

# Inventarios Regionales y Modelación del Carbono

## CASO ESTADO DE MÉXICO





## ÍNDICE

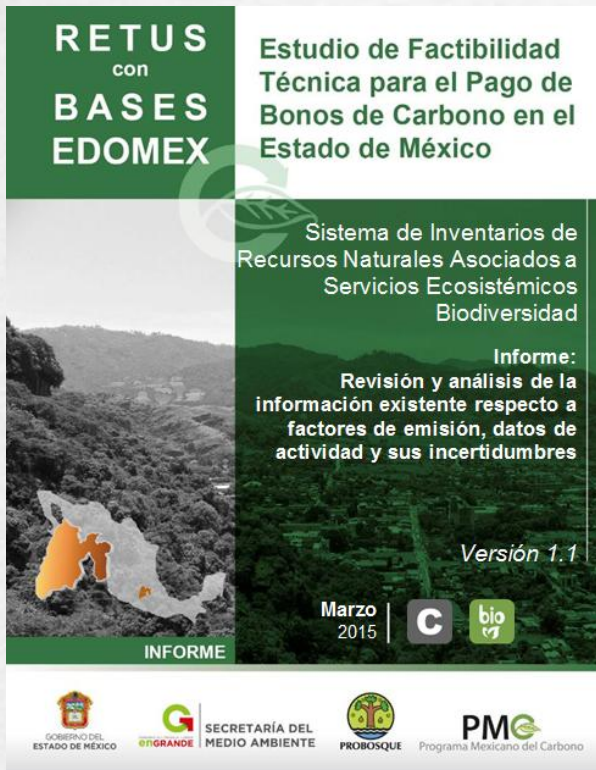
MARCO GEOESTADÍSTICO Y  
DATOS DE ACTIVIDAD

FACTORES DE EMISIÓN

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN  
DE UN ESQUEMA DE  
MUESTREOS EN EL ESTADO  
DE MÉXICO

PASOS HACIA LA  
MODELACIÓN DEL CARBONO

# Introducción



El proyecto “Desarrollo del Mercado de Reducción de Emisiones de GEI de Todos los Usos del Suelo con Biodiversidad Armonizada a Servicio Ecosistémicos y con Impacto Social en el Estado de México” (RETUS con BASES - EDOMEX), plantea:

- ❑ El diseño y la implementación de un esquema de **Inventarios** asociados a Servicios Ecosistémicos (Carbono y Agua) y Biodiversidad.
- ❑ El desarrollo de **modelos** para el estudio de la dinámica del carbono de los ecosistemas del Estado de México.

# Contexto

- Convención Marco de las Naciones Unidas ante el Cambio Climático (CMNUCC) para mitigar los efectos asociados al cambio climático o para adaptarse a ellos.
- Los acuerdos de la CoP 16 (Cancún) definieron una arquitectura financiera para la implementación del esquema REDD+ a la escala nacional y subnacional.
- Los esquemas tipo REDD+ fueron rectificadas, a fin de incluir todos los usos del suelo (RETUS) en las evaluaciones de reducción de emisiones de GEI.

# Contexto

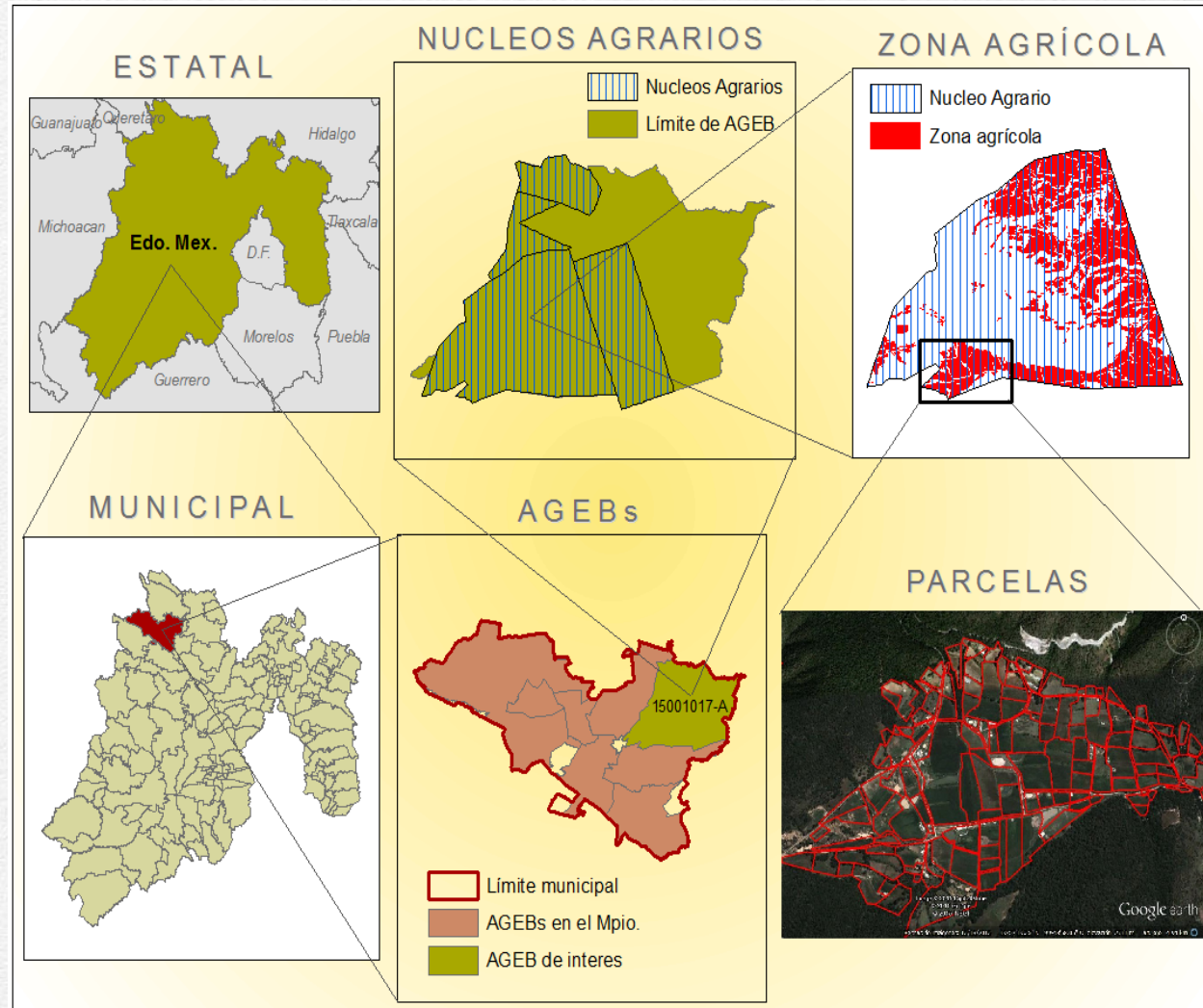
- Los servicios ecosistémicos y la biodiversidad, deben considerarse en relación a los territorios o paisajes, para generar pagos adicionales o diferenciados en el mercado del carbono.
- RETUS con BASES permite una visión holística de generación de políticas públicas armonizadas a los Objetivos del Milenio, la CMNUCC y la Convención de Biodiversidad de Naciones Unidas
- El Estado de México se proyecta como un posible actor mundial en una nueva visión del uso y conservación de los recursos naturales, bajo la perspectiva multi-funcional que plantea el proyecto RETUS con BASES

# Marco Geoestadístico y Datos de Actividad

Dra. Ma. Isabel Marín

## Marco Geoestadístico

- Integra los mapas de la división territorial.
- Considera un esquema anidado desde la escala local hasta la escala estatal y nacional
- Permite que los resultados generados tengan impacto en todos los niveles.



## Datos de Actividad

Constituyen el registro de la magnitud de las actividades humanas que resulten en emisiones/remociones durante un periodo de tiempo.

Los DA pueden ser de tres tipos:

1. Área neta de usos del suelo para varias categorías del Uso de la tierra. No monitoreo los cambios de uso.
2. Realiza un seguimiento a la conversión de los usos del suelo en una manera no-espacial.
3. Realiza un seguimiento a los cambios en el Uso del Suelo de una manera espacialmente implícita.

Categorías de análisis para el Estado de México:

Uso del Suelo  
y Vegetación

Actividad  
agrícola

Actividad  
pecuaria

Actividad  
forestal

Categorías de  
cambio de uso  
del suelo



## Datos de Actividad

### Uso del Suelo y Vegetación

Se cuenta con cuatro fuentes principales de información cartográfica, en relación con los Usos del Suelo y Vegetación (USV) del Estado de México.

Fuente	Escala	Cobertura	Formato	Año base
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	1:250,000	Nacional	Shapefile	1993, 2002, 2007 y 2011
Programa Mexicano del Carbono (PMC)	1:50,000	Estatad	Shapefile	2002, 2007, 2011 y 2014
Protectora de bosques del estado de México (PROBOSQUE)	1:50,000	Estatad	Shapefile	2010
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)	1:1,000,000	Nacional	Shapefile	1999

## Datos de Actividad

## Uso del Suelo y Vegetación

### Cobertura de los USV por fuente

Categoría de USV	Superficie (ha)				% ocupación estatal			
	Serie VI <sup>†</sup>	Serie VI <sup>†</sup>	Inventario	CONABIO	Serie VI <sup>†</sup>	Serie VI <sup>†</sup>	Inventario	CONABIO
	1:250,000	1:50,000	Forestal		1:250,000	1:50 000	Forestal	
Agricultura	1,017,931.52	647,064.54	960,219.61	1,334,949.59	45.80	29.11	42.72	60.06 <sup>†</sup>
Bosque	620,518.54	762,894.31	706,945.64	674,562.96	27.92	34.32	31.45	30.35
Matorral	14,720.99	7,672.30	18,319.13	23,348.05	0.66	0.35	0.82	1.05
Otros tipos de vegetación	4,742.23	3,559.32	9,628.89	20,793.08	0.21	0.16	0.43	0.93
Pastos	314,952.72	501,504.67	209,748.68	7,094.05	14.17	22.56	9.33	0.32
Selva	113,950.46	143,589.33	128,716.92	119,655.21	5.13	6.46	5.73	5.38
Otros	135,841.14	156,373.21	213,984.08	42,253.22	6.11	7.04	9.52	1.9

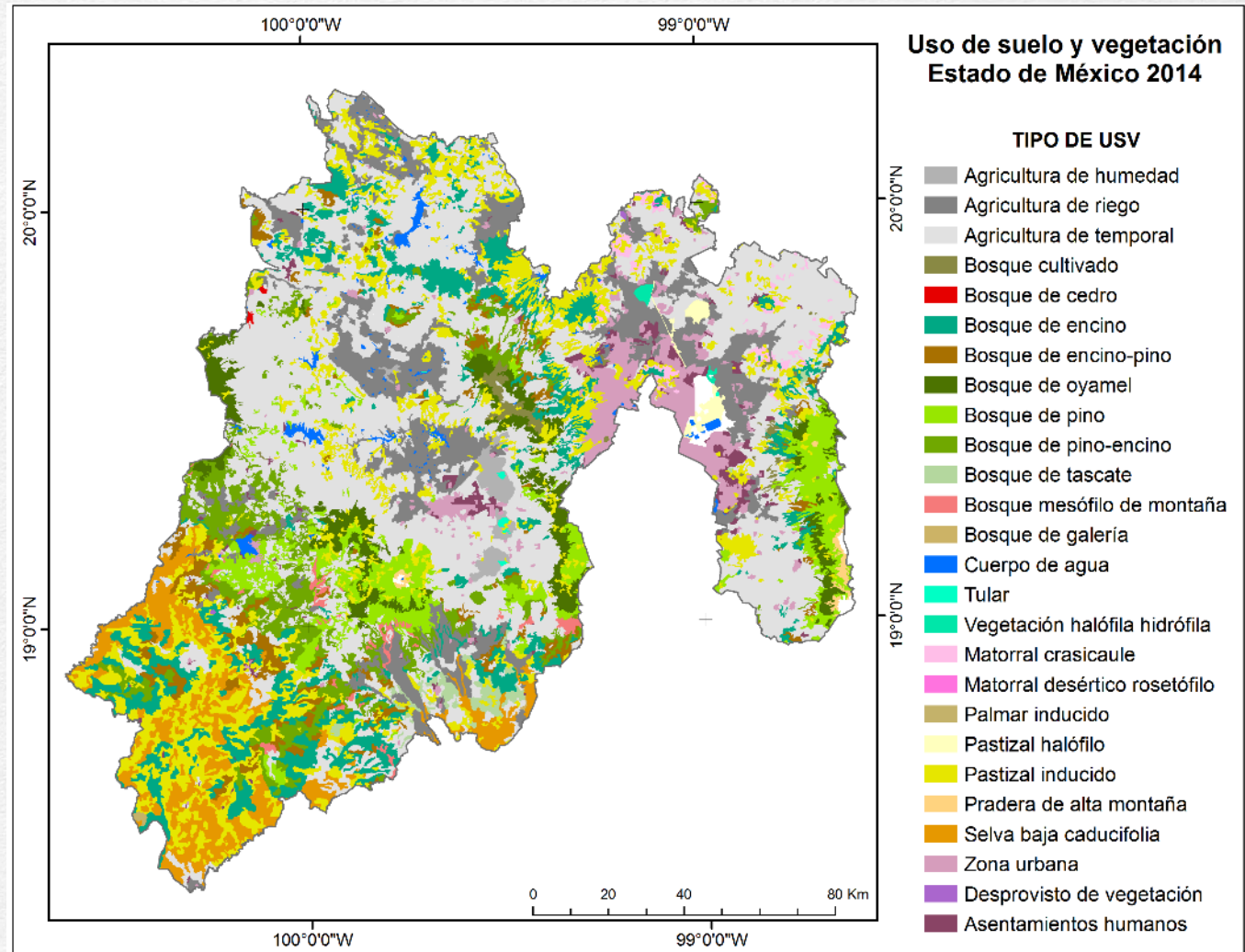
† Este valor incluye también a las categorías pecuario (pastizal cultivado) y forestal (plantaciones forestales). A esto puede atribuirse que sea mayor que en las otras fuentes.

‡ Para el caso de las series de USV (escalas 1:250,000 y 1:50,000), se presentan únicamente los resultados del mapa más reciente, Serie VI (año base 2014)

# Datos de Actividad

## Uso del Suelo y Vegetación

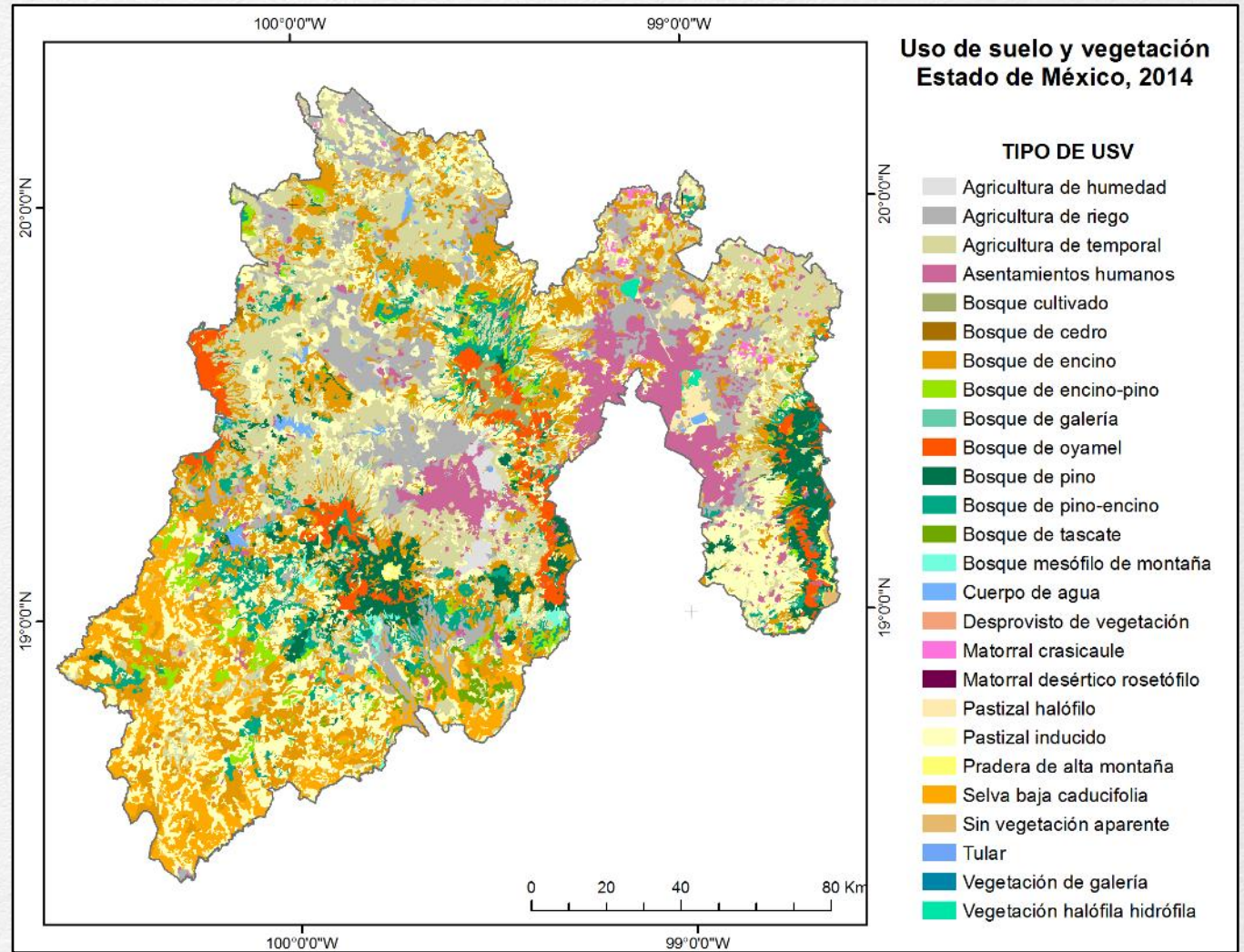
Serie VI,  
escala  
1:250,000



# Datos de Actividad

## Uso del Suelo y Vegetación

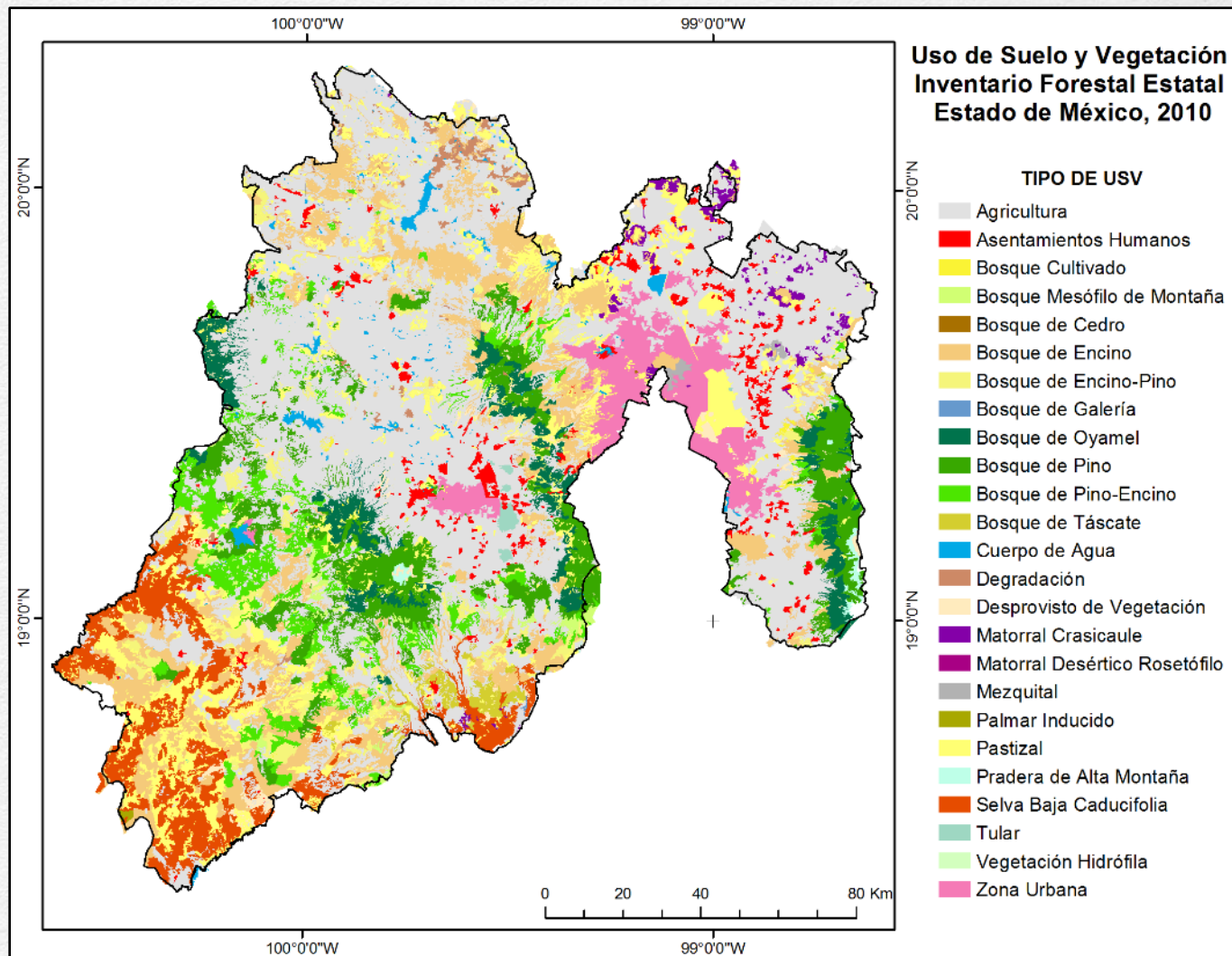
Serie VI,  
escala  
1:50,000



# Datos de Actividad

## Uso del Suelo y Vegetación

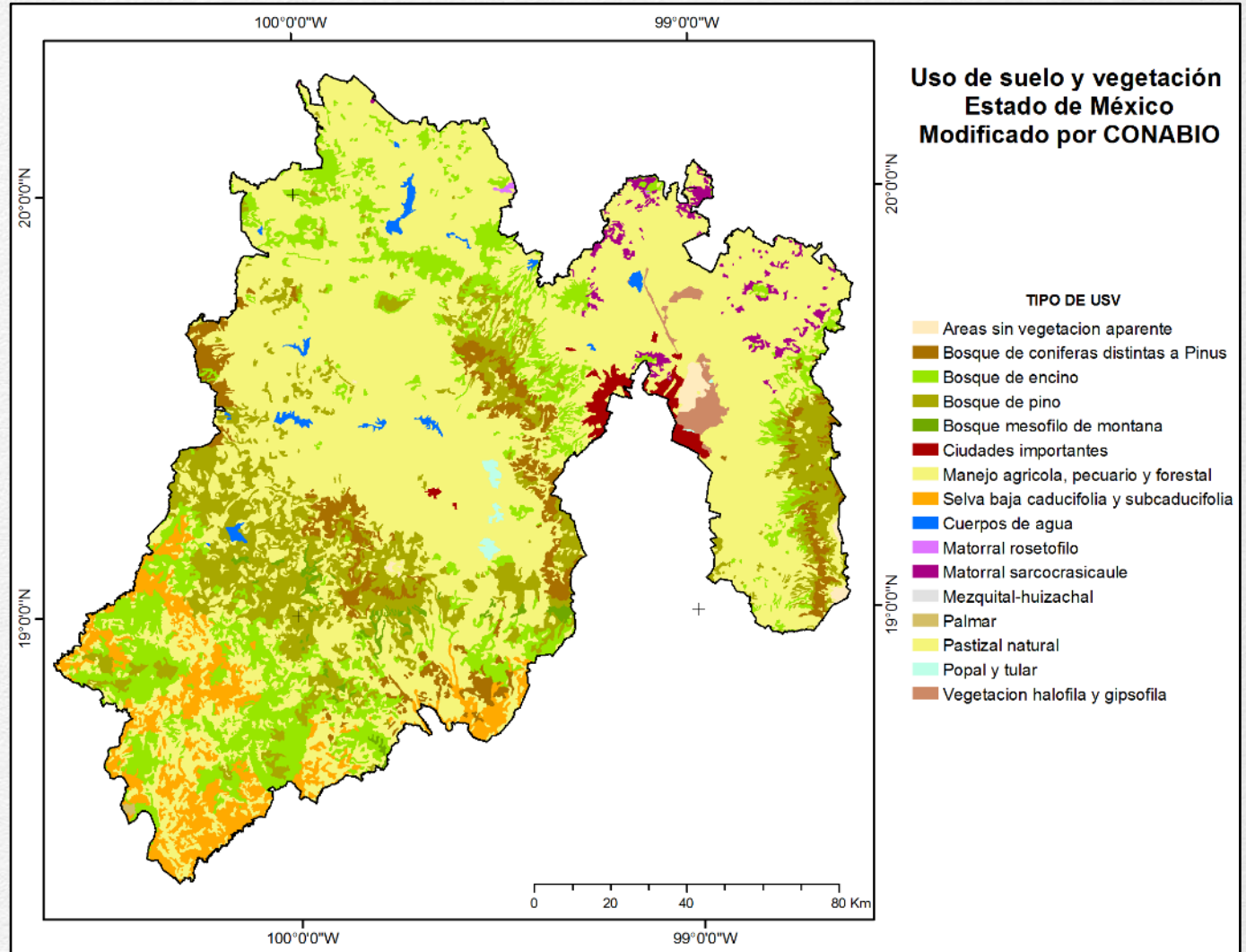
### Inventario E estatal Forestal



# Datos de Actividad

## Uso del Suelo y Vegetación

USV  
Modificado  
por  
CONABIO



## Datos de Actividad

## Actividad agrícola

### Disponibilidad de información

Fuente	Contenido	Formato	Período de tiempo
Base Agrícola PROCAMPO (SAGARPA, 2010)	Superficie agrícola por categoría de cultivos; superficie agrícola por ciclo productivo, Primavera-Verano y Otoño-Invierno	Shapefile	2009
Base de Cultivos Perennes (PMC, no publicado)	Distribución geográfica de cultivos perennes	Shapefile	2008
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (SAGARPA, 2015)	Resumen histórico de la superficie agrícola total en el Estado de México; Resumen histórico de la superficie agrícola estatal, por categoría de cultivo y régimen hídrico.	.xls Base de datos	2003-2013
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015)	Resumen histórico de la superficie agrícola sembrada y cosechada en el Estado de México (ha)	.xls Base de datos	1994-2011
Sistema estatal y municipal de base de datos (SIMBAD) (INEGI, 2015)	Resumen histórico del volumen de producción agrícola en el Estado de México (ton)	.xls Base de datos	1994-2012

### Cobertura estatal de la Actividad Agrícola

Fuente	Superficie cosechada (ha)	% de cobertura estatal	Año base
Base Agrícola PROCAMPO	135,073.93	6.08	2009
Base de Cultivos Perennes	1,095.29*	0.05	2008
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)	852,542.82	38.36	2013
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	668,583	30.08	2011



## Datos de Actividad

## Actividad pecuaria

### Disponibilidad de información

Fuente	Contenido	Formato	Período de tiempo
Programa PROGAN 2011 (SAGARPA, 2012)	Distribución y cobertura estatal de las unidades de producción pecuaria apoyadas por el PROGAN 2011 (bovinos, bovinos leche; ovinos, caprinos)	Shapefile	2011
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (SAGARPA, 2015)	Producción (ton, litro), precio (pesos por unidad de medida), valor de la producción (miles de pesos), animales sacrificados (cabezas) y peso (kilogramo) de los siguientes productos: a) Ganado, ave y guajolote en pie; b) Carne en canal; c) Producción de leche; d) Cera en greña, Huevo para plato, Lana sucia y Miel	.xls Base de datos	1980-2013

## Datos de Actividad

## Actividad pecuaria

### Cobertura estatal de la Actividad Pecuaria

Ganado	No. de UPPs	Superficie Total (ha)	Superficie Ganadera (ha)	No. Vientres apoyados
Bovinos	3,900	120,546.37	114,903.79	30,895
Bovinos Leche	4,680	15,909.15	11,871.75	49,664
Ovinos	5,415	43,999.15	37,583.20	192,993
Caprinos	432	25,164.81	23,724.35	19,516

Fuente: PROGAN, 2011

- La actividad forestal en la entidad ha sido promovida, principalmente, por dos dependencias gubernamentales: la Protectora de Bosques (PROBOSQUE) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).
- El análisis de la actividad forestal, sus dinámicas y tendencias históricas, son de interés primordial al presente proyecto, debido a que esta actividad se desarrolla directamente en la superficie ocupada por la masa forestal, cuyos reservorios de carbono son el objeto de estudio principal del presente proyecto.

## Datos de Actividad

## Actividad forestal

### Actividad Forestal promovida por PROBOSQUE

Programa	Operación	Superficie apoyada 2014 (ha)	% Estatal
Programa de Reforestación y Restauración de Microcuencas (PRORRIM)	2006-2008, 2010-2014	4,973.0	0.22
	2007-2014	9,035.4	0.4
Pago por servicios ambientales PSAH	2008-2014	76,581	3.45
Programa de manejo forestal (PMF)	2003-2014	8,570.30	0.39
Reconversión productiva	2012-2014	2,990.91	0.13
Reconversión productiva "Nevado de Toluca"	2014	914.64	0.04

### Actividad Forestal promovida por CONAFOR

- Al respecto, se presentan los resúmenes de la superficie elegible (superficie con potencial de ser apoyada) en 2015 por los programas permanentes de esta dependencia.

---

Programa	Superficie elegible en 2015 (ha)	% estatal
Plantaciones forestales comerciales	111,231.228	5.004
Manejo forestal maderable	405,765.115	18.256
Manejo forestal no maderable	425,391.906	19.139
Servicios ambientales	317,104.337	14.267

---

### Actividad Forestal promovida por CONAFOR

Superficie elegible de programas no permanentes, en su último año de operación

Programa	Última operación	Superficie elegible (ha)	% estatal
Programa de Reforestación	2012	1,168,112.92	52.55
Programa de Restauración y Conservación de Suelos	2012	497,945.61	22.40
Programa Especial de Restauración Forestal de Microcuencas en Zonas Prioritarias	2012	381,899.60	17.18
Programa de Restauración Forestal	2013	393,410.72	17.70
Programa de Restauración de Cuencas Prioritarias	2015	788,637.02	35.48
Programa de Restauración y Reconversión Productiva	2014	760,320.34	34.21
Programa de Restauración Forestal Integral y Complementaria	2015	900,144.03	40.50
Programa de Compensación Ambiental por Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	2015	943,894.88	42.47

## Datos de Actividad

## Categorías de cambio de uso del suelo

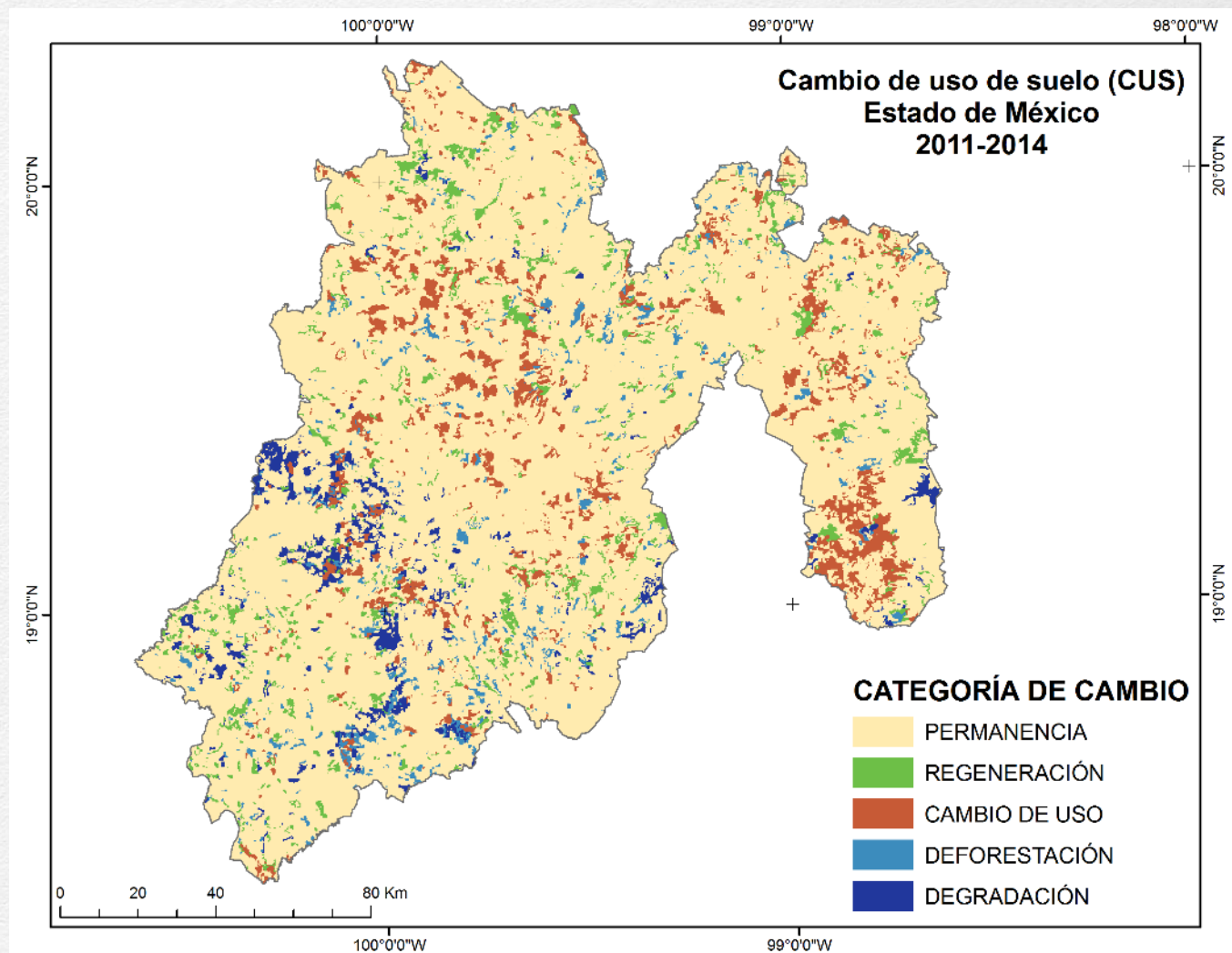
Cambio de Uso del Suelo (CUS) en el periodo 2002-2014, con base en los mapas de USV (escala 1:50,000) del PMC.

Categoría de cambio	Periodo de análisis					
	2002-2007		2007-2011		2011-2014	
	Superficie (ha)	% estatal	Superficie (ha)	% estatal	Superficie (ha)	% estatal
PERMANENCIA	1,853,220.99	83.38	1,644,155.42	73.97	1,842,933.34	82.9
REGENERACIÓN	126,845.61	5.71	174,858.82	7.87	102,082.75	4.5
CAMBIO DE USO	106,095.31	4.77	158,508.58	7.13	157,002.31	7.06
DEFORESTACIÓN	105,757.80	4.76	167,546.21	7.54	57,694.60	2.59
DEGRADACIÓN	30,737.95	1.38	77,588.64	3.49	62,944.68	2.83

## Datos de Actividad

## Categorías de cambio de uso del suelo

Mapeo del Cambio de Uso del Suelo (CUS) en el periodo 2002-2014





# Estimación de Factores de emisión por uso del suelo y vegetación

M.C. Fabiola Rojas García



# REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE DE FACTORES DE EMISIÓN

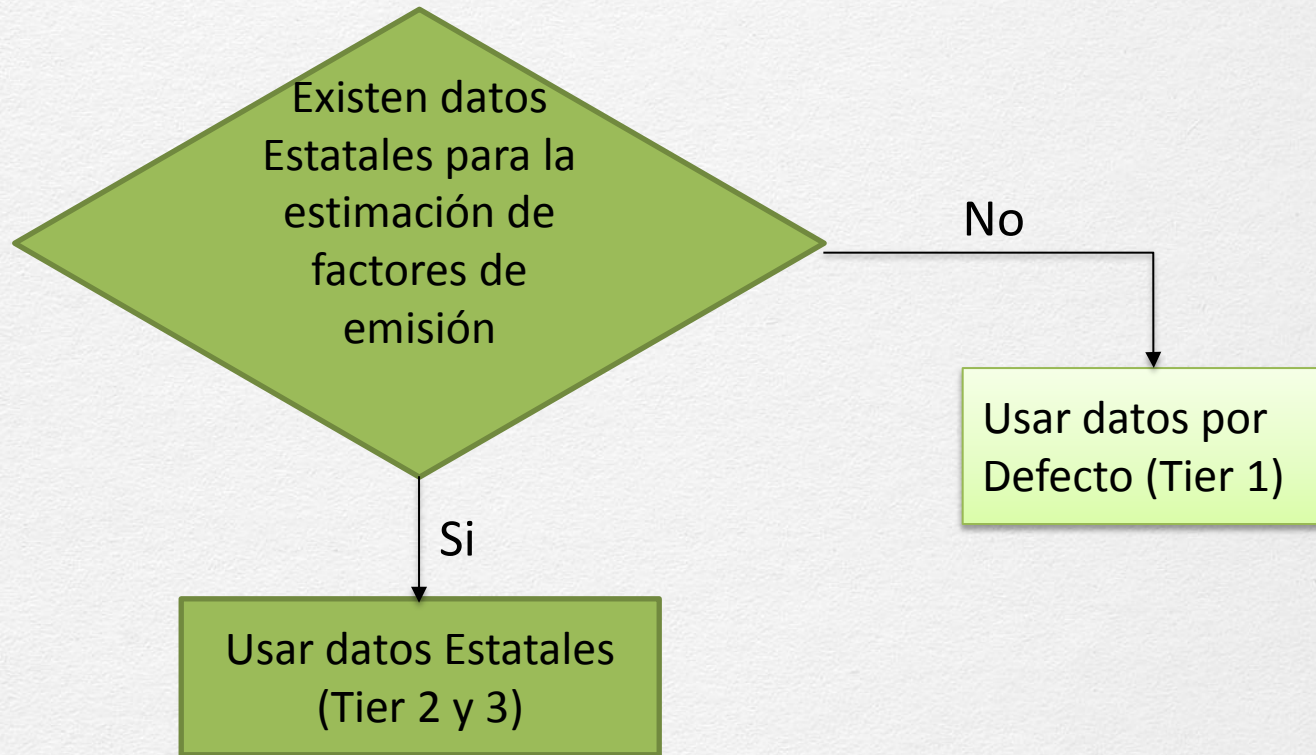
Las emisiones antropogénicas de GEI pueden ser estimadas de manera aislada o mediante combinaciones de enfoques complementarios

i) contabilidad de tipo “abajo hacia arriba”, por inventarios, basada en la recopilación estadística de los datos de la actividad y de los factores regionales de emisión

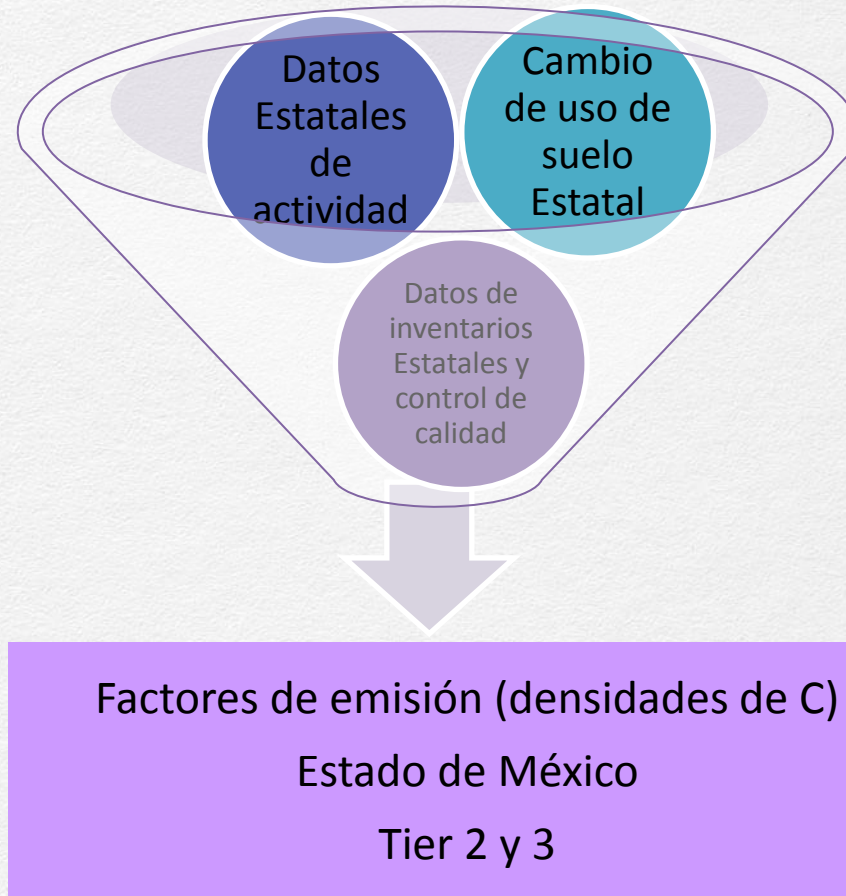
ii) contabilidad de tipo “arriba hacia abajo”, basada en datos atmosféricos, que usa relaciones de mezcla globales y modelización inversa



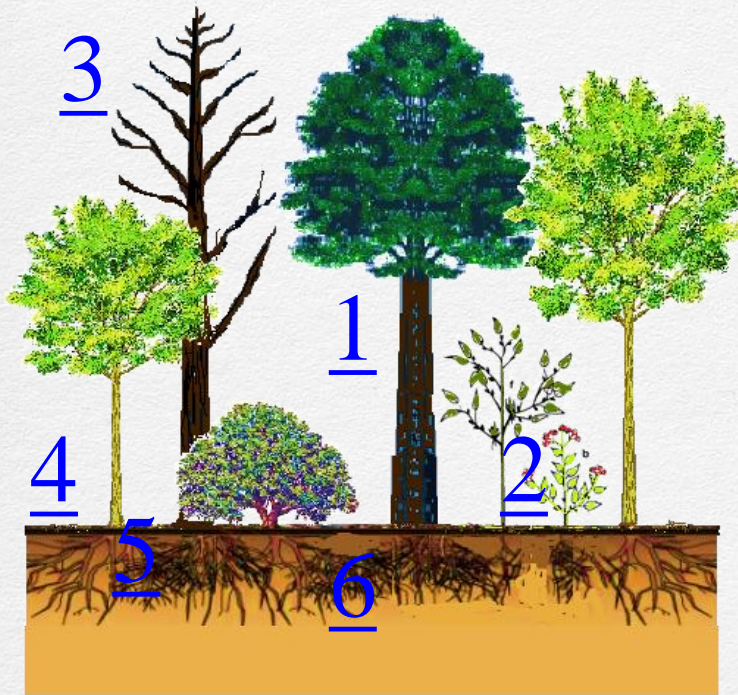
RETUS con BASES EDOMEX se basó en el enfoque de tipo “abajo hacia arriba” con el propósito de recopilar una base de datos que abordara las contribuciones sectoriales y regionales.



# Análisis efectuados para construir factores de emisión



# Métodos para estimar densidades de carbono por uso de suelo y vegetación en el Estado de México



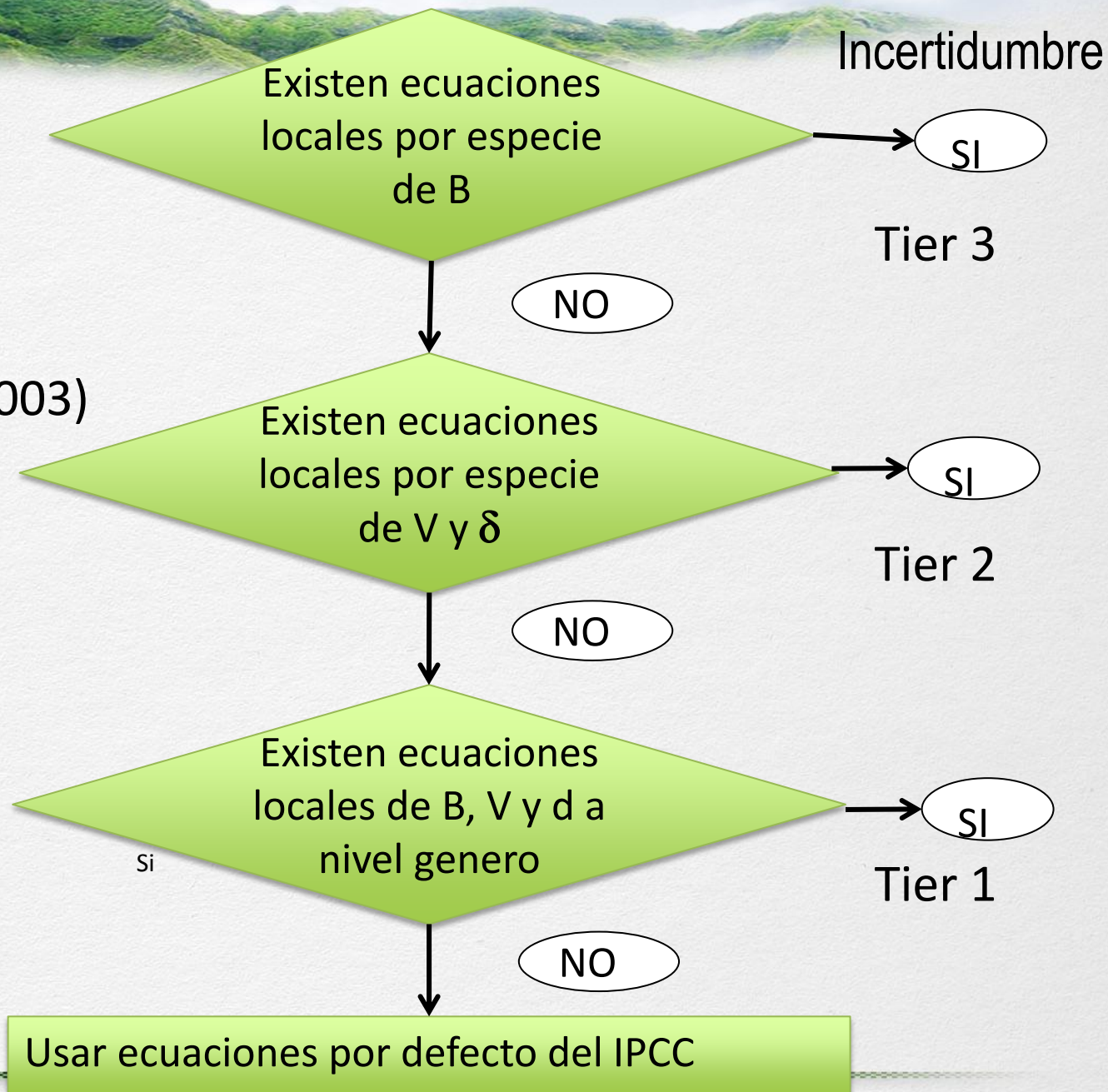
Los almacenes de C que se cuantificaron son:

- 1) biomasa aérea forestal
- 2) biomasa aérea de herbáceas y arbustos
- 3) biomasa muerta sobre el suelo constituida por árboles muertos y leña
- 4) mantillo en la capa de hojarasca
- 5) mantillo en la capa de horizonte de fermentación
- 6) suelo

Guía de Buenas Prácticas del IPCC, 2003

# Biomasa aérea

Guías de Buenas Prácticas del IPCC (2003)



# Biomasa muerta sobre el suelo

Ecuaciones alométricas generales para cada tipo de vegetación

## Densidad de la madera por estado de descomposición, para géneros

Género	Estado de descomposición		
	Fresco (0, 1, 2)	Intermedio (3)	Podrido (4,5)
<i>Abies</i>	$0.538 \pm 0.040$	$0.500 \pm 0.040$	$0.318 \pm 0.039$
<i>Pinus</i>	$0.420 \pm 0.014$	$0.332 \pm 0.010$	$0.255 \pm 0.014$
<i>Quercus</i>	$0.589 \pm 0.019$	$0.456 \pm 0.017$	$0.258 \pm 0.013$

La densidad de madera esta expresada en  $\text{g/cm}^3$

Fuente: Navarrete, 2006.



Se multiplica la biomasa total de cada transecto por el valor de contenido de carbono, estimado en laboratorio, con el uso de TOC

# Mantillo



capa de  
hojarasca.

horizonte de  
fermentación

Se estimó el volumen ocupado por cada capa, de conformidad con las medidas del cuadrante de obtención de la muestra y su profundidad.

Se dividió el peso seco estimado entre el volumen de la muestra, para conocer la densidad del mantillo.

Se multiplicó la densidad de las capas del mantillo por el contenido de carbono asociado a estos almacenes (Orihuela *et al.*, 2013).



# Suelo

INFyS

Norma Oficial Mexicana  
NOM-021-SEMARNAT-2000.

Se multiplicó el porcentaje de C estimado en laboratorio, por la densidad aparente de acuerdo con cada tipo de vegetación y la profundidad de la muestra.



# Carbono total

Sumatorias del C almacenado en la biomasa aérea, la biomasa muerta sobre el suelo, la capa de hojarasca, el horizonte de fermentación y el suelo de cada unidad de muestreo evaluada.

Los valores resultado de C total se escalaron a hectárea a fin de conocer los almacenes de C total para las unidades de vegetación

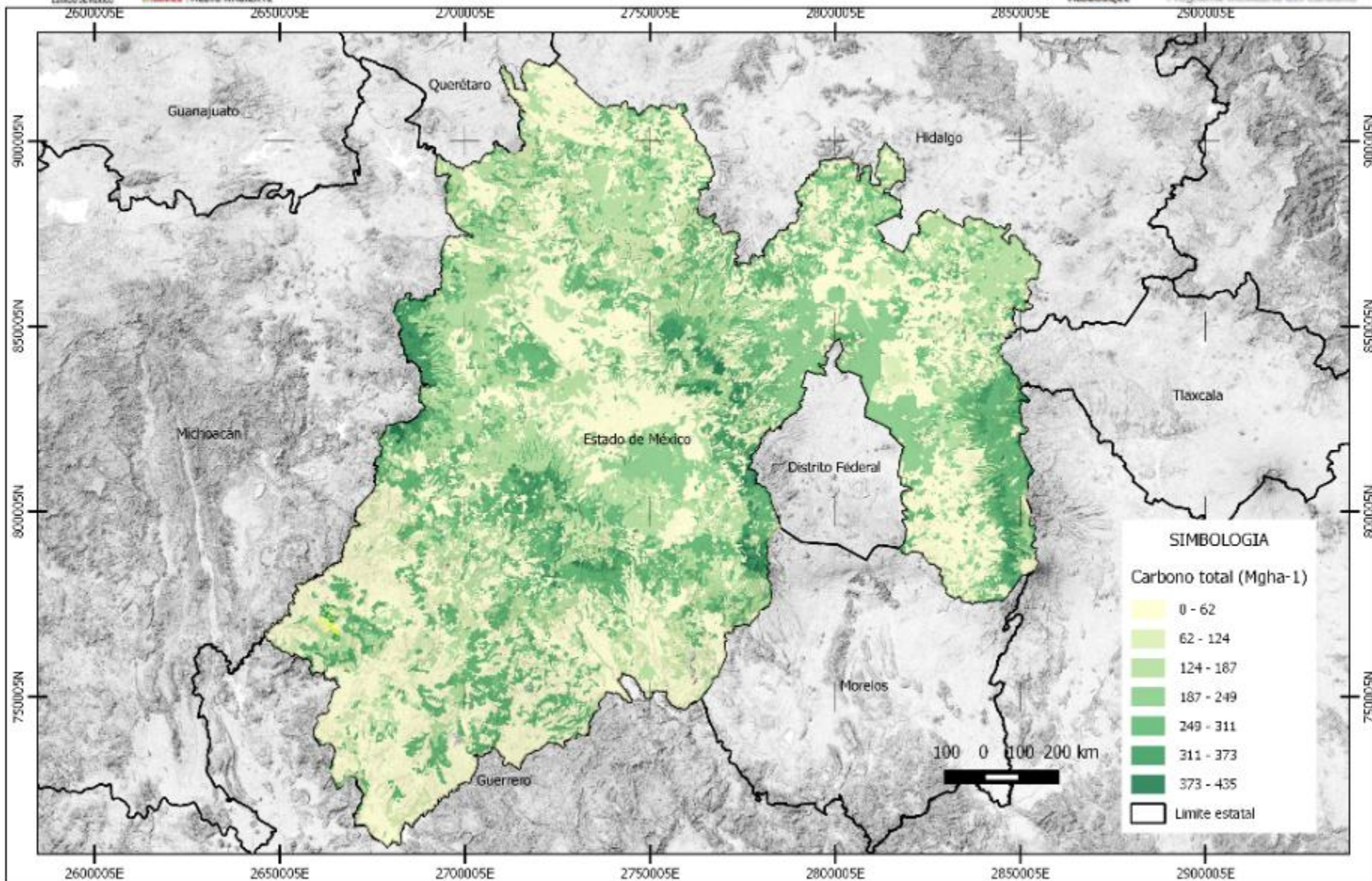


# Factores de emisión

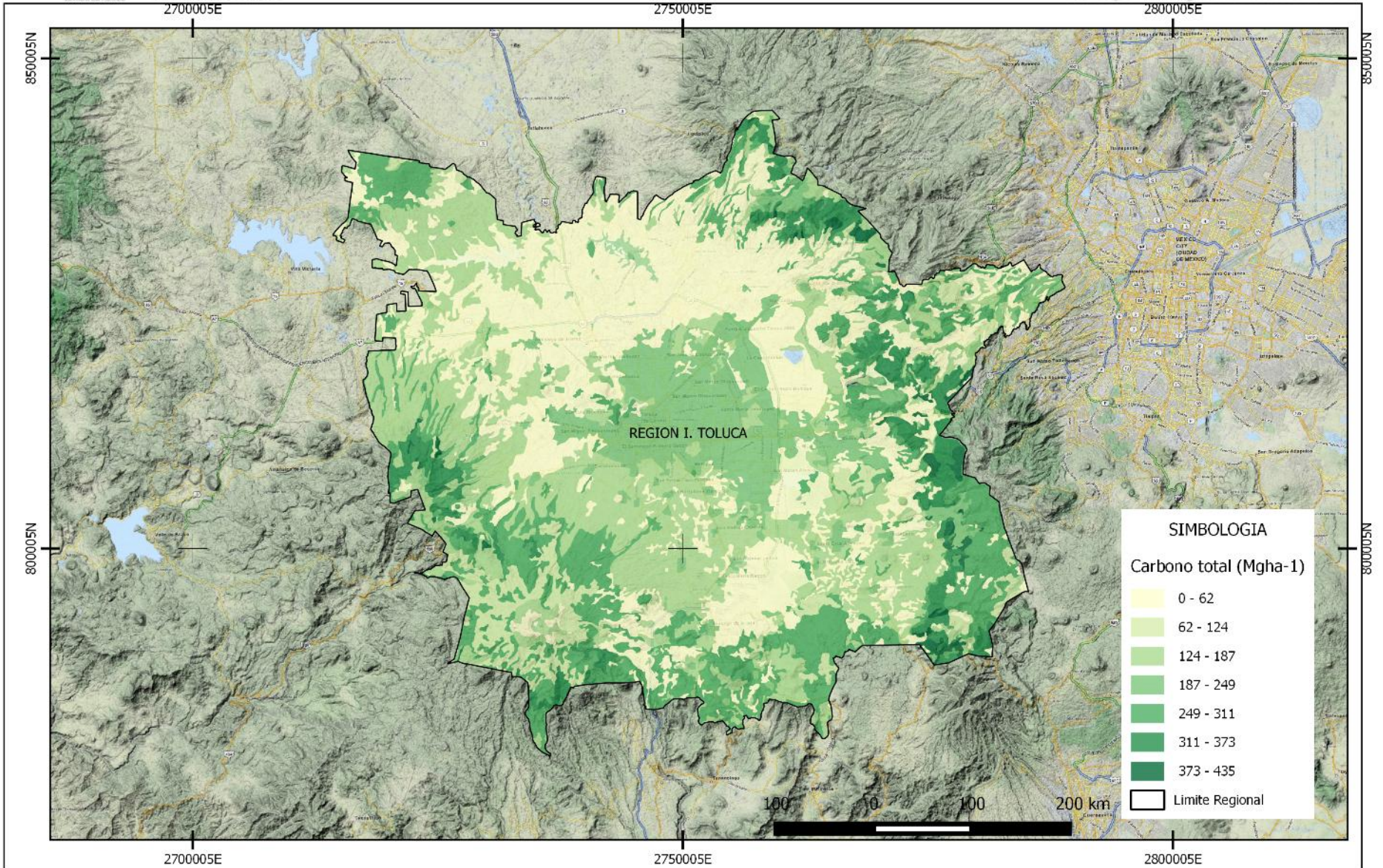
INEGEI (2009)	INEGI (2009)	Tipo de vegetación botánico PMC (2015)	Carbono Total MgCha-1		
			Promedio	Desvest	Var
Bosque de coníferas	Bosque cultivado		110.35	33.60	1128.92
	Bosque de cedro	Bosque de <i>Cupressus</i>	161.98		
		Bosque de <i>Cupressus lindleyi-Quercus crassifolia</i>	167.78		
		Bosque de <i>Cupressus lusitanica</i>	225.51	94.34	8900.25
		Bosque de <i>Cupressus lusitanica-Juniperus deppeana</i>	155.82		
		Bosque de <i>Cupressus lusitanica-Pinus pseudostrobus</i>	153.33		
		Bosque de <i>Cupressus lusitanica-Quercus castanea</i>	91.05		

# Factores de emisión

INEGEI (2009)	INEGI (2009)	Tipo de vegetación botánico (2015)	PMC	Carbono Total MgCha-1		
				Promedio	Desvest	Var
Selva baja	Selva baja caducifolia	Selva Baja Caducifolia con dominancia de <i>6</i>		55.48		
		Selva Baja Caducifolia con dominancia de <i>Leucaena glauca-Guazuma tomentosa</i>		60.77		
		Selva Baja Caducifolia con dominancia de <i>Lysiloma acapulcensis</i>		63.24	9.06	82.17
		Selva Baja Caducifolia con dominancia de <i>Lysiloma acapulcensis-Bursera copallifera</i>		58.10		
		Selva Baja Caducifolia con dominancia de <i>Lysiloma acapulcensis-Calliandra grandiflora</i>		143.85		
		Selva Baja Caducifolia con dominancia de <i>Lysiloma acapulcensis-Cordia eleaginoides</i>		118.36		



# Contenido de Carbono en los Ecosistemas Terrestres del Estado de México. Región I, Toluca. Año, 2015.



Programa Mexicano del Carbono (PMC). Organismo coordinador de investigaciones relacionadas con los aspectos físicos, geoquímicos, biológicos y sociales del ciclo del carbono en México.

No se permite la reproducción total o parcial, ni la transmisión de ninguna forma o medio impreso o electrónico de esta publicación, sin el permiso previo de la institución. <http://pmcarbono.org/>

# Implementación de un esquema de muestreos en el Estado de México

M.C. Julio Wong

# Brigadas





A cada brigada se le entrega semanalmente una carpeta con la siguiente información necesaria para el muestreo de campo.



REGION\_VI\_COATEPEC



- Planeación\_campo\_18-22\_mayo
- Puntos\_Coatepec\_18-22\_mayo\_google
- Puntos\_Coatepec\_18-22\_mayo
- Puntos\_Coatepec\_18-22\_mayo
- puntos\_coatepec.shx
- puntos\_coatepec.shp
- puntos\_coatepec.sbx
- puntos\_coatepec.sbn
- Puntos\_Coatepec\_18-22\_mayo
- puntos\_coatepec
- Planeación\_campo\_18-22\_mayo



## Ejemplo entrega de Planeación Brigada Coatepec



**Planeación\_campo\_18-22\_mayo**

Región: 06 Coatepec

Proyecto  
**RETUS con BASES**  
**EDOMEX**

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO

ETI GRANDE SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

PROBOSQUE

PMc Programa Mexicano del Carbono

Nota: Se anexa archivo tipo .kml para mejor visualización de los puntos.

# Planeación\_campo\_18-22\_mayo

## Región: 08 Jilotepec



Nota: Se anexa archivo tipo .kml para mejor visualización de los puntos.

## Coordenadas UTM de los Sitios de Muestreo a realizar en la Región 8.

Punto	Día visita	XUTM	YUTM	TIP_ECOV	TIP_VEG	DESVEG	FASE_VS	CVE_EDO_2	CVE_MUN	Regiones	SUP_HA	FASE
6	Lunes	451344.728	2078397.870	VEGETACION HIDROFILA	BOSQUE DE GALERIA	SECUNDARIO	ARBUSTIVA	15	119	REGION VI. COATEPEC DE HARINAS	210.804	2
7	Martes	446097.859	2081692.390	SELVA CADUCIFOLIA	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	SECUNDARIO	HERBACEA	15	119	REGION VI. COATEPEC DE HARINAS	603.854	2
8	Miércoles	431933.436	2081977.730	BOSQUE DE CONIFERAS	BOSQUE DE TASCATE	SECUNDARIO	ARBOREA	15	119	REGION VI. COATEPEC DE HARINAS	2266.05 1	2
9	Jueves	420538.143	2079017.110	BOSQUE DE ENCINO	BOSQUE DE ENCINO	SECUNDARIO	ARBUSTIVA	15	119	REGION VI. COATEPEC DE HARINAS	304.896	2
10	Viernes	418959.815	2070901.150	SELVA CADUCIFOLIA	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	SECUNDARIO	ARBUSTIVA	15	119	REGION VI. COATEPEC DE HARINAS	266.896	2



# Informe semanal de la brigada

# de parcela región 6	Sitio	Clave parcela	Coord UTM	Coordenada X en UTM	Coordenada Y en UTM	Altitud
P11	150608P075	15061070011C	14	453505.24	2101903.98	2488
P12	150608P077	15061070012C	14	453504.07	2102765.04	2507
P13	150608P083	15061060013C	14	450961.51	2100084.24	2119
P14	150608P080	15061040014C	14	460780.91	2099646.84	2529

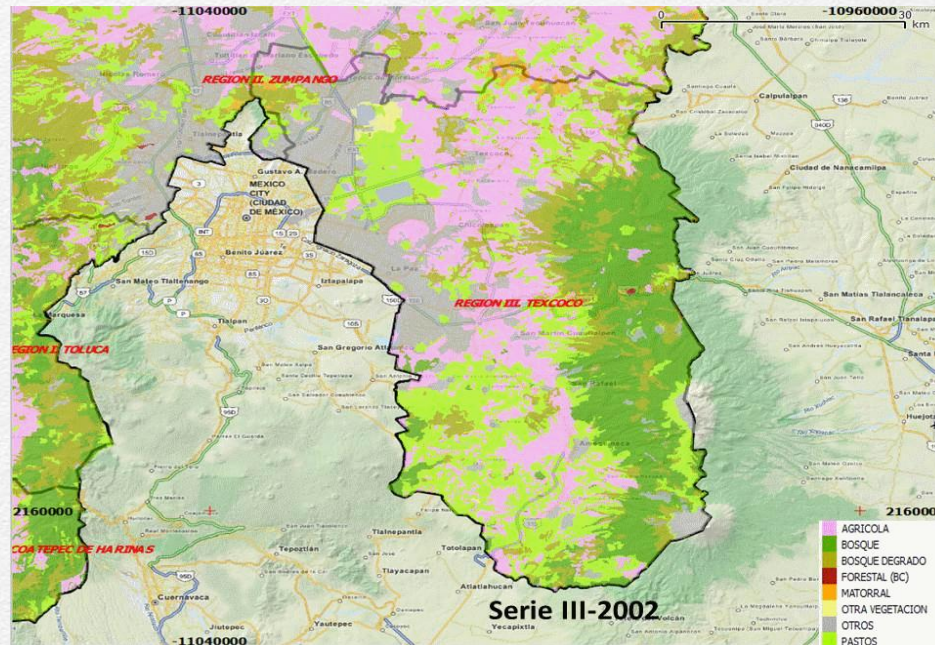


# **Pasos hacia la modelación del Carbono: Generación de MET's**

Dr. Marcos Casiano  
Domínguez

# Marco Conceptual de los MET's

La información generada a través de mapas nos da una idea de los cambios en las coberturas/ usos del suelo a nivel estatal y regional, en términos de superficies y tiempos, sin embargo no nos explica los procesos detrás de estos cambios.



Para entender la dinámica de uso del suelo en un área determinada (comunidad, municipio, región, etc.) es posible construir modelos conceptuales que representen los cambios posibles que puede sufrir un determinado uso del suelo, en este sentido se puede utilizar el marco conceptual de los Modelos de Estados y Transiciones (Paz, 2009; Covalada, 2010; Covalada *et al.*, 2011).

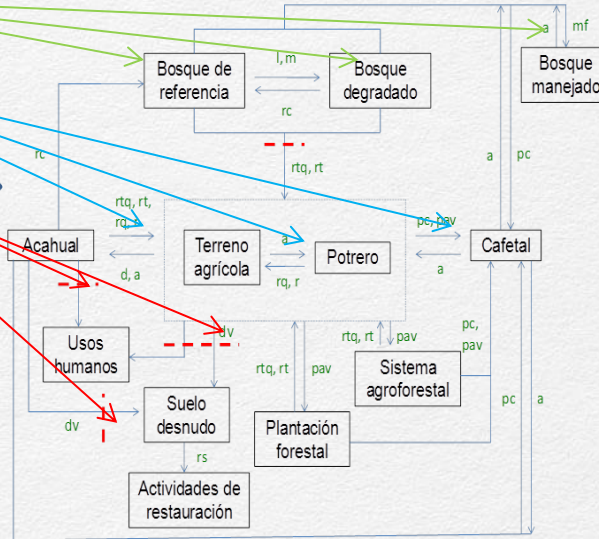
# Modelo Conceptual de los MET's

## METs asociados a carbono

MET genérico para Sureste (simplificado)

Elementos del modelo:

- **Estados:** Usos del suelo/tipos de vegetación (cuadros)
- **Transiciones:** Trayectorias de cambio entre estados (flechas)
- **Umbrales:** Puntos que señalan transiciones en las que volver al estado inicial requiere de acciones de restauración (líneas rojas discontinuas)



Los estados (usos del suelo/tipos de vegetación) pueden relacionarse con los SE, como el carbono.

REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA DINAMICA DEL CAMBIO DE USO DE SUELO Y LA VEGETACION, LO QUE PERMITE CONOCER DE MANERA SENCILLA LAS IMPLICACIONES DE PERDIDAS Y GANANCIAS EN TÉRMINOS DE CARBONO.

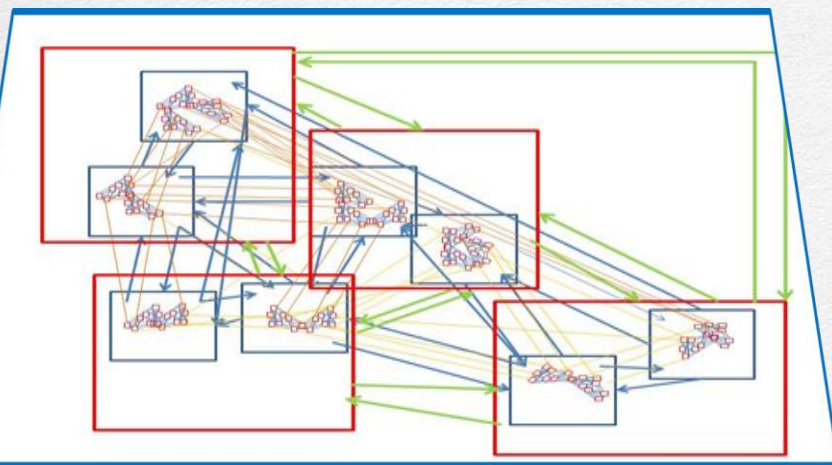
Estado	Biomasa (Mg C ha <sup>-1</sup> )	Desviación estándar	Suelo (Mg C ha <sup>-1</sup> )	Desviación estándar
BR	137.2	51.0	179.4	101.9
Bd	87.34	33.1	134.0	65.9
BM	77.6	29.5	125.1	58.8
A	51.7	12.5	109.8	13.6
AT	4.7	3.3	75.2	21.46
AP	2.03	2.3	47.6	24.9
P	3.22	2.8	84.0	26.2
SA	14.3	1.9	89.5	19.0
PFo	50.5	19.8	76.2	20.1
C	37.9	15.3	89.0	30.2
UH	0.0	0.0	54.5	2.8

BR: Bosque de referencia; Bd: Bosque degradado; BM: Bosque manejado; A: Acahual; AT: Agricultura temporal; AP: Agricultura permanente P: Potrero; SA: Sistema agroforestal; PFo: Plantación forestal; C: Cafetal; UH: Usos humanos

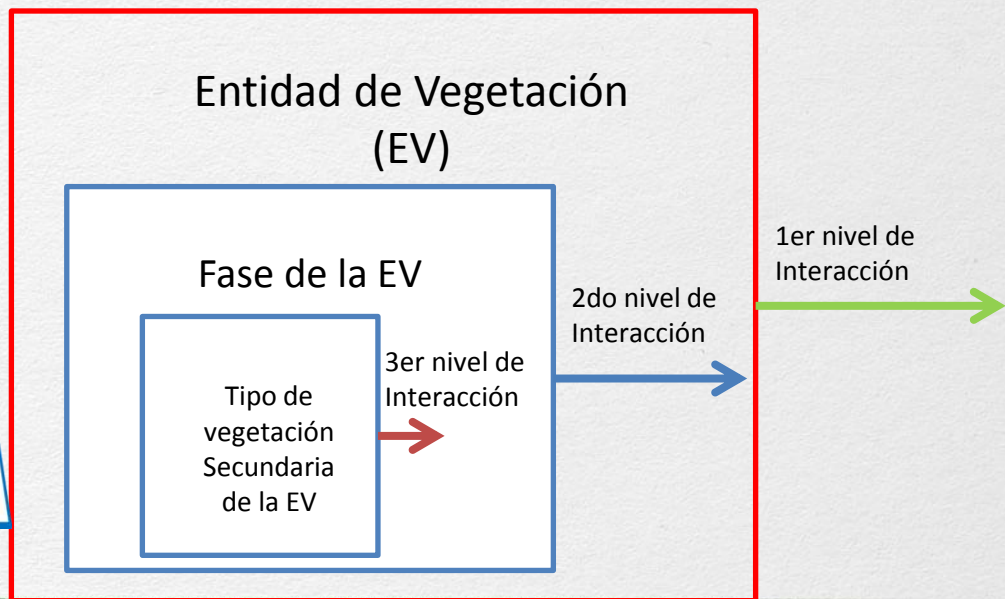



## 2. Estructura de los MET's por Niveles de Organización e Interacción: Identificación de Estados.

De acuerdo con INEGI, la información del Uso del Suelo y la Vegetación se presenta en tres niveles de Organización: Entidad de Vegetación (EV), Grupo de Vegetación y Tipo de Vegetación. Para la generación de MET's , se identificaron los Estados en cada nivel de organización y dentro de éstos, a su vez, se identificaron otros Estados con base en su nivel de interacción; así, para el primer nivel de organización e interacción se identificaron a las EV como grandes Estados. Al interior de las EV ocurren interacciones donde los Estados del modelo suceden como Fases de transición. Las fases de transición, a su vez, interactúan como Tipos de vegetación secundaria, la cuales indican de manera detallada las rutas de la degradación o incremento de la vegetación al Interior de cada EV.



Identificación de Estados, para un nivel de organización.





### 3. Estructura de los MET's por Niveles de Organización e Interacción: **Identificación de Transiciones.**

Esquemáticamente en los MET's, a los Estados se les representan mediante rectángulos y las transiciones a través de flechas. Las flechas conllevan atributos de Causa-Efecto y la magnitud. A la causa se le representa con letras, mientras que el color de la flecha indica el efecto; normalmente la superficie o probabilidad de transición se representa con números. A los umbrales se les representa con líneas discontinuas.

La codificación que se usó en los esquemas, atiende a los efectos que se ocasionan a los componentes de REDD+, sobre los almacenes de carbono. En Cualquier caso, se considera que la degradación, conservación e incremento de los almacenes de carbono puede aplicarse a la transición entre dos estados cualesquiera y no estrictamente a bosques.

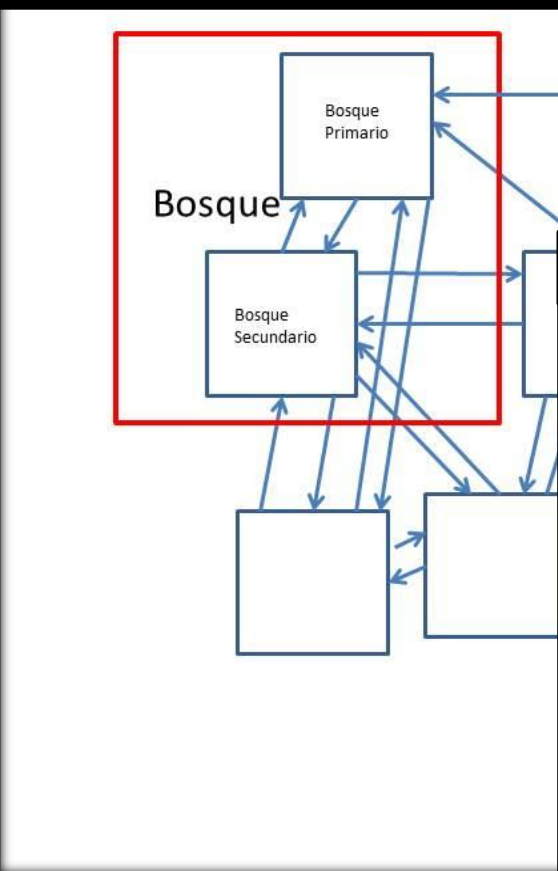
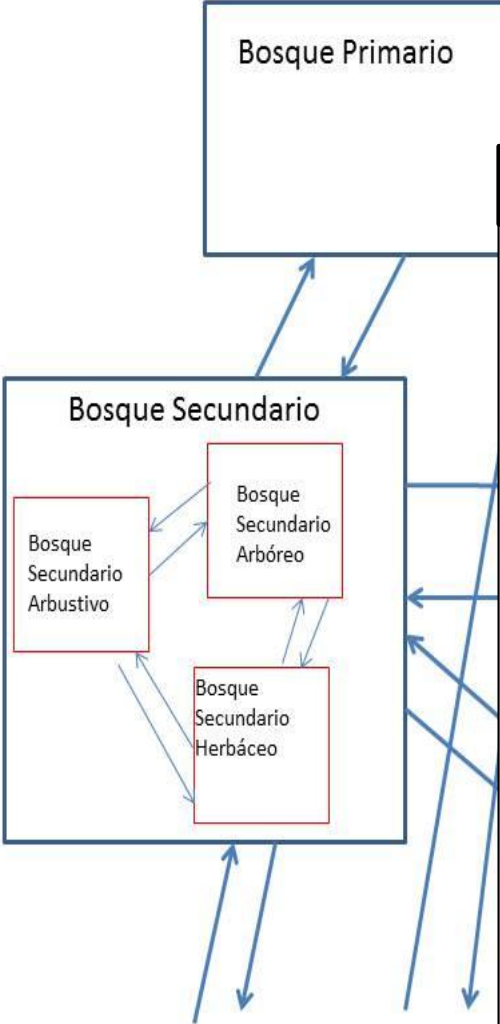
Representación de transiciones entre los componentes de REDD+ en los MET's

	Deforestación
	Degradación
	Incremento de los almacenes de carbono
	Manejo forestal sustentable
	Conservación

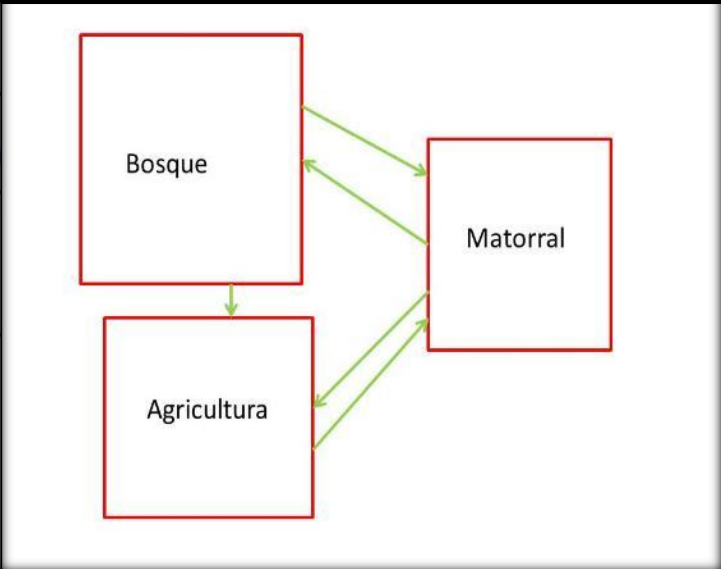
# 3er nivel: Interacción entre tipos de vegetación Secundaria



## 2do nivel: Interacción entre Fases de transición para cada EV



## 1er nivel: Interacción entre EV



Ejemplo de MET, para el primer nivel Organización: Entidades de Vegetación



### **3. Metodología para generación de MET's para cada nivel organización.**

3.1 Estratificación de Clases de uso de Suelo por nivel de Organización tipo INEGI.

3.2 Generación de la matriz de reglas de transición

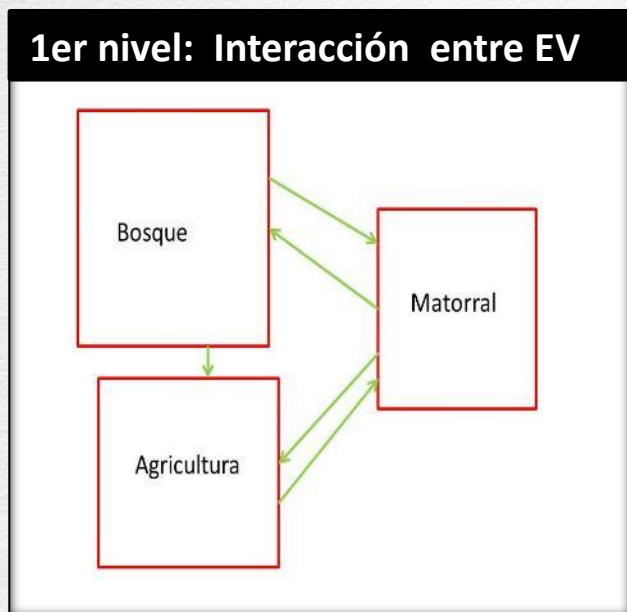
3.3 Obtención de la matriz de transición de superficies entre T1 y T2 (Superficies)

3.4 Obtención de la matriz de probabilidades transición entre T1 y T2

3.5 Generación del Modelo Regional de Estados y Transiciones

\*T1 y T2, se refieren al tiempo.

a) Nivel 1: EV  
3.1 Estratificación de Clases de uso de Suelo



Número de EV	Entidad de Vegetación
1	AREAS DESPROVISTAS DE VEGETACION
2	AREAS SIN VEGETACION APARENTE
3	BOSQUE
4	INFORMACION AGRICOLA-PECUARIA-FORESTAL
5	MATORRAL
6	OTROS CONCEPTOS
7	PASTIZAL
8	SELVA
9	VEGETACION HIDROFILA
10	VEGETACION INDUCIDA

En el Estado de México se identificaron 10 Entidades de Vegetación durante la transición Serie 5 a Serie 6 del Uso de suelo y vegetación (2011-2014)

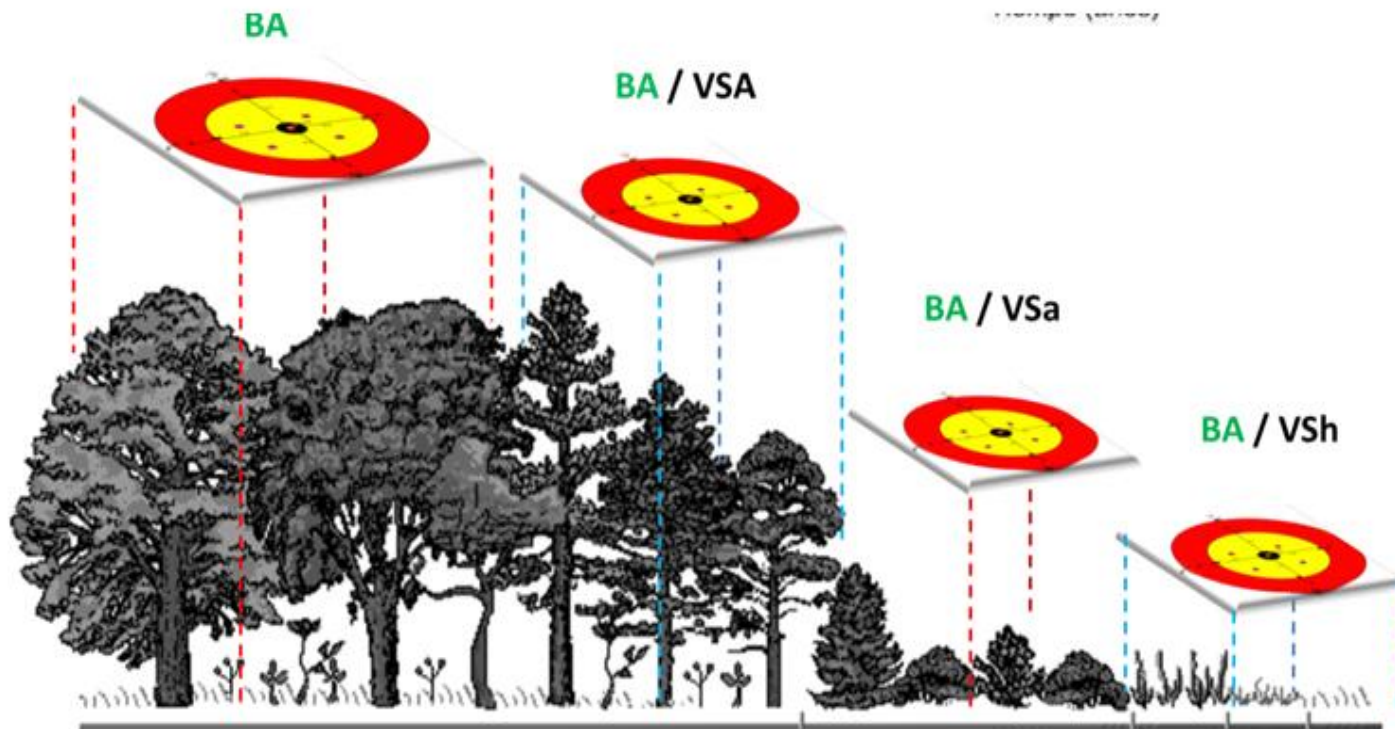
## 3.2 Generación de la matriz de reglas de transición

Estados		Estado Final								
		AREAS SIN VEGETACION APARENTE	BOSQUE	INFORMACION AGRICOLA-PECUARIA-FORESTAL	MATORRAL	OTROS CONCEPTOS	PASTIZAL	SELVA	VEGETACION HIDROFILA	VEGETACION INDUCIDA
Estado Inicial	AREAS DESPROVISTAS DE VEGETACION	Incremento de Almacenes de Carbono	No permitido	Incremento de Almacenes de Carbono	Incremento de Almacenes de Carbono	Degradación	Incremento de Almacenes de Carbono	No permitido	Incremento de Almacenes de Carbono	Incremento de Almacenes de Carbono
	AREAS SIN VEGETACION APARENTE	Conservación	No permitido	Incremento de Almacenes de Carbono	Incremento de Almacenes de Carbono	Degradación	Incremento de Almacenes de Carbono	No permitido	Incremento de Almacenes de Carbono	Incremento de Almacenes de Carbono
	BOSQUE	Deforestacion	Conservación	Deforestacion	Degradación	Deforestacion	Deforestacion	No permitido	No permitido	Deforestacion
	INFORMACION AGRICOLA-PECUARIA-FORESTAL	Deforestacion	No permitido	Conservación	Incremento de Almacenes de Carbono	Deforestacion	Incremento de Almacenes de Carbono	No permitido	Incremento de Almacenes de Carbono	Incremento de Almacenes de Carbono
	MATORRAL	Deforestacion	Incremento de Almacenes de Carbono	Deforestacion	Conservación	Deforestacion	Incremento de Almacenes de Carbono	Incremento de Almacenes de Carbono	Incremento de Almacenes de Carbono	Degradación
	OTROS CONCEPTOS	Degradación	No permitido	No permitido	No permitido	Conservación	No permitido	No permitido	No permitido	Incremento de Almacenes de Carbono
	PASTIZAL	Deforestacion	Incremento de Almacenes de Carbono	Deforestacion	Incremento de Almacenes de Carbono	Deforestacion	Conservación	Incremento de Almacenes de Carbono	Incremento de Almacenes de Carbono	Incremento de Almacenes de Carbono
	SELVA	Deforestacion	No permitido	Deforestacion	Degradación	Deforestacion	Deforestacion	Conservación	No permitido	Degradación
	VEGETACION HIDROFILA	Deforestacion	No permitido	Deforestacion	No permitido	Deforestacion	Degradación	Incremento de Almacenes de Carbono	Conservación	Degradación
	VEGETACION INDUCIDA	Deforestacion	Incremento de Almacenes de Carbono	Deforestacion	Incremento de Almacenes de Carbono	Deforestacion	Degradación	Incremento de Almacenes de Carbono	Incremento de Almacenes de Carbono	Conservación

En ésta matriz se indican las transiciones permitidas y no permitidas entre los estados iniciales y finales.

### 3.4 Obtención de la matriz de probabilidades transición entre T1 y T2

Estados		Estado Final									Total (2011)
		AREAS SIN VEGETACION APARENTE	BOSQUE	INFORMACION AGRICOLA-PECUARIA-FORESTAL	MATORRAL	OTROS CONCEPTOS	PASTIZAL	SELVA	VEGETACION HIDROFILA	VEGETACION INDUCIDA	
Estado Inicial	AREAS DESPROVISTAS DE VEGETACION	0.205	0.000	0.000	0.000	0.360	0.000	0.000	0.000	0.435	1.000
	AREAS SIN VEGETACION APARENTE	0.419	0.067	0.101	0.000	0.160	0.060	0.000	0.028	0.165	1.000
	BOSQUE	0.000	0.953	0.014	0.000	0.002	0.001	0.003	0.000	0.027	1.000
	INFORMACION AGRICOLA-PECUARIA-FORESTAL	0.000	0.021	0.810	0.001	0.013	0.000	0.003	0.001	0.151	1.000
	MATORRAL	0.000	0.117	0.066	0.759	0.001	0.000	0.000	0.000	0.058	1.000
	OTROS CONCEPTOS	0.002	0.014	0.025	0.000	0.938	0.000	0.000	0.013	0.008	1.000
	PASTIZAL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000
	SELVA	0.000	0.025	0.007	0.000	0.000	0.000	0.936	0.000	0.031	1.000
	VEGETACION HIDROFILA	0.000	0.016	0.077	0.000	0.003	0.283	0.000	0.608	0.014	1.000
	VEGETACION INDUCIDA	0.000	0.067	0.015	0.002	0.010	0.000	0.019	0.000	0.886	1.000
Total (2014)		0.002	0.338	0.295	0.003	0.068	0.007	0.065	0.003	0.219	1.000
Error			0.128	0.025				0.006	0.013		



**Fase I**

**Fase II**

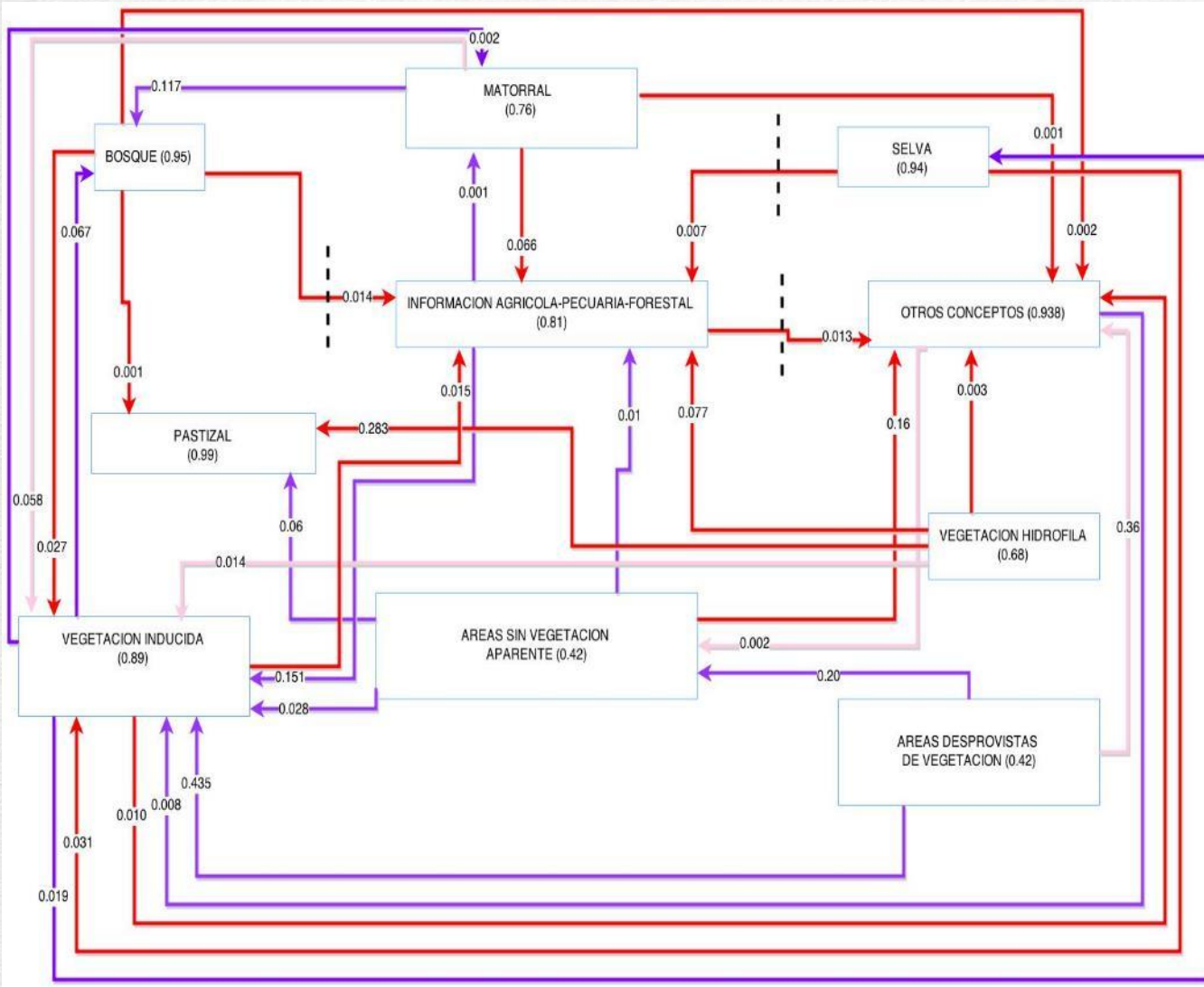
**Fase III**

Bosques de Referencia (Estado Inicial)  
 Vegetación perturbada (Transición/Degradación)  
 Vegetación Agrícola y Pecuaria (Estado Final)

Figura 4. Fases de Muestreo con base en la estratificación del Uso del suelo y vegetación homologada para el Estado de México.



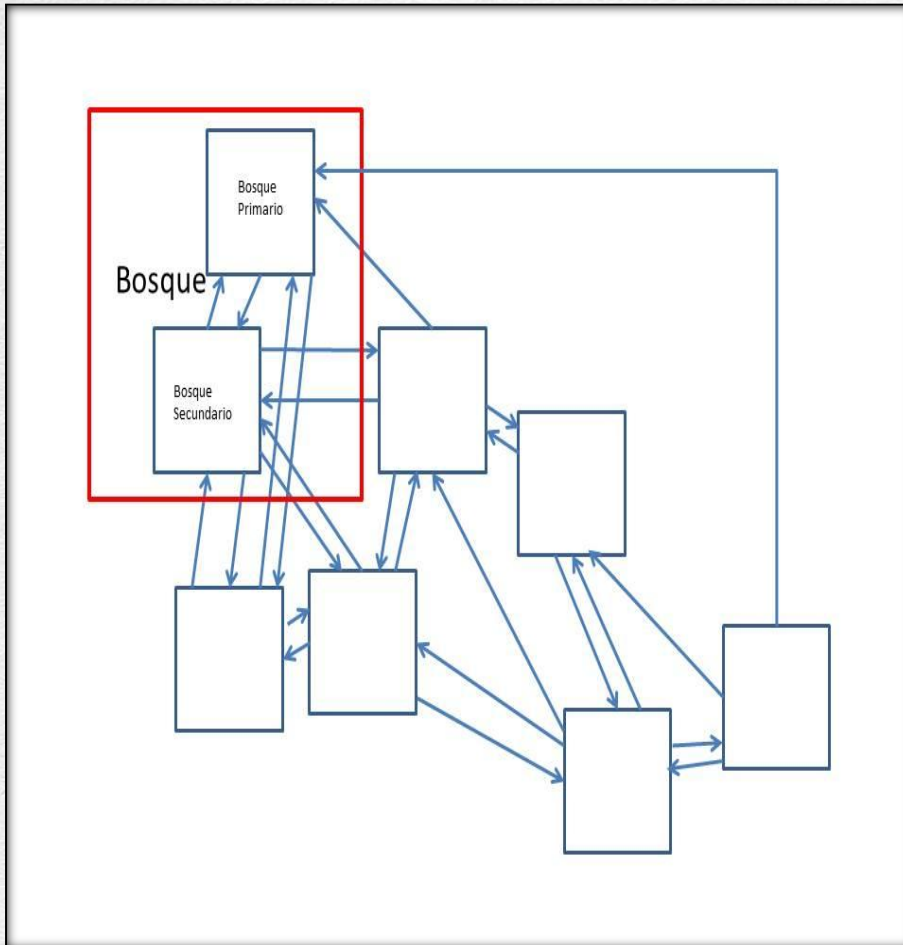
### 3.5 Modelo de Estados y Transiciones para Entidades de Vegetación: Nivel 1



	Deforestación
	Degradación
	Incremento de los almacenes de carbono
	Manejo forestal sustentable
	Conservación

b) Nivel 2: Interacción entre Fases de transición para cada EV, Fase Primaria.

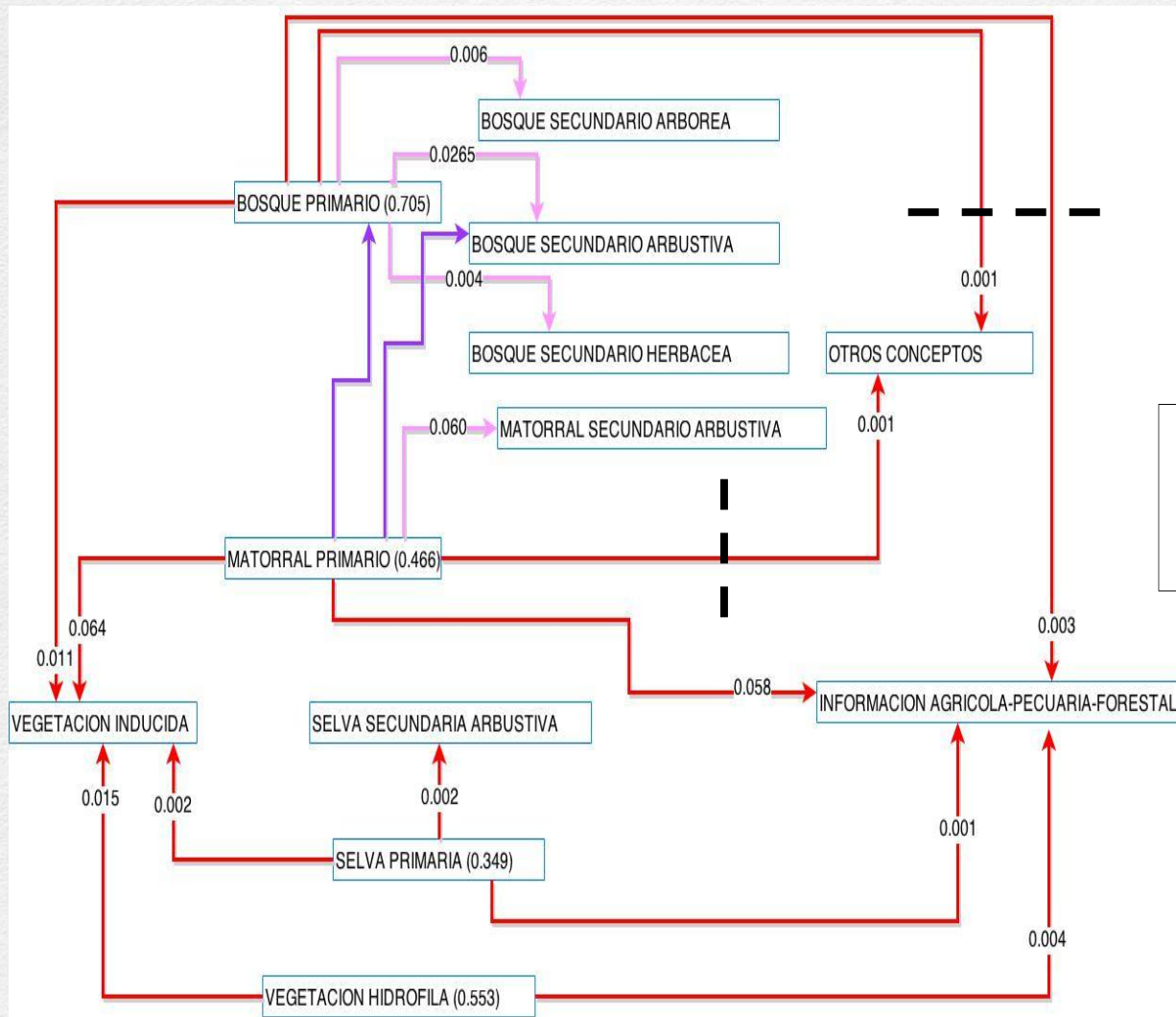
### 3.1 Estratificación de Clases de uso de Suelo, en fase Primaria



Número	Entidad de Vegetación	Fases de Transición
1	BOSQUE	PRIMARIO
2	MATORRAL	PRIMARIO
3	PASTIZAL	PRIMARIO
4	SELVA	PRIMARIO
5	VEGETACION HIDROFILO	PRIMARIO

En el segundo nivel de análisis, para el Estado de México se identificaron 5 Estados de la vegetación en fase primaria. Un estado en su fase primaria puede interactuar con estados en fase secundaria o con estados que no tienen fases (Ej. Otros Conceptos), bajo estas consideraciones se construyeron la matrices.

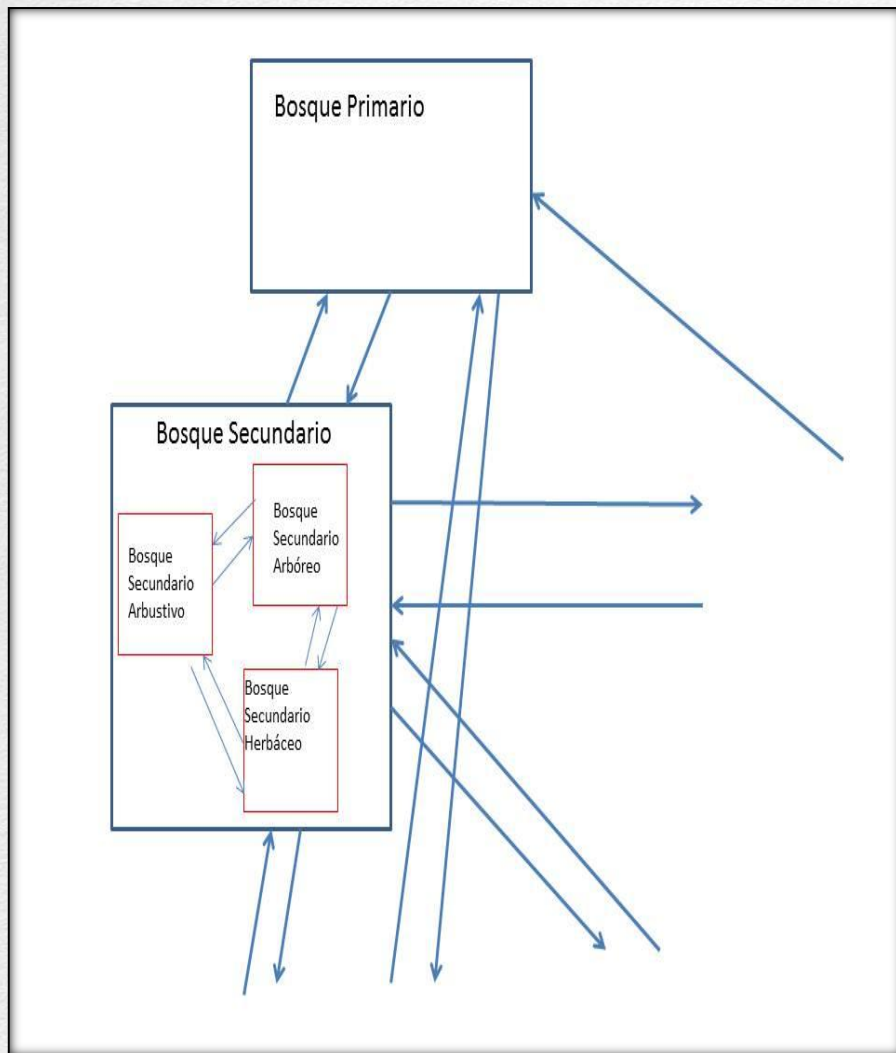
# Modelo de Estados y Transiciones para Entidades de Vegetación: Nivel 2, Fases de transición Primaria.



	Deforestación
	Degradación
	Incremento de los almacenes de carbono
	Manejo forestal sustentable
	Conservación

## b) Nivel 3: Interacción entre Fases de transición para cada EV, Fase Secundaria.

### 3.1 Estratificación de Clases de uso de Suelo, en fase Secundaria



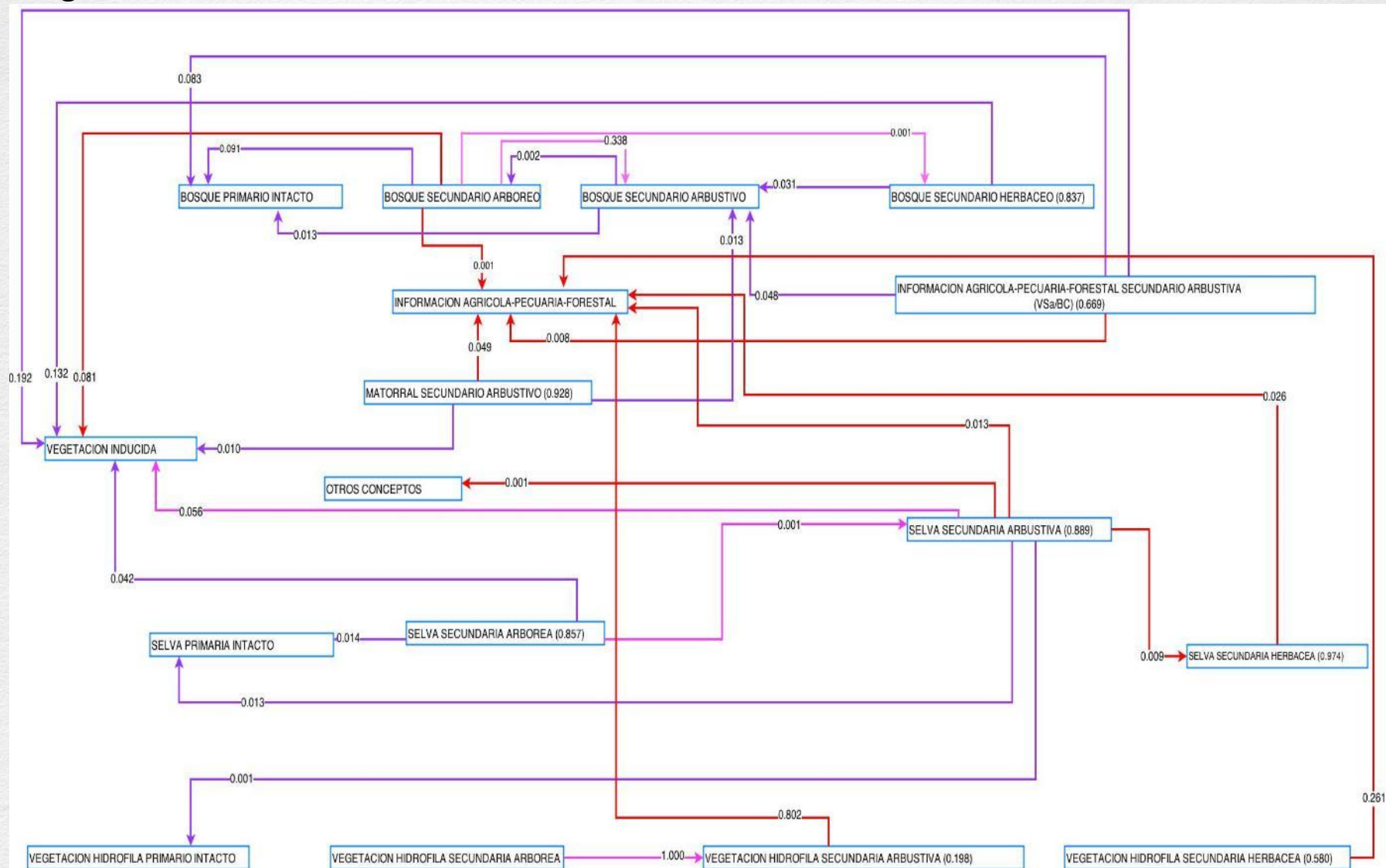
Número	Entidad de Vegetación	Fases de Transición	Tipos de Vegetación Secundaria
1	<b>BOSQUE</b>	<b>SECUNDARIO</b>	ARBOREA
2	<b>BOSQUE</b>	<b>SECUNDARIO</b>	ARBUSTIVA
3	<b>BOSQUE</b>	<b>SECUNDARIO</b>	HERBACEA
4	<b>INFORMACION AGRICOLA-PECUARIA-FORESTAL</b>	<b>SECUNDARIO</b>	ARBUSTIVA
5	<b>MATORRAL</b>	<b>SECUNDARIO</b>	ARBUSTIVA
6	<b>SELVA</b>	<b>SECUNDARIO</b>	ARBOREA
7	<b>SELVA</b>	<b>SECUNDARIO</b>	ARBUSTIVA
8	<b>SELVA</b>	<b>SECUNDARIO</b>	HERBACEA
9	<b>VEGETACION HIDROFILA</b>	<b>SECUNDARIO</b>	ARBOREA
10	<b>VEGETACION HIDROFILA</b>	<b>SECUNDARIO</b>	ARBUSTIVA
11	<b>VEGETACION HIDROFILA</b>	<b>SECUNDARIO</b>	HERBACEA

\*Incluye al Bosque Cultivado en fase secundaria

En el tercer nivel de análisis, para el Estado de México se identificaron 11 Estados de la vegetación en fase secundaria con diferentes tipos de vegetación secundaria. Un estado en su fase secundaria puede interactuar con estados en fase primaria o con estados que no tienen fases (Ej. Otros Conceptos), bajo estas consideraciones se construyeron la matrices.

# Modelo de Estados y Transiciones para Entidades de Vegetación: Nivel 3, Fases de transición Secundaria y Tipos de vegetación secundaria .

	Deforestación
	Degradación
	Incremento de los almacenes de carbono
	Manejo forestal sustentable
	Conservación



**Por su atención  
gracias**

**PMG**   
Programa Mexicano del Carbono