



LA AGRICULTURA EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

SIMPOSIO SOBRE GESTIÓN CONJUNTA EN EL CONTROL DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y GASES DE EFECTO INVERNADERO EN NORTEAMÉRICA

LEONARDO TIJERINA CHÁVEZ

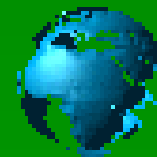
COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas

MÉXICO, D. F.

10 DE ABRIL DE 2008

NARSTO INE MCE²



Introducción

Con base en los objetivos del simposio:

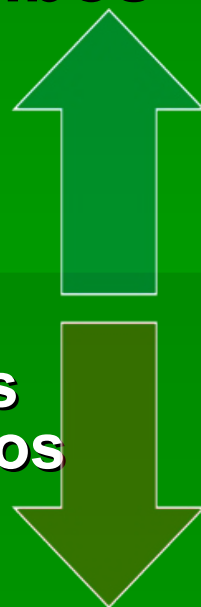
Buscar perspectivas mexicanas de gestión conjunta para controlar la emisión de gases efecto invernadero (GEI) y contaminantes atmosféricos

Introducción

- Prácticas agrícolas que contribuyen a la producción de (GEI).
- Impactos del Cambio Climático sobre la Agricultura.
- Investigaciones sobre Mitigación de los efectos del Cambio Climático.
- Que podemos hacer en el corto, mediano y largo plazo.

Introducción

- En las últimas décadas se confirmó que el Cambio Climático Global (CCG) tiene una relación muy puntual con las actividades agropecuarias y forestales. Se establece un efecto dual al actuar estas actividades en ambos sentidos:
 - Aportan Gases Efecto Invernadero (GEI)
 - Reciben el impacto del CCG, con consecuencias directas o indirectas en la producción de alimentos cuya magnitud es aún incierta.



Agricultura, Es la labranza y cultivo de la tierra

La agricultura tiene como finalidad:

Producción de alimentos y forrajes y fibras en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades humanas y de los animales.

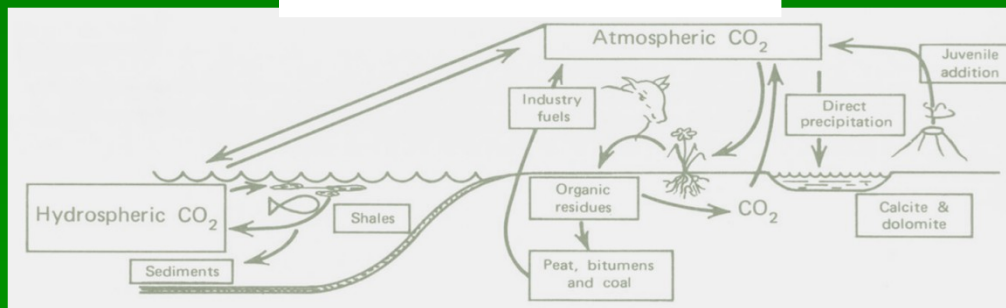
Para ello la agricultura requiere de insumos que en la misma naturaleza existen y que el hombre complementa mediante prácticas de fertilización.

En las últimas décadas, se han sobreexplotado los recursos naturales que proporcionan dichos insumos, afectando a los ciclos naturales del carbono, nitrógeno, fósforo, microelementos e hidrológico.

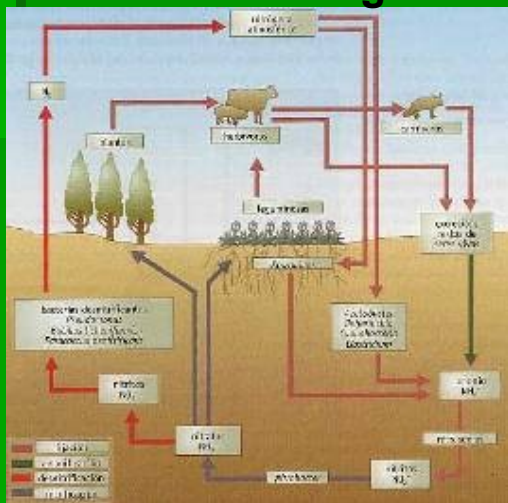
La nutrición de las plantas esta íntimamente ligada al tráfico de elementos y compuestos entre los organismos vivos (biosfera) y un sustrato no viviente donde se establecen y substraen materia prima para formar más materia viva.

Los principales elementos que las plantas utilizan de la atmósfera y la litósfera son: Carbono, nitrógeno, fósforo y microelementos

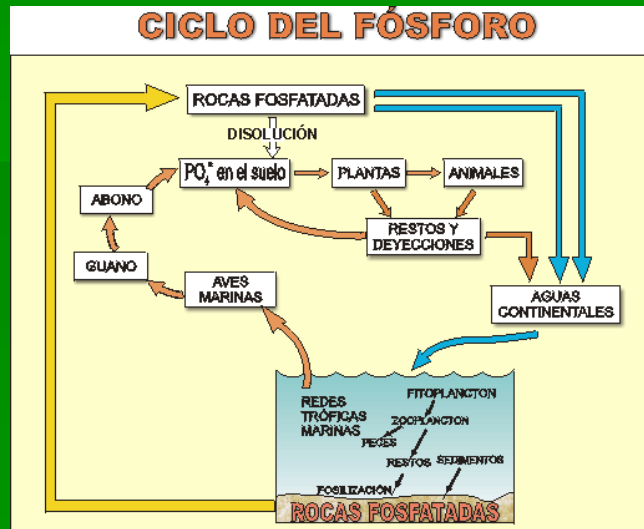
Ciclo del Carbono



Ciclo del Nitrógeno



CICLO DEL FÓSFORO



La litosfera consiste de rocas y minerales de la tierra y estos están rodeados de gases (nitrógeno, oxígeno, y otros gases (atmósfera) destacando por el tema del evento las concentraciones de bióxido de carbono, metano y oxido nitroso (GEI)

La composición química de estas esferas varía de lugar en lugar

Elementos químicos más Comunes en la Litósfera

Element	Per cent of weight
O	46.60
Si	27.72
Al	8.13
Fe	5.00
Ca	3.63
Na	2.83
K	2.59
Mg	2.09
Sum	98.59

¹ Earth's crust to a 10 mile depth.
After Mason, 1958.

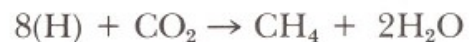
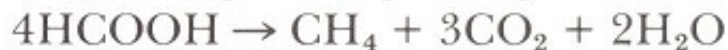
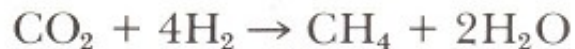
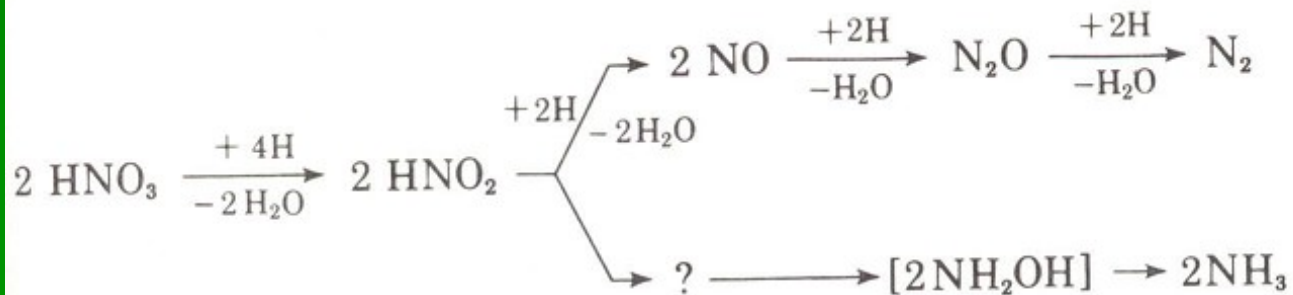
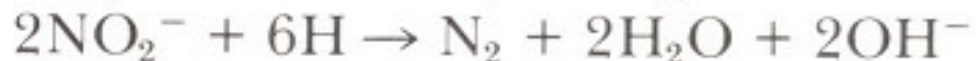
Composición media de la tropósfera

Gas	Composition by volume, ppm	Composition by weight, ppm	Total mass in geograms, 10 ²⁰ g
N ₂	780,900	755,100	38.648
O ₂	209,500	231,500	11.841
A	9,300	12,800	0.655
CO ₂	300	460	0.0233
Ne	18	12.5	0.000636
He	5.2	0.72	0.000037
CH ₄	1.5	0.9	0.000043
Kr	1	2.9	0.000146
N ₂ O	0.5	0.8	0.000040
H ₂	0.5	0.03	0.000002
O ₃ ²	0.4	0.6	0.000031
Xe	0.08	0.36	0.000018

¹ After Mason (1958).

² Variable, increasing with height.

Reacciones químicas



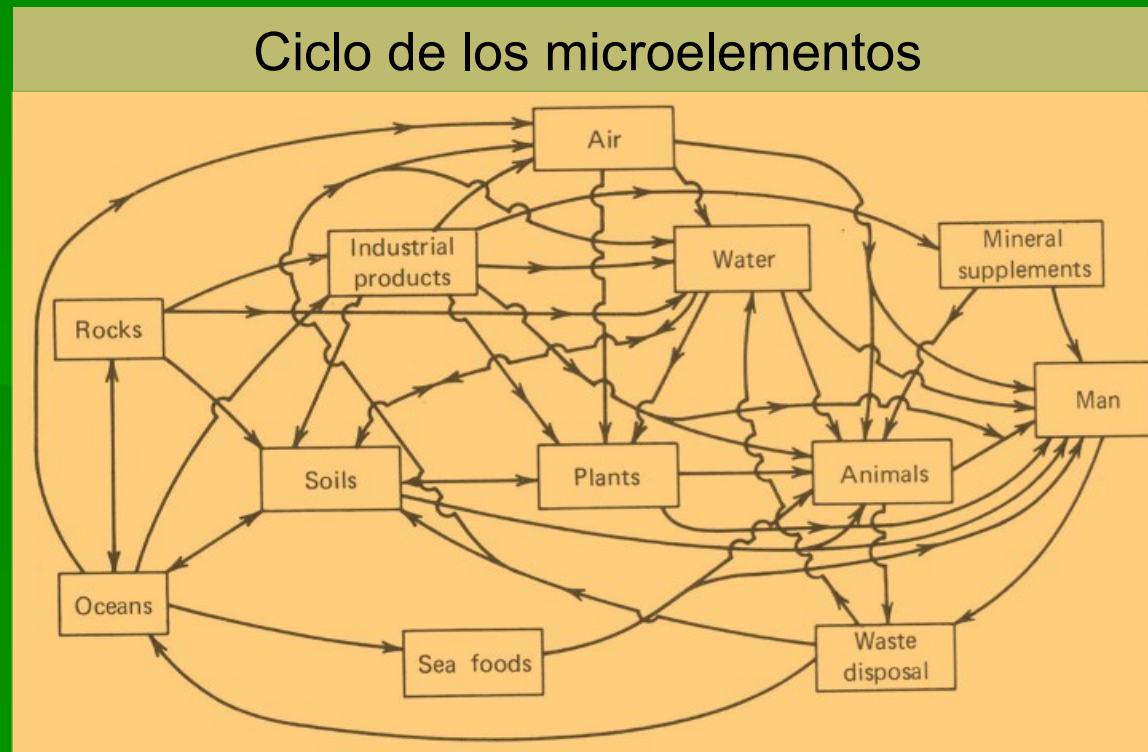
Nutrientes

De la atmósfera: C

Del Agua: H,O

Del suelo adquiere: N, P, K, Ca, S, Mg, Cl, B, Mn, Zn, Cu, Mo, Fe

Otros elementos: Na, Se, Co, Si



Composición del agua de ríos lagos y ocanos

Ion	Concentration, mM	
	Sea Water	Lake and River Waters
Na ⁺	457	0.39
K ⁺	9.7	0.36
Ca ²⁺	10	0.52
Mg ²⁺	56	0.21
Cl ⁻	536	0.23
SO ₄ ²⁻	28	0.21
HCO ₃ ⁻	2.3	1.1

¹ Data on sea water after Goldberg (1963), calculated on the basis of the total mass of the mineral element (and of C, for HCO₃⁻) per liter of sea water, disregarding other ionic or molecular species in which the element may occur. Data on lake and river waters are mean values for North America, after Goldman and Wetzel (1966).

La hidrósfera (cuerpos de agua que cubre el 71% de la tierra en forma de océanos, lagos, ríos y agua subterránea dentro de las rocas, suelos, o como hielo y nieve.

Al tráfico del agua se le conoce como *ciclo hidrológico*

La hidrósfera invade la atmósfera como vapor de agua, la cual se condensa y regresa a la tierra y al mar como lluvia, nieve ó granizo.



EMISIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES

Bióxido de Carbono

- Deforestación
- Manejo inadecuado de los suelos.

Óxidos de Nitrógeno

- Quema de biomasa.
- Formulación y manejo ineficiente de fertilizantes nitrogenados.

Metano

- Cultivo del arroz en condiciones de inundación.
- Rumiantes y de sus desechos.

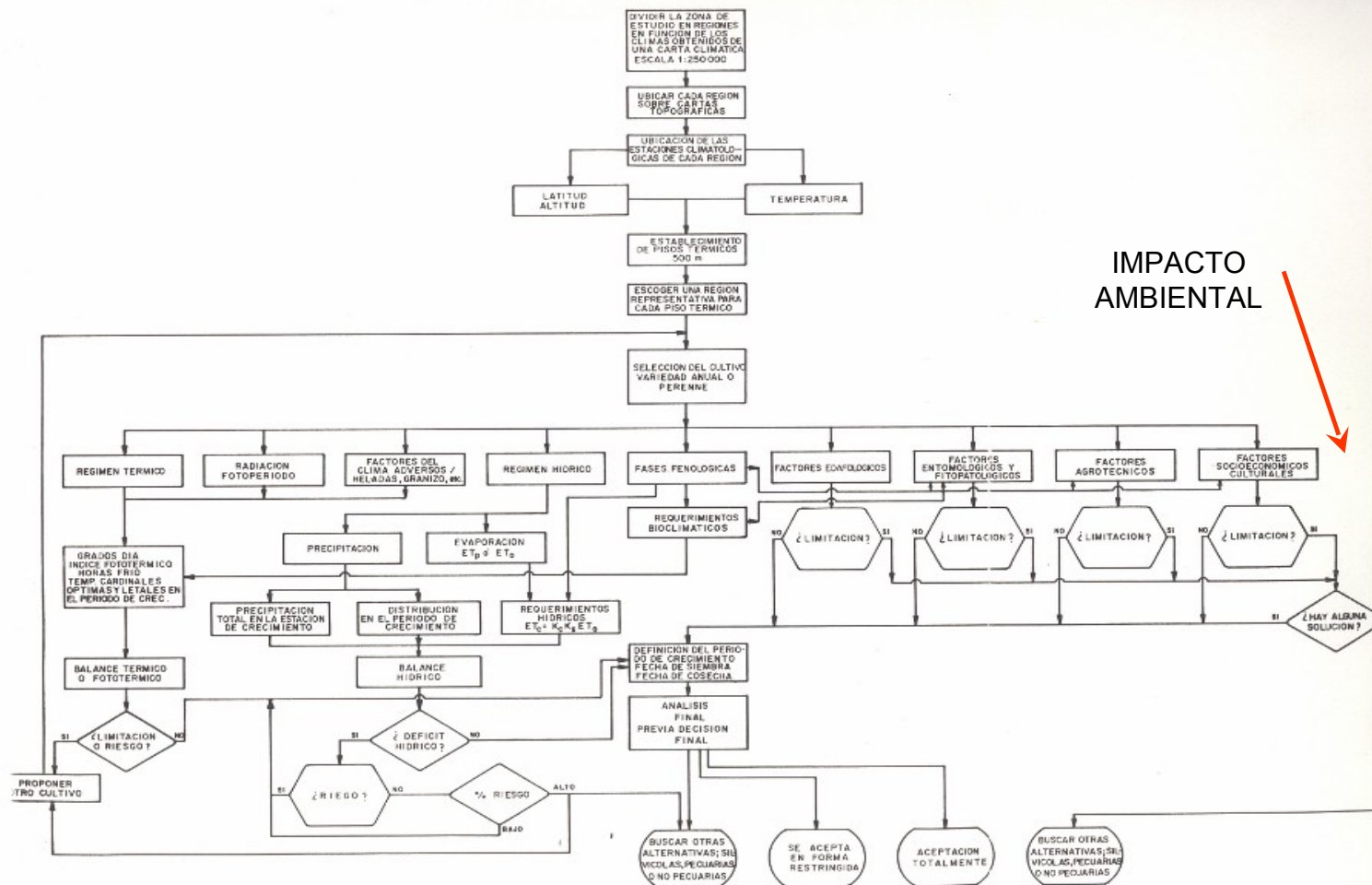
Efecto del clima sobre el manejo del agua el suelo y los cultivos

- Los Elementos del clima que afectan las prácticas agrícolas: Radiación solar, temperatura del aire, velocidad del viento, humedad del aire, etc.
- El período Térmico (libre de heladas) y húmedo para el establecimiento de cultivos en condiciones de temporal
- Fechas de siembra y fenología
- Estrés hídrico
- Fertilización

Manejo del suelo

- Falta de estudios agrológicos para conocer la vocación de la tierra
- Falta de estudios de zonificación integral de cultivos

FIG. 1. ZONIFICACION AGRICOLA INTEGRAL



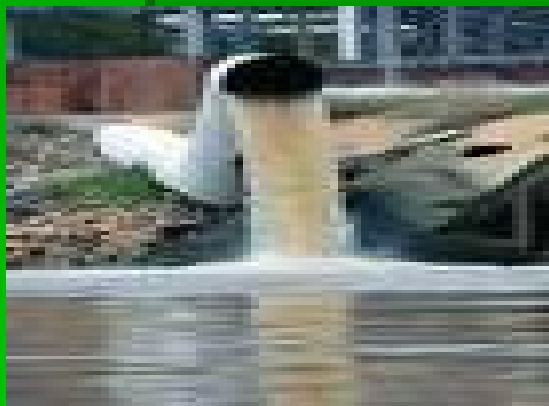
Manejo del suelo

- Prácticas agrícolas en suelos que tienen restricciones para uso agrícola. (profundidad, pendiente, sodicidad y salinidad, drenaje deficiente, riesgo de inundación, y riesgo de erosión).
- Quema de los residuos de la cosecha anterior (CO_2 , N_2O)
- Compactación de la capa arable por exceso de paso de maquinaria agrícola (CH_4)
- Disminución de la velocidad de infiltración (CO_2)
- Salinización y sodificación de los suelos (aerosoles, CO_2)
- Uso de agua residual para riego (agua residual, N_2O).

Manejo del agua

Usos del agua

Kind of use	Surface water	Underground water	total	[%]
AGRICOLA	34400	13600	48000	79
LIVESTOCK	670	530	1200	2
URBAN-DOM-	1900	5100	7000	11
INDUSTRIAL	3130	1670	4800	8
TOTAL	40100	20900	61000	100
PERCENTAGE	66	34	100	



- Descargas de agua residual de origen municipal e industrial sin tratamiento previo a corrientes naturales y cuerpos de agua. Eutroficación.



Manejo del agua



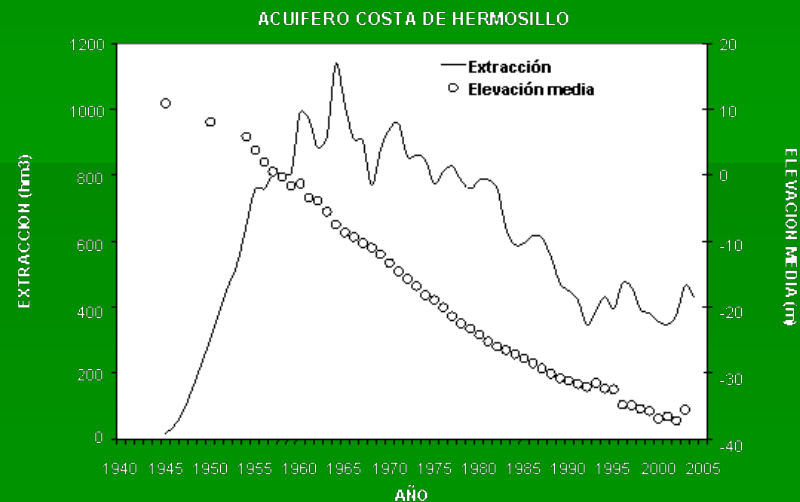
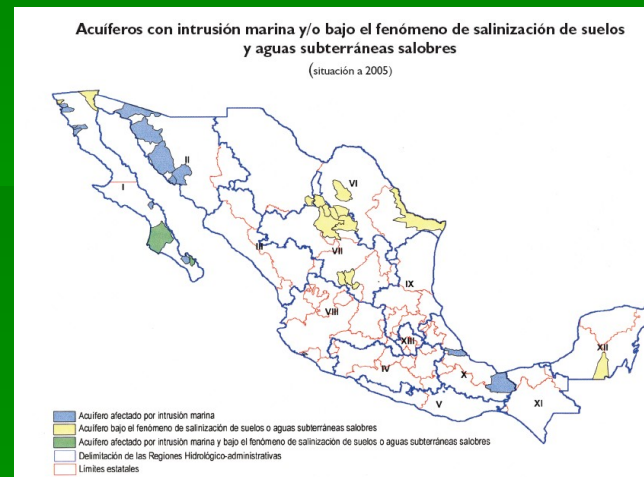
- Contaminación del agua por el uso intensivo de agroquímicos y fertilizantes. (Problemas de salud).



- Contaminación de acuíferos con elementos solubles con agua proveniente de la percolación por sobrerriego.

Manejo del agua

- Sobreexplotación de acuíferos.
- Intrusión del agua de mar en las zonas costeras
- Impacto del riego sobre suelos de las zonas áridas
- Salinización de los suelos por el uso de agua no apta para riego o por no haber previsto la construcción de sistemas de drenaje oportunamente



Manejo del agua



- Daños causados por avenidas extraordinarias dado que el cauce de los ríos se ha azolvado



- Desconocimiento de la demanda de agua de los cultivos.
- Falta de medición del agua a nivel parcelario

Impactos del cambio climático sobre la agricultura ¹

- Disminución de la superficie apta para cultivar maíz de temporal.
- Reducción de los rendimientos de maíz en algunas regiones.
- Reducción de la superficie apta para la ganadería extensiva en el centro y norte del país debido a sequías más agudas y a la degradación de tierras.
- Mayor riesgo de siniestros causados por eventos extremos (sequías, inundaciones, huracanes) en zonas productivas.
- Diseminación de plagas y enfermedades a nuevas áreas por el cambio de las condiciones ambientales.
- Deterioro de los niveles de bienestar de la población rural.

1) De FAO y diversos autores, 2007 y 2008

Investigaciones sobre mitigación de los efectos del cambio climático.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 8

IMPACTO Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL: SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL



“IMPACTO Y MITIGACIÓN DEL
CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL:
Sector Agropecuario y Forestal”

<http://www.cambioclimaticoglobal.colpos.mx>

Líder: Dra. M^a. de Lourdes de la Isla de Bauer

libauer@colpos.mx



INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

SAGARPA



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

Para darle el manejo adecuado se dividió en cuatro Sublíneas:

- 
- **Monitoreo y Modelación.**
 - **Impacto.**
 - **Mitigación.**
 - **Implicaciones Socioeconómicas.**

No todas las Sublíneas se abordan al presente, aunque se tiene en perspectiva lograr su integración

Proyectos en desarrollo en la Línea 8

TÍTULO	SUBLÍNEA
PRONÓSTICO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL EN LA PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ Y TRIGO EN MÉXICO.	MONITOREO Y MODELACIÓN
LA SEQUÍA EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL.	MONITOREO Y MODELACIÓN
VULNERABILIDAD EN LA ADAPTACIÓN DE LOS CULTIVOS A UN POSIBLE CAMBIO CLIMÁTICO.	MONITOREO Y MODELACIÓN
INCREMENTO INVERNAL DE TEMPERATURA E INHIBICIÓN DE LA FLORACIÓN DE LITCHI EN VERACRUZ, MÉXICO.	MONITOREO Y MODELACIÓN
ÍMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS CULTIVOS: CASO DE ESTUDIO VALLE DE MÉXICO.	MONITOREO Y MODELACIÓN
DISMINUCIÓN DE LA EMISIÓN DE METANO EN RUMIANTES, MEDIANTE EL USO DE UN INÓCULO DE BACTERIAS ACETOGÉNICAS.	MITIGACIÓN



Proyectos en desarrollo en la Línea 8

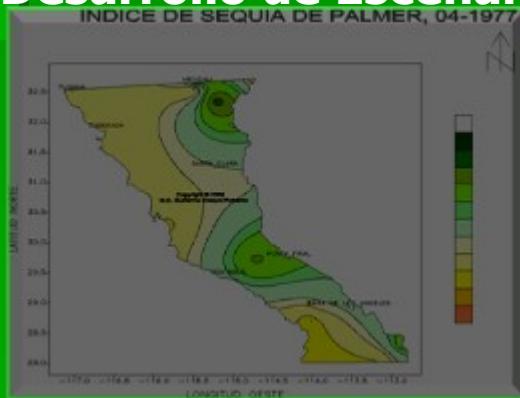
TÍTULO	SUBLÍNEA
EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS DE MANEJO SILVÍCOLA PARA INCREMENTAR LA ADITIVIDAD DE CAPTURA DE CARBONO EN BOSQUES DE OYAMEL DEL ORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO.	MITIGACIÓN
ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LOS HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO EN EL AGROECOSISTEMA DE PASTO Y MANGLE. HACIA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.	MITIGACIÓN
CAPTURA DE CARBONO.	MITIGACIÓN
CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DE COMUNIDADES DE HONGOS ECTOMICORRÍZICOS EN UN GRADIENTE DIFERENCIAL DE N EN ABIES RELIGIOSA EN EL CENTRO DE MÉXICO".	MONITOREO Y MODELACIÓN
ESTIMACIÓN DE EMISIONES ANTROPÓGENAS DE GASES EFECTO INVERNADERO (GEI) EN MÉXICO: Sector Agropecuario, Forestal y Cambio de Uso del Suelo.	MONITOREO Y MODELACIÓN

“La sequía en México ante el CCG”



que encaja en la Estrategia 11.2, del PND

“Desarrollo de Escenarios Climáticos Regionales en México”,



Cuya metodología ya se practicó en Baja California, y que es aplicable a todo el país.

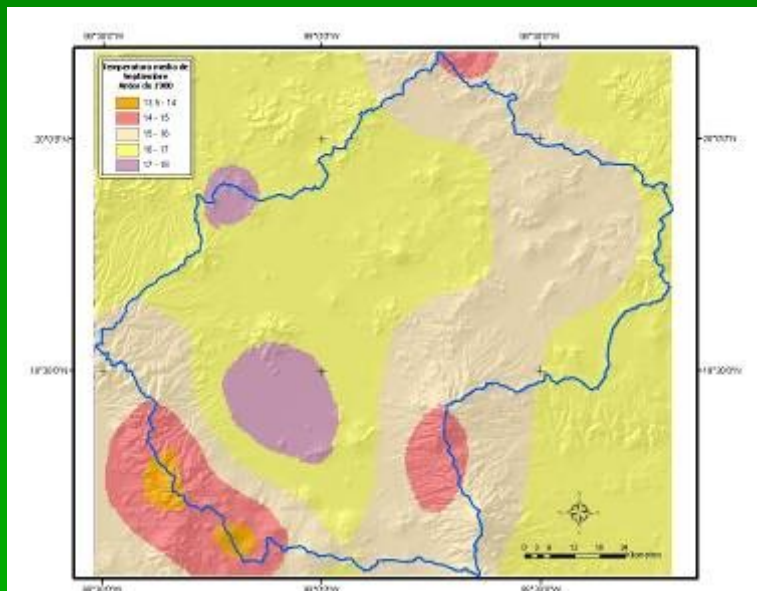
Productos

- **Generación de mapas regionales de toda la República. Se elaborarán discos compactos para su distribución.**
- **Facilitar la información a las instituciones correspondientes, como un apoyo a la toma de decisiones a nivel nacional y global, por ejemplo al IPCC / México.**

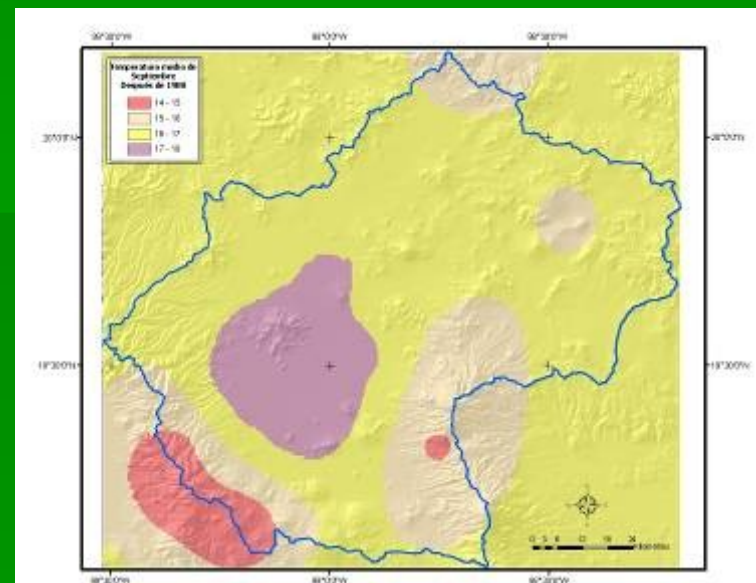
Beneficios

- **Ya que el fenómeno de sequía es indicativo de las condiciones climáticas en los diversos escenarios, la información será útil en la elaboración de modelos climáticos y predicciones.**

ÍMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS CULTIVOS: CASO DE ESTUDIO VALLE DE MÉXICO.

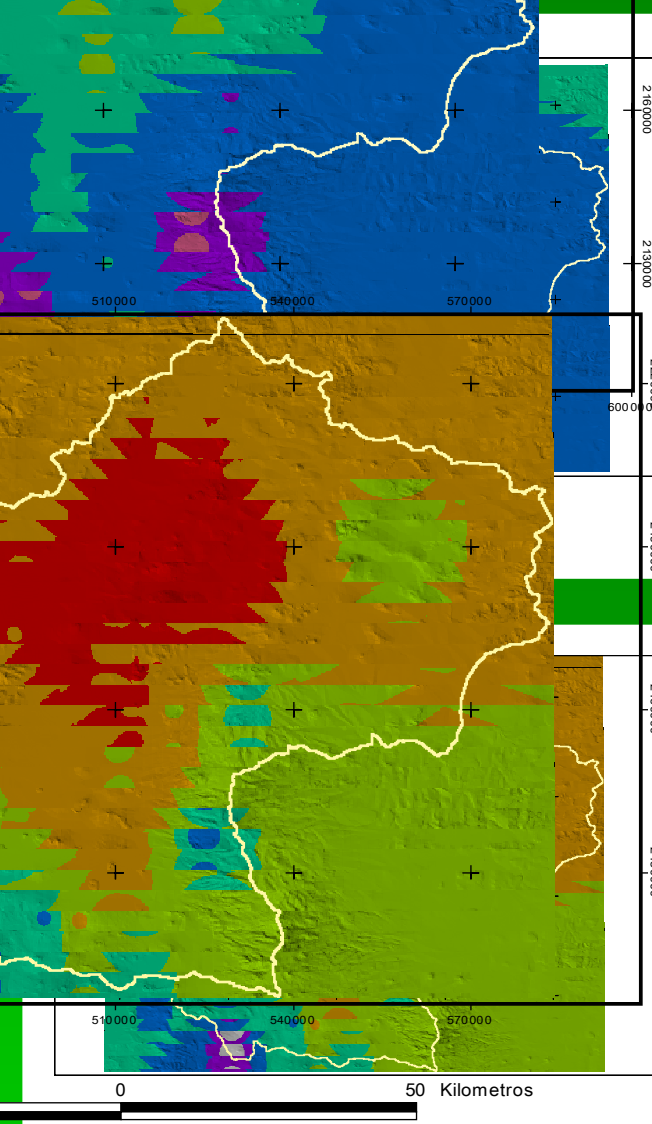


Temperatura media, Septiembre, 1960-1980.



Temperatura media, Septiembre, 1980-2000



IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS CULTIVOS: CASO DE ESTUDIO VALLE DE MÉXICO



Responsable del Proyecto:
Dr. Leonardo Tijerina Chávez

Análisis para antes de 1980

ETo Septiembre
mm/día
2.6 - 2.8

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 8
Impacto y Mitigación del Cambio Climático
Sector Agropecuario y Forestal


Proyecto:
Determinación de ETo en el Valle de México

Responsable del Proyecto:
Dr. Leonardo Tijerina Chávez
Dr. Leonardo Tijerina Chávez

Análisis para después de 1980

ETo Septiembre
mm/día

- 2.4 - 2.6
- 2.6 - 2.8
- 2.8 - 3.0
- 3.0 - 3.2
- 3.2 - 3.4
- 3.4 - 3.6
- 3.6 - 3.8



Superficie (%) de los cambios de ET₀ Para diferentes cultivos

Cultivo	Disminuye	Sin cambio	Aumenta
	%		
Alfalfa	15.7	0.6	83.8
Avena	9.8	2.6	87.6
Cebada	9.8	2.6	87.6
Frijol	2.6	0.4	97.1
Haba	9.7	4.9	85.5
Maíz	3.3	0.3	96.4
Papa	9.0	2.9	88.2
Trigo	9.8	2.6	87.6

“Disminución de la emisión de metano en Rumiantes mediante la introducción de bacterias acetogénicas en la flora del rúmen”.

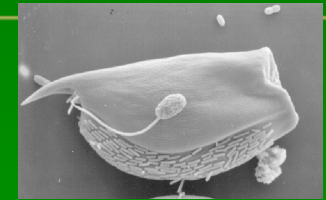
Con ello se atiende uno de los puntos críticos a nivel global, ya que representa el 20% de las aportaciones globales de metano.

El responsable: Dr. Mario A. Cobos, ha sido premiado por estos trabajos.

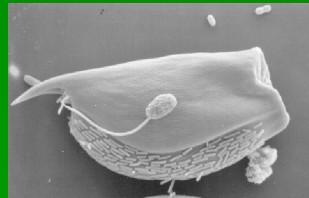
Este estudio atiende al Objetivo 10 del PND “Reducir las Emisiones de los Gases Efecto Invernadero”.



Productos



- **Obtención de bacterias selectas metanogénicas al 2008.**
- **Obtención de bacterias selectas acetogénicas al 2009.**
- **Caracterización y obtención de patentes de aislamientos bacterianos acetogénicos al 2012.**



Beneficios

- **La manipulación adecuada de las bacterias traerá grandes ventajas al reducir las emisiones de metano de los rumiantes.**
- **Se trata de una aportación mexicana al mundo.**

Corresponde a este Grupo de Investigación contribuir al Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero,

**c) ESTIMACIÓN DE EMISIONES
ANTROPÓGENAS DE GASES EFECTO
INVERNADERO (GEI) EN MÉXICO: *Sector
Agropecuario, Forestal y Cambio de Uso del Suelo.***

Productos

- **Generación de factores de emisión para los principales cultivos y hatos de ganado. La planeación se hará a 5 años.**

Beneficios

- **Obtención de información más apegada a la realidad de los factores de emisión de los GEI.**
- **La información generada del Censo Agropecuario y Forestal (2007) fortalecerá las evaluaciones.**

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- Captura y almacenamiento de agua de lluvia con métodos tradicionales (pequeños embalses, jagüeyes, sistemas de canales, terrazas y semiterrazas, etc.)
- Uso de agua tratada.
- Riego por goteo y sistemas tecnificados similares.
- Uso de especies vegetales de raíz profunda, perennes, con bajos requerimientos de agua y tolerantes a la sal.
- Rotación de cultivos u otros métodos relacionados.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....

- Desarrollo de variedades mejor adaptadas a los cambios en las condiciones del suelo.
- Almacenamiento preventivo de granos y alimentos para compensar cosechas magras.
- Labranza de Conservación (sin uso del arado).
- Tecnicar el cultivo en laderas
- Diversificación de especies y variedades de cultivos y ganado.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....

- Ajuste en los coeficientes de agostadero, cambios de ubicación de abrevaderos, cambios de regímenes de pastoreo y manejo de hatos, fomento al “Manejo Holístico”, utilización de especies y/o razas alternativas de ganado.
- Manejo de escorrentía (usada desde la antigüedad en África y Medio Oriente). Utilizada en el Desierto de Negev posibilita cosechas en áreas con precipitaciones de sólo 100 mm/año y recientemente aplicada en Israel, Libia, Túnez y otros países.
- Elección de otras prácticas agrícolas tradicionales.

REFLEXIÓN

- Los políticos y los técnicos tenemos el siguiente reto:

Sabemos que la situación de pobreza que se vive en el medio rural está en función de la disponibilidad de los recursos naturales y de otros factores como: económicos, sociales y culturales que se reflejan en el *modus vivendi* de la gente.

REFLEXIÓN

- Sin embargo; se hace poco o casi nada por la conservación de los recursos naturales y es sobre la gente del medio rural donde más impactan los efectos del **cambio climático** como son los eventos climatológicos extremos tales como sequías, inundaciones, ondas de calor que llegan a generar problemas de salud y hambrunas.
- Falta poner al alcance de esta gente la tecnología existente para afrontar estos fenómenos
- El gobierno implementa programas a corto plazo para salir de este tipo de problemas; pero no existen programas de investigación y de conservación de los recursos naturales y de aprovechamiento de energía alterna a largo plazo que realmente resuelvan el