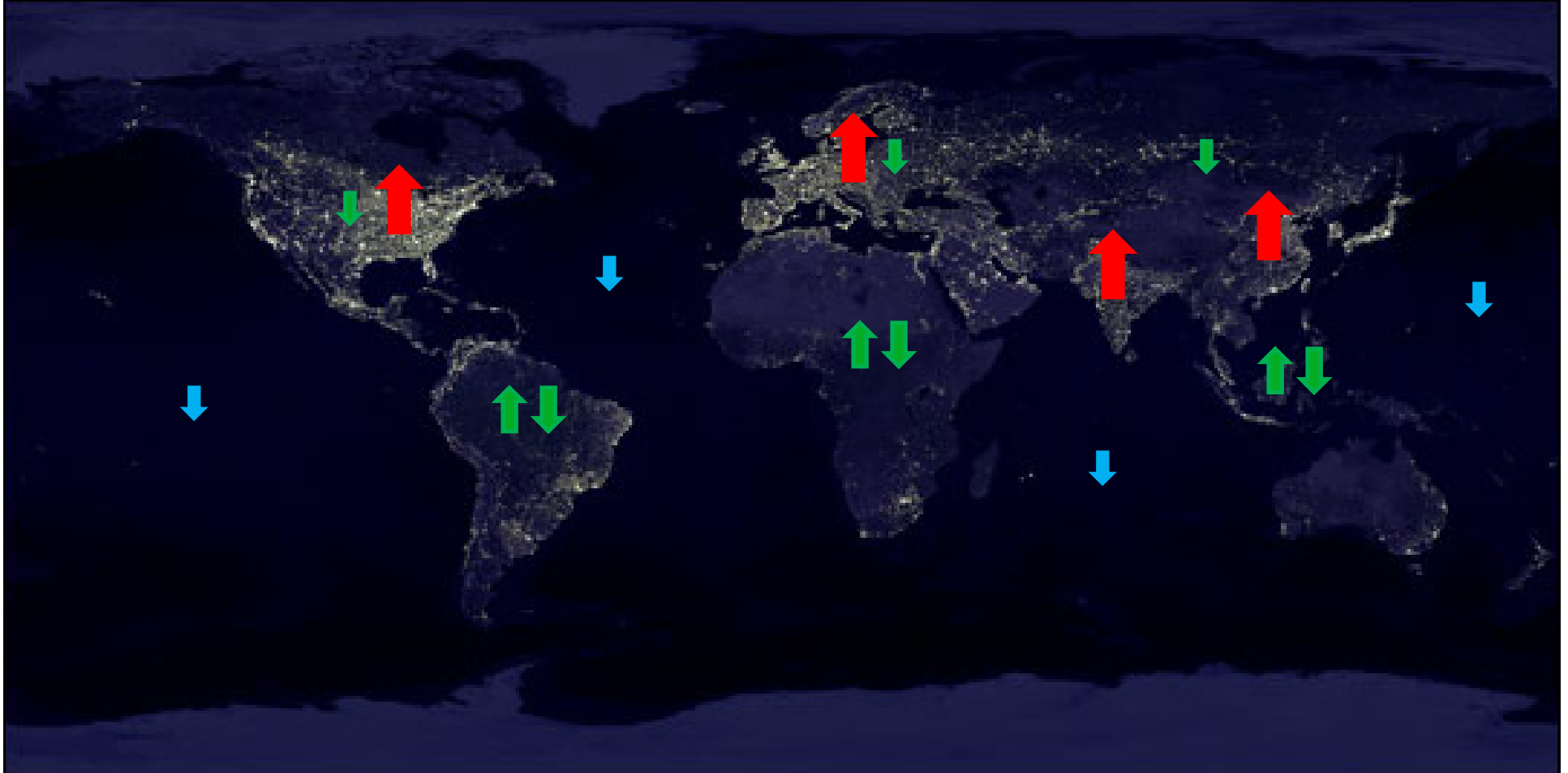
- Brief review of the carbon cycle and climate change
- Why monitor? Needs for measurement, reporting, and verification (MRV)
- Overview of study site characterization
- Opportunities for collaboration to establish a network of “reference sites”
- Review workshop objectives

# Resumen

- Ciclo global del carbono y cambio climático
- Porque monitorear? Necesidades de Medición, Reporte y Verificación (MRV)
- Resumen de la caracterización del sitio de estudio
- Oportunidades de la colaboración establecer una red de of “sitios de referencia ”
- Revisión de los objetivos del taller

# El ciclo global del carbono, 2000-2008 (Pg/yr)

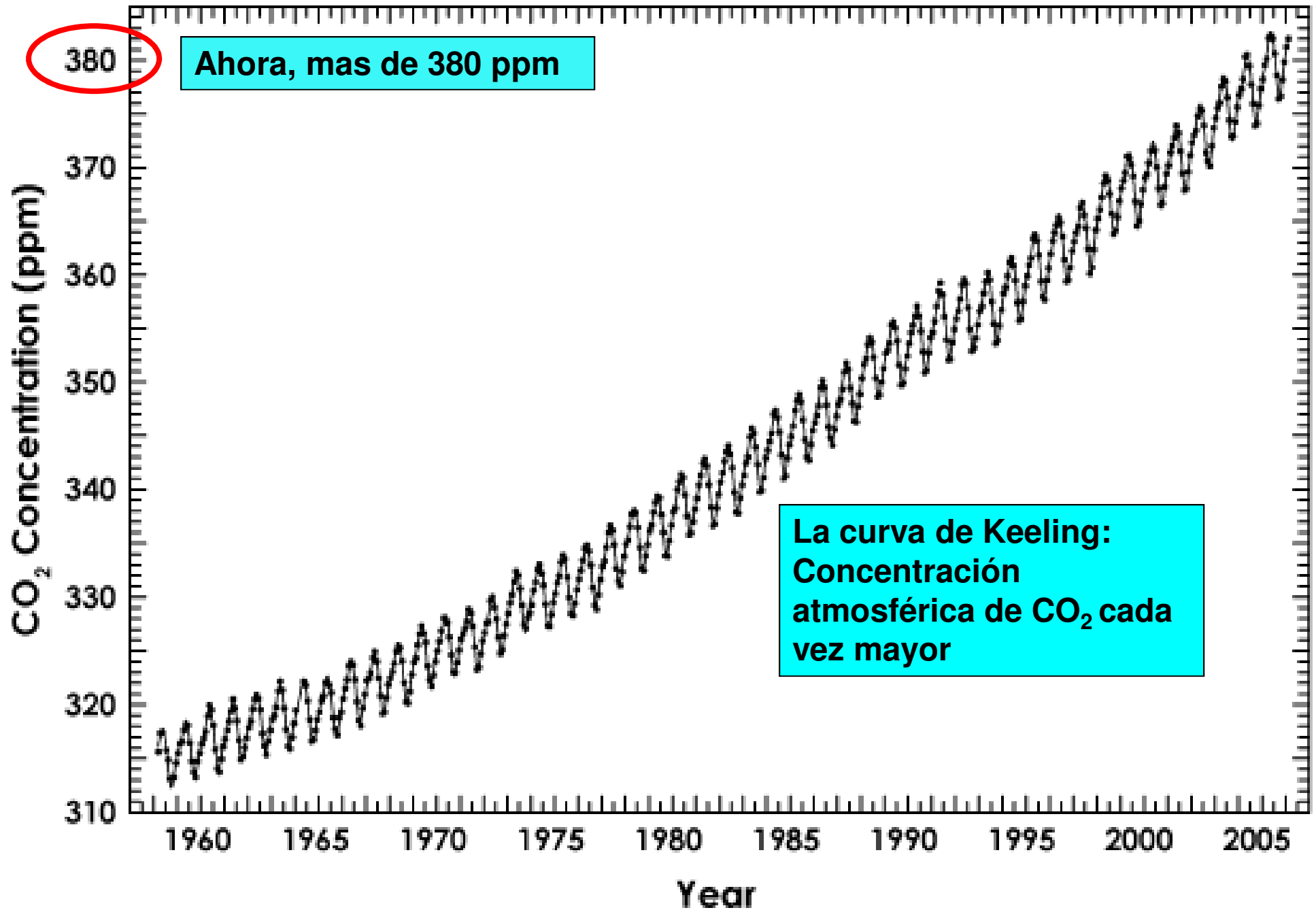
**Fuentes:** ↑ Comb. Fósiles + cemento 7.7    ↑ Deforestación 1.4



**Sumideros:** ↓ Terrestre 3.0    ↓ Absorción por Océanos 2.3    ☁️ Atmósfera 4.1

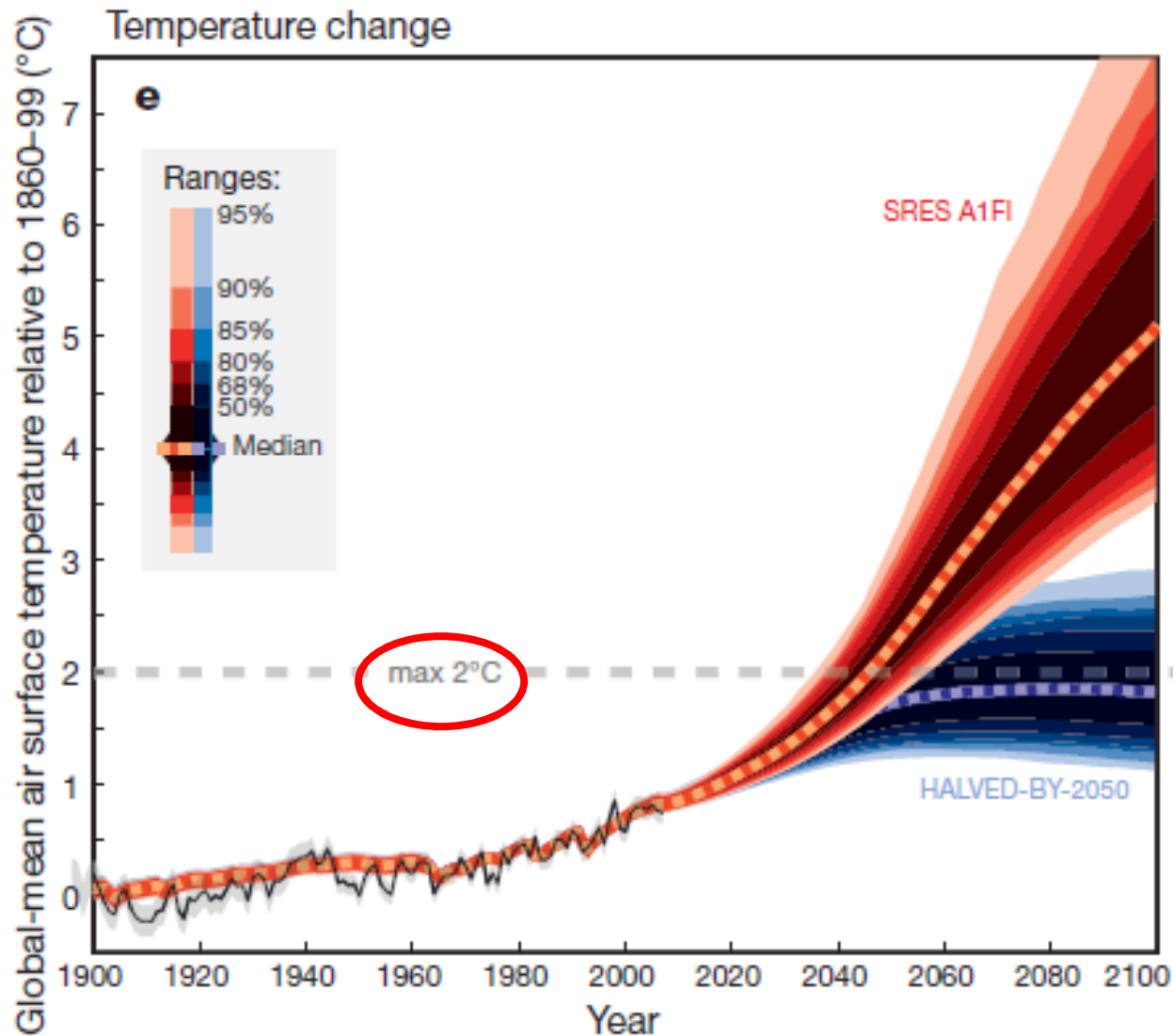
Quere et al. 2009

# Mauna Loa Record





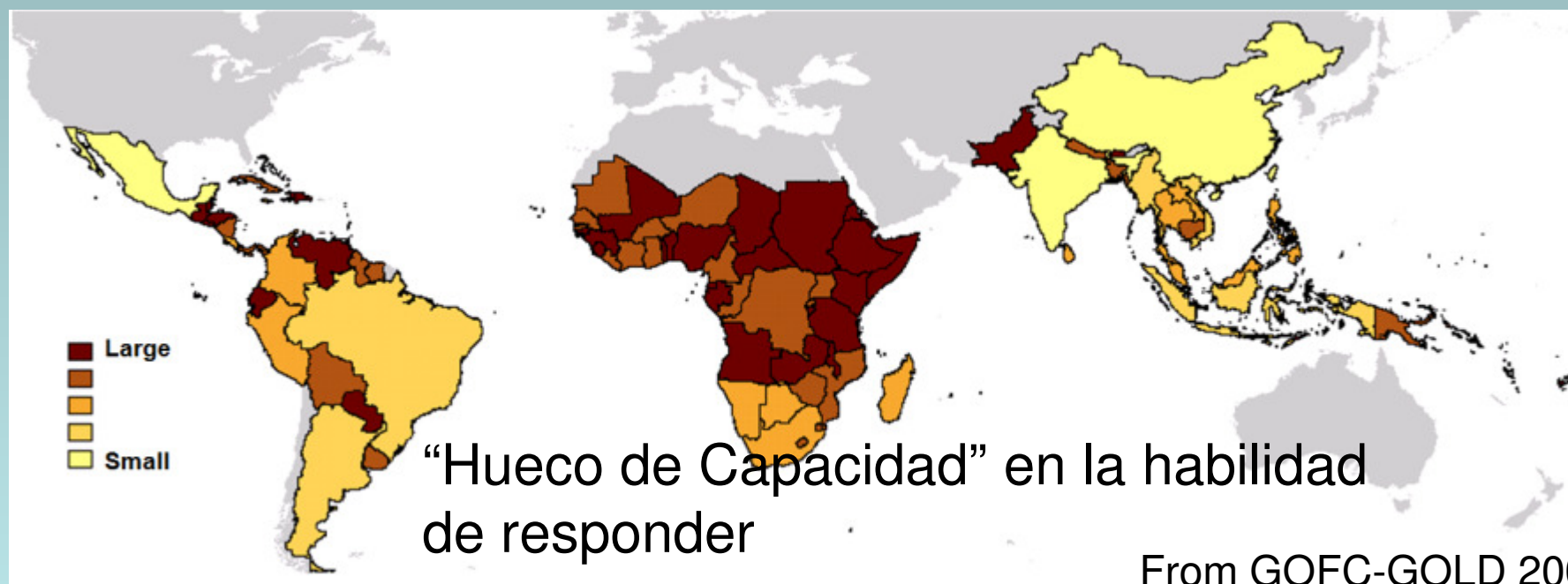
# Promedio de Temperatura Pasada y Proyectada, Con y Sin Medidas de Mitigación



Para mantener el calentamiento global abajo de 2°C, la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico no puede exceder ~500 ppm de CO<sub>2</sub> (ahora es ~385 ppm)

# Surgimiento de un Fuerte Consenso Global: Un Acuerdo Climático Global Debe Incluir....

- REDD
  - Reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal
- REDD+
  - REDD + secuestro de carbono (manejo forestal sostenible)

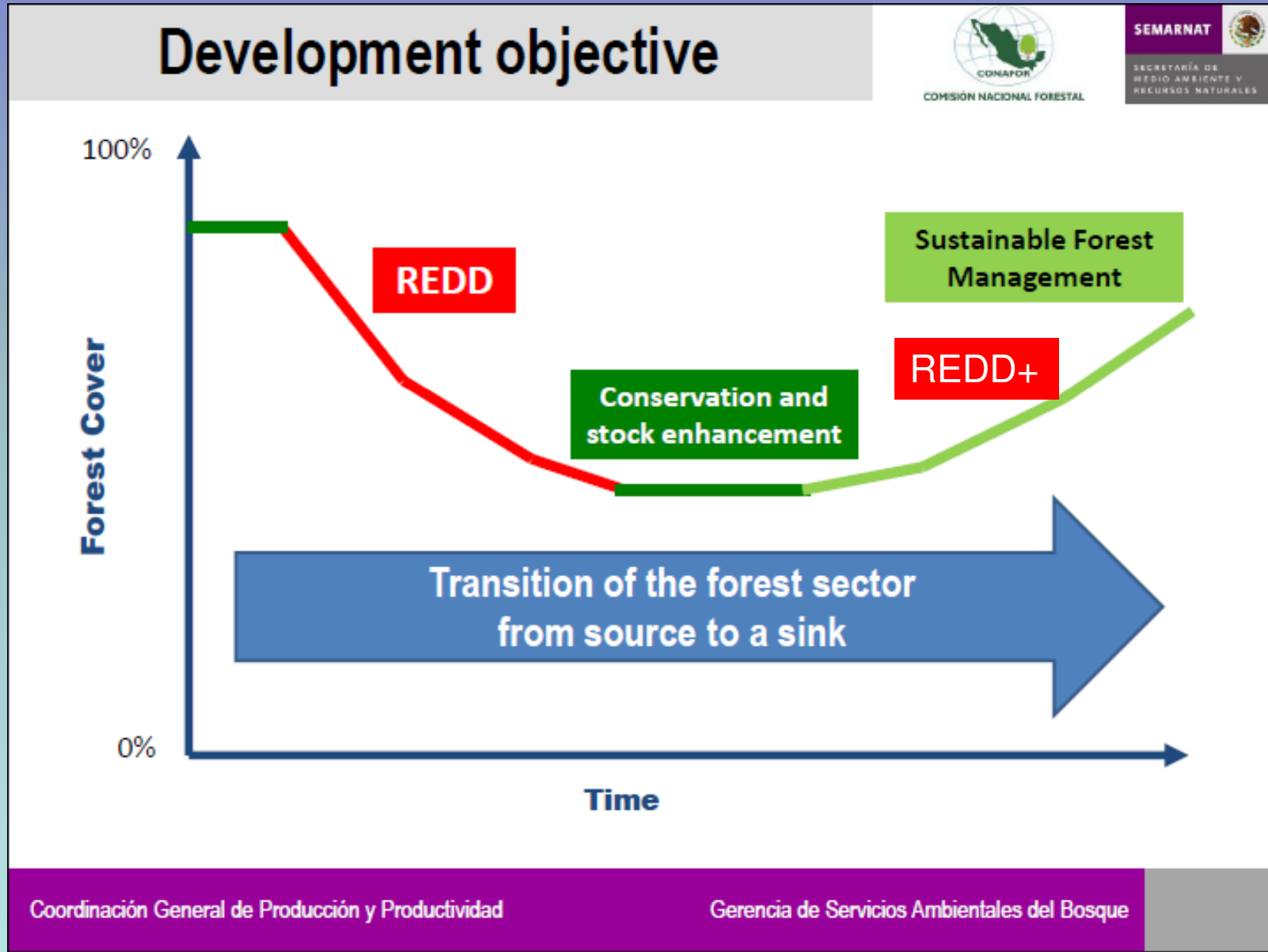


From GOFC-GOLD 2009



# Transición de los bosques en México

(diapositiva cortesía de Armando Alanis de la Rosa)



# Requerimientos del Monitoreo Terrestre para Políticas Climáticas

- Una **red global de observaciones** capaz de verificar las emisiones y sumideros de CO<sub>2</sub>
- Los elementos de infraestructura para el monitoreo del carbono terrestre incluyen:
  - Observaciones satelitales para proveer mapas de emisiones y cambios en la cobertura de la vegetación a escala grande
  - Modelos de ecosistemas y contabilidad de carbono
  - Inventarios a escala nacional
  - Mediciones de alta precisión *in-situ* de los flujos de carbono entre suelos, vegetación y la atmósfera

# El Enfoque “Multi-tier” de Monitoreo: Observaciones Extensivas con Estudios Intensivos de Procesos del Ecosistema



- Sensores remotos
- Inventario nacional forestal
- Modelaje
- Sitios de referencia para validación

# Guías y Requerimientos de Monitoreo



- Existen varias guías, por ejemplo:
  - IPCC “Guías de Buenas Prácticas” y reportes especiales
  - Programas como GEO, GOFC-GOLD, UN-REDD
- Incluir deforestación, degradación forestal y manejo forestal (los métodos pueden ser diferentes)
- Necesidad de flexibilidad para permitir amplia participación, pero los resultados deben ser consistentes
- Necesidad de proyecciones confiables de la línea de base para establecer la adicionalidad



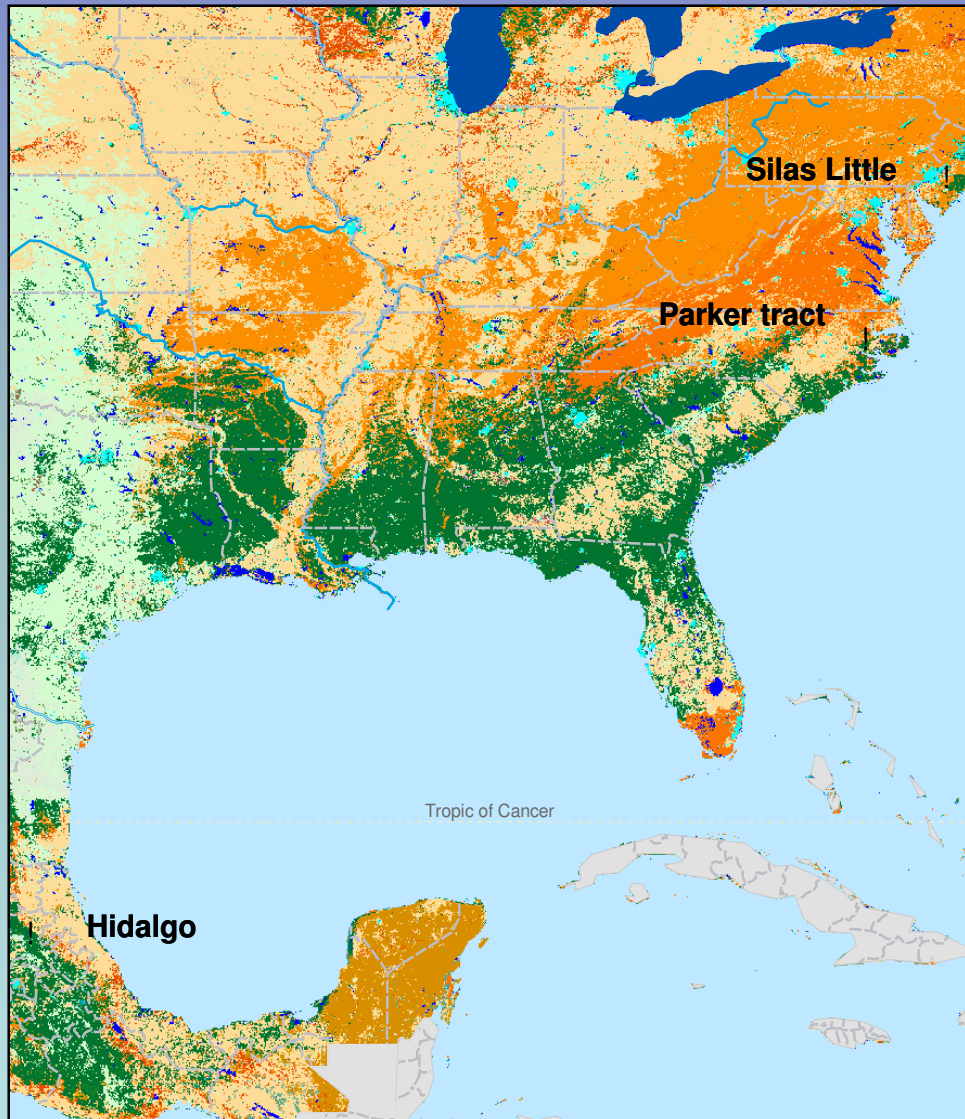
# GEO Forest Carbon Tracker (GEO-FCT)

- Énfasis de sensores remotos
- Metas para *in situ* colección de los datos
  - Coordinada observación de la tierra puede apoyar a MRV: **inventarios forestales y sitios de referencia**
  - Definir estándares y metodologías (“best practices”)
- Países demostradores nacionales
  - Australia
  - **Brazil**
  - Cameroon
  - **Guyana**
  - Indonesia
  - **Mexico**
  - Tanzania
  - **Colombia**
  - **Peru**
  - Congo



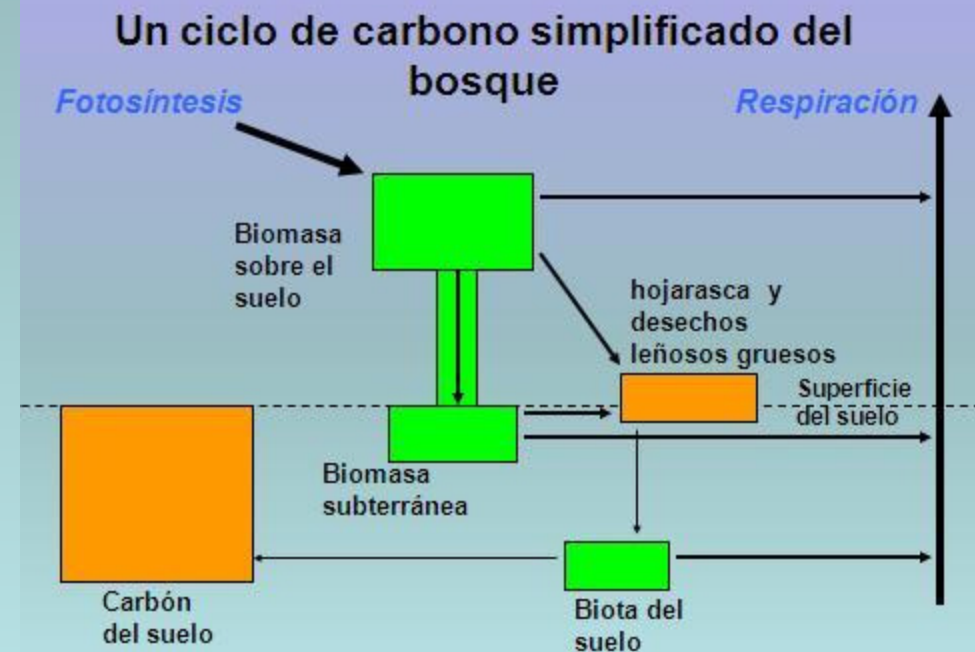
From GEO Work Plan

# Examples of Reference Sites



# Basic Measurements at Reference Sites

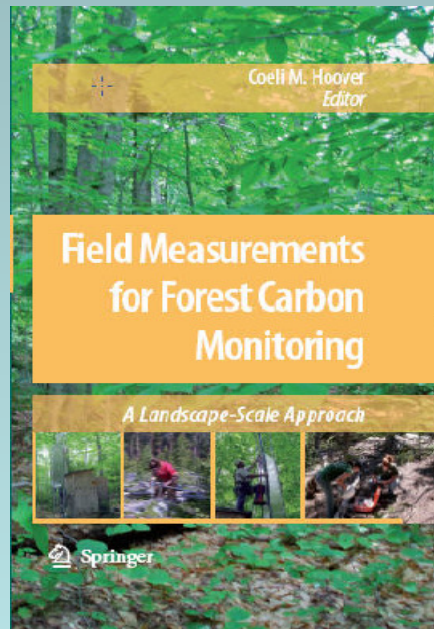
- **Biometrics** – measurements of C pools
- **Eddy flux towers** – monitoring of C exchange between land and atmosphere
- **Remote sensing** – vegetation density and change





# Carbon pools in forest ecosystems

Not shown – carbon in harvested wood products

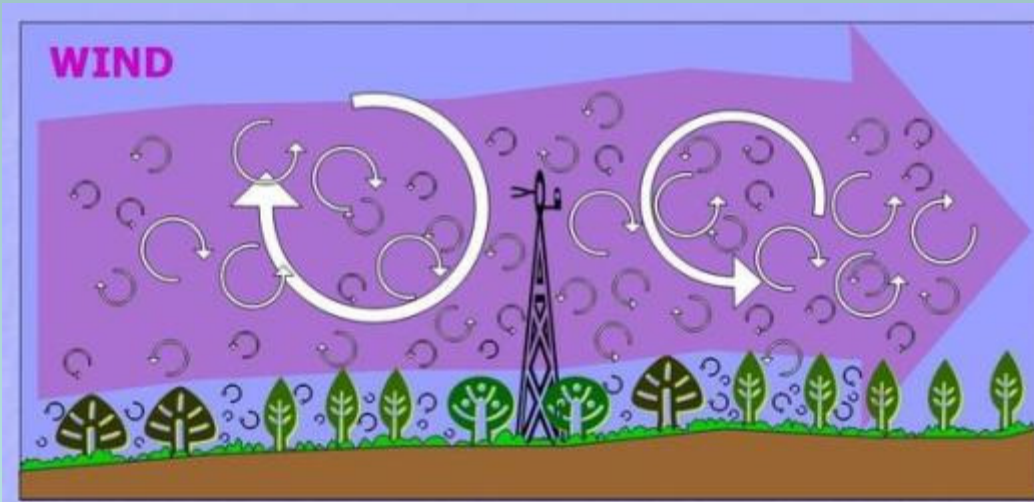


| <b>Detailed measurement and estimation</b> | <b>Summarized estimates for analysis</b> | <b>Summarized estimates for reporting</b> |
|--|--|---|
| Live trees: above-ground                   | Live trees                               | Ecosystem carbon                          |
| Live trees: below-ground                   |  |   |
| Tree seedlings                             | Understory vegetation                    |   |
| Shrubs, herbs, forbs, grasses              |  |   |
| Standing dead trees: above-ground          | Standing dead trees                      |   |
| Standing dead trees: below-ground          |  |   |
| Down dead wood                             | Down dead wood                           |   |
| Stumps and dead roots                      |  |   |
| Fine woody debris                          | Forest floor                             |   |
| Litter                                     |  |   |
| Humus                                      |  |   |
| Soil carbon                                | Soil carbon                              |   |

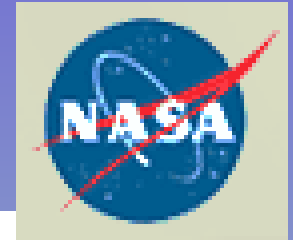


# Eddy flux tower

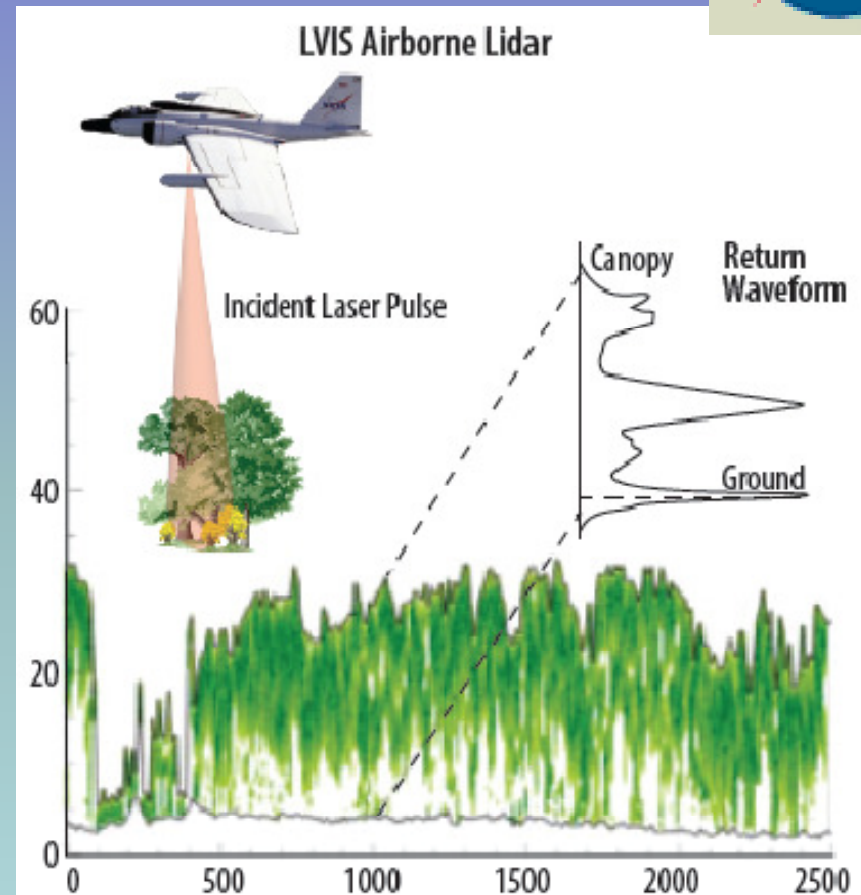
Flux measurements are widely used to estimate momentum, heat, water, and carbon dioxide exchange, as well as exchange of methane and other trace gases



# Sensores Remotos – Lidar



- Ideal como sensor remoto, para analizar con alta resolución la estructura de la vegetación – **puede detectar degradación forestal**
- Puede ser posible adquirir este tipo de imágenes en sitios de referencia
- Un satélite futuro de la NASA(DES Dyni) tendrá imágenes similares pero a menor resolución



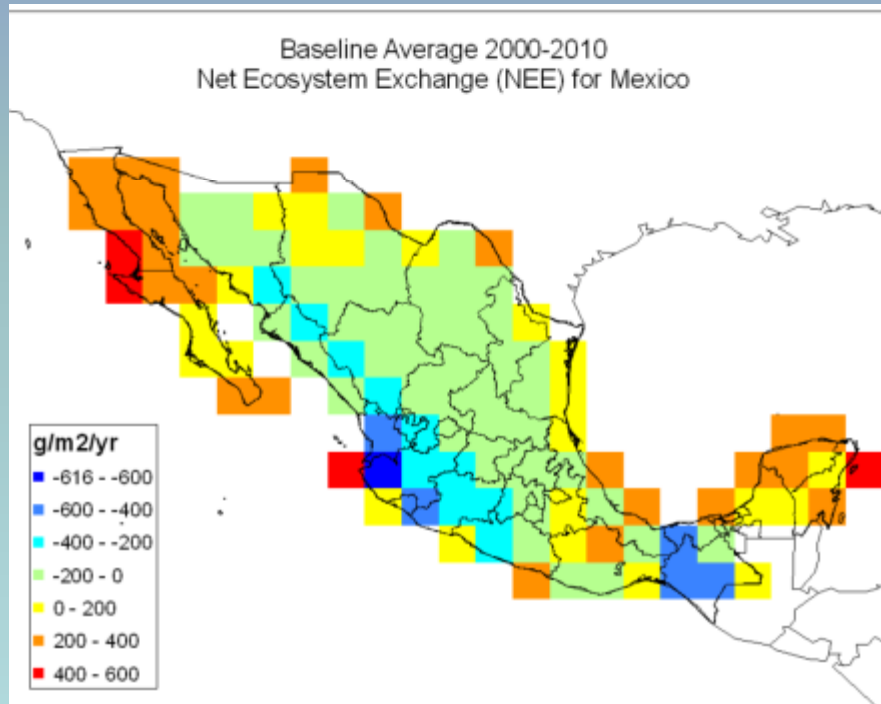
**Figure 1-3:** The Laser Vegetation Imaging Sensor or LVIS instrument is a GSFC scanning full waveform retrieval system that has been extensively used over a variety of targets including Greenland, Arctic sea ice, Antarctica, forest locations in the US, Costa Rica, and elsewhere.

Courtesy of Compton Tucker

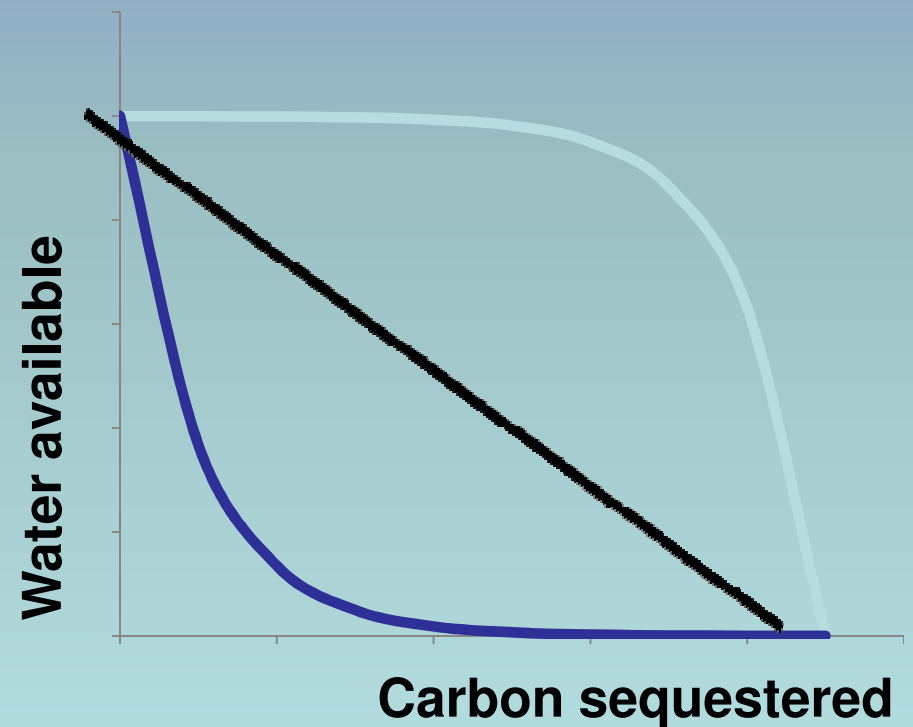
# Principales Productos de Sitios de Referencia

- “Ground truth” – referencia para el manejo, sensores remotos, y contabilidad del carbono
- Parametrizar, calibrar, or validar modelos
- Análisis para el manejo y decisiones sobre políticas del uso de la tierra

# Estimación de *Trade-offs* entre la Capacidad de Carga de Carbono Forestal y Disponibilidad de Agua



**WASSI**





# STUDY SITE CHARACTERIZATION

## *Site characterization is required for:*

- Interpreting observations and understanding processes
- Comparing observations among study sites or with other data sets
- Establishing a basis for extrapolating (or scaling) from the study site to other similar sites or areas

# STUDY SITE CHARACTERIZATION

- **GEOGRAPHIC AND OWNERSHIP DESCRIPTION**
  - Geographic coordinates (lat/long)
  - Ownership
  - Protection status
- **PRESENT LAND USE/LAND COVER**
  - Water
  - Developed – residential
  - Developed - industrial
  - Forest
  - Cropland
  - Grass/field
  - Wetland

# STUDY SITE CHARACTERIZATION

- **FOREST MANAGEMENT**

- clearcut
- partial cutting
- thinning
- site preparation
- regeneration
- fuels management
- fertilization

# STUDY SITE CHARACTERIZATION

- **NATURAL DISTURBANCES**
  - wildfire
  - drought
  - flood
  - weather damage (ice, wind)
  - pest outbreaks
- **HUMAN DISTURBANCES**
  - fire
  - deforestation and/or afforestation
  - timber harvest
  - stand treatments (forest management)
  - grazing
  - introduced species



# STUDY SITE CHARACTERIZATION

- **PRESENT VEGETATION COMPOSITION**

- Required for using site data in models, and for extrapolating results to similar geographic areas
- Include major species and/or species groups, using a common classification system or systems
- May need classify the site classified according to more than one system, to crosswalk from one system to another
- Examples:
  - Forest Inventory and Analysis (FIA) forest types
  - Food and Agriculture Organization (FAO) “forest”
  - International Geosphere/Biosphere Program (IGBP) classification often used with satellite data

# STUDY SITE CHARACTERIZATION

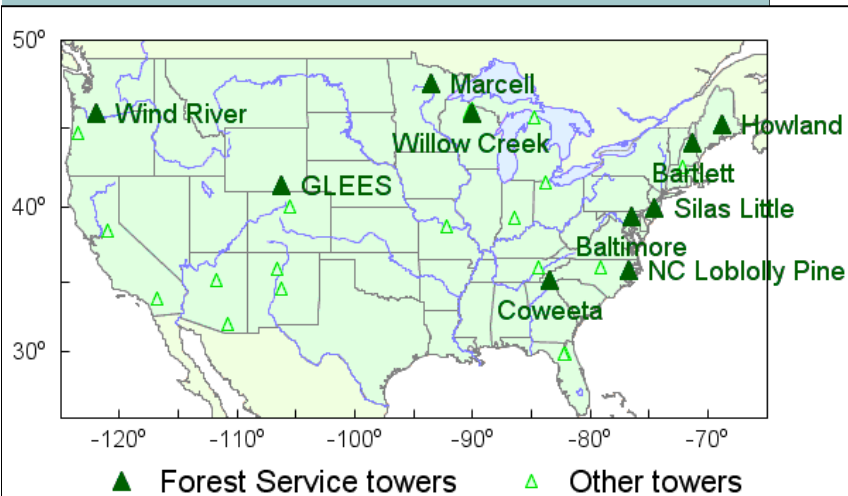
- **FOREST STAND AGE (or time since disturbance)**
  - One of the most important variables affecting all of the carbon pools
- **OTHER IMPORTANT SITE VARIABLES FOR MODELING AND ANALYSIS**
  - TOPOGRAPHY
  - SOILS
  - GEOLOGY
  - CLIMATE AND AIR QUALITY

# Review of Workshop Objectives

1. Learn how to establish and **implement a forest carbon monitoring program** at a network of intensive landscape-scale research sites, and **develop parameter estimates for forest dynamic models** and ecosystem service analyses
2. Develop a proposal for a **Western Hemisphere network of forest carbon monitoring reference or verification sites**, including landscape-scale sampling designs, measurement protocols, and integration with remote sensing and models.

# Sitios de Referencia Propuestos en México y Los Estados Unidos, y Otros Países

- El Ocote, Chiapas
- Marques de Comillas, Chiapas
- Lagunas de Pom y Terminos, Campeche
- Bosque Nuboso Tropical de Montaña, Oaxaca
- La Mojonera y Atopixco, Hidalgo
- Matorrales de China, Nuevo León
- Cuenca de Atecuaro, Michoacán



La disponibilidad de datos es similar – puede ser una oportunidad para coordinar estos sitios bajo el auspicio de GEO-FCT



# Summary and Review

- Forests represent significant opportunities for reducing emissions or increasing sequestration
- There is a need for consistent measurement, reporting, and verification (MRV) to support REDD and REDD+
- Consistent study site characterization is essential for coordination among countries
- We have an opportunity for collaboration to establish a network of “reference sites”

# Thank You!

**Managing the atmosphere** by managing emissions and ecosystems.

