

# El Cultivo del Café ante el Cambio Climático

---

Gabriel Díaz Padilla  
Rafael Alberto Guajardo Panes  
INIFAP



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

**inifap**  
Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



**Clúster  
Mexicano  
del Café**

# Cambio climático definición:

Es la variación en el estado del sistema climático terrestre, formado por:

- a) la atmósfera (Capa de gases que rodea la Tierra)
  - b) la hidrosfera (Agua de la Tierra)
  - c) la criosfera, (Agua en estado sólido)
  - d) la litosfera (Parte sólida de la Tierra)
  - e) y la biosfera (hábitat de todos los seres vivos )
- que perdura durante períodos de tiempo suficientemente largos (décadas o más tiempo) hasta alcanzar un nuevo equilibrio.



# ¿Qué lo distingue de las variaciones climáticas naturales?

Si bien el clima de la Tierra ha fluctuado a lo largo de su historia debido a causas naturales, el cambio climático actual se caracteriza por:

**Velocidad:** Los cambios climáticos actuales están ocurriendo a un ritmo mucho más rápido que en el pasado.

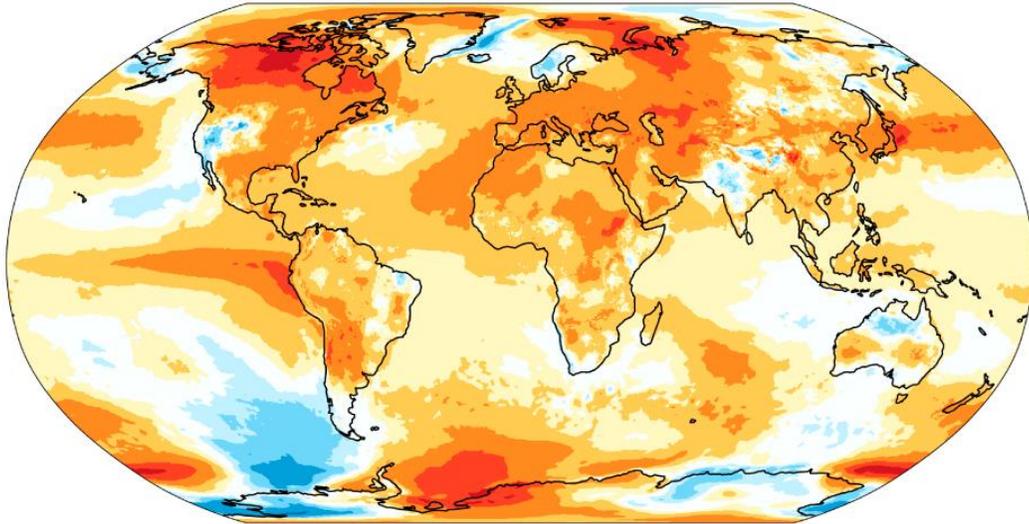
**Intensidad:** Los efectos del cambio climático actual son más severos y generalizados que en cualquier otro período de la historia reciente.

**Causa principal:** La actividad humana, principalmente la quema de combustibles fósiles y la deforestación, es el principal impulsor del cambio climático actual.

# Variación térmica mundial

## ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA DEL AIRE EN SUPERFICIE EN 2023

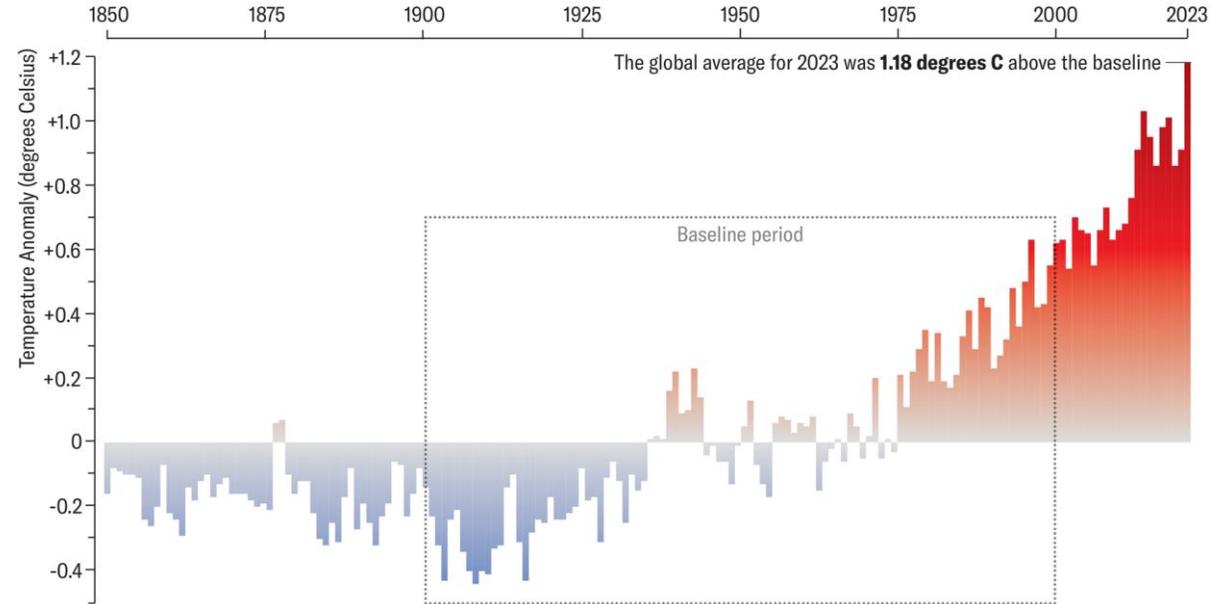
Periodo de referencia 1991-2020



FUENTE: ERA5.  
EL MUNDO



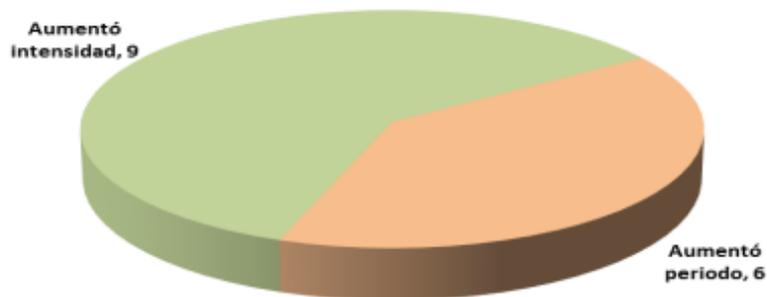
## Annual Global Temperature Anomalies, Compared with 1901–2000



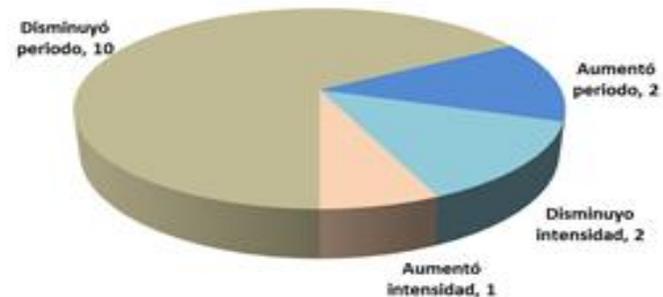
2023 se convierte en el año más caluroso y se queda cerca de llegar al aumento crítico de 1.55 grados de temperatura global

# Percepción del Productor Cafetalero al Cambio Climático

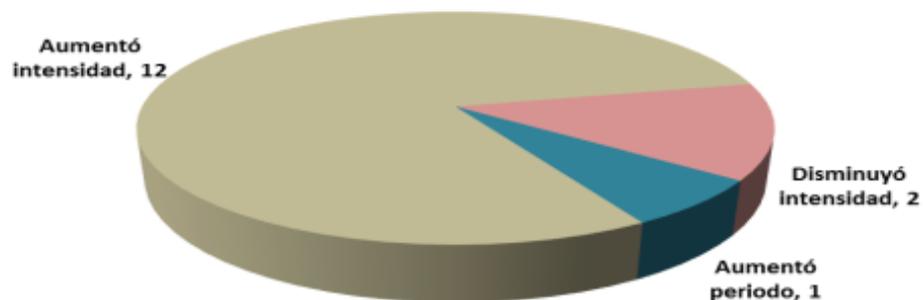
¿Ha sentido cambios de calor en el ambiente?



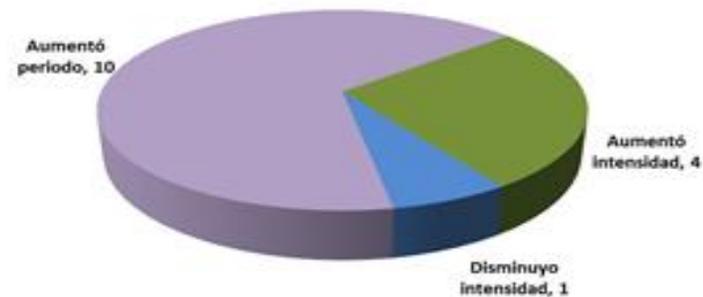
¿Ha sentido cambios en la lluvia?



¿Ha sentido cambios de frío en el ambiente?



¿Qué ha notado en los periodos de sequía?

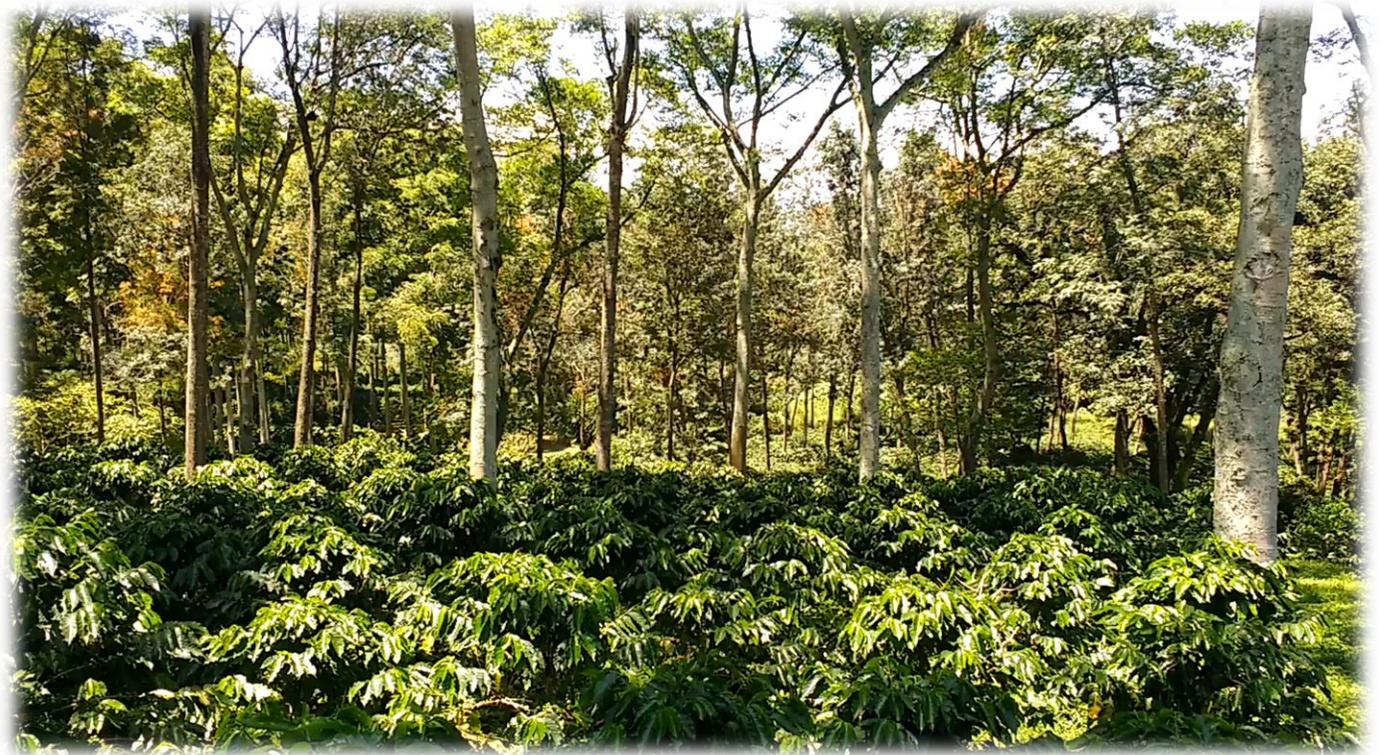


¿ Cómo afectará el cambio climático a las zonas productoras de café ?

¿ Se conservarán... ?

¿ Disminuirán... ?

¿ Aumentarán... ?



# Potencial Productivo

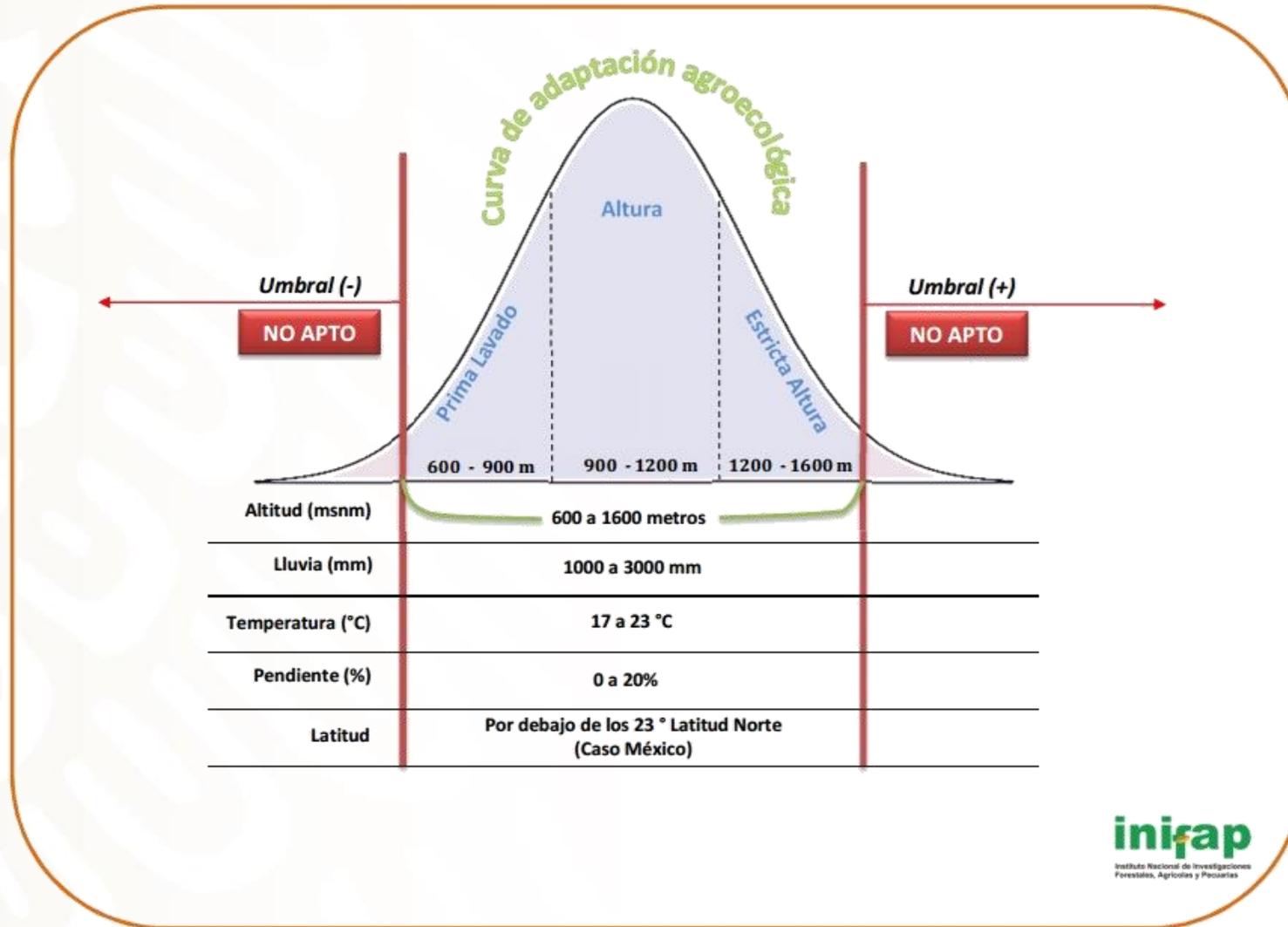
- Es la identificación de zonas con las mejores **condiciones de éxito** en la producción de un cultivo.
- ¿Que es una condición de éxito en potencial productivo?
- Es el lugar más idóneo que por **condiciones climáticas, edáficas y topográficas** permite el buen desarrollo de la planta.



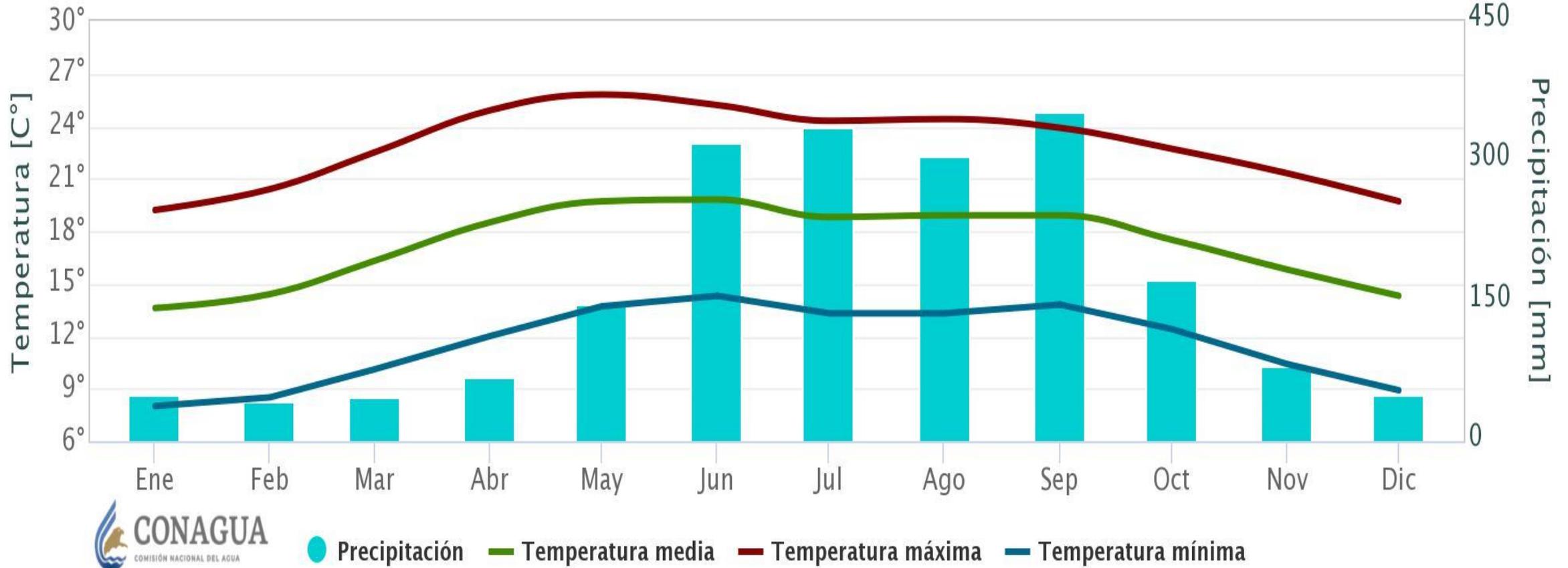
		<b>Frutales</b>	<b>Industriales</b>	<b>Hortalizas</b>
<b>Precipitación</b>				
<b>Radiación</b>				
<b>Temperatura</b>				
<b>Altitud (msnm)</b>				
<b>Suelos</b>				
		<b>Bioenergéticos</b>	<b>Básicos</b>	<b>Ornamentales</b>

# Curva de adaptación agroecológica (Requerimientos agroecológicos)

## Requerimientos Agroecológicos del café arábica



# CLIMOGRAMA [1981-2010]: ESTACIÓN CENTRO REGIONAL HUATUSCO, VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE (19.1467,-96.95). CLAVE 30342

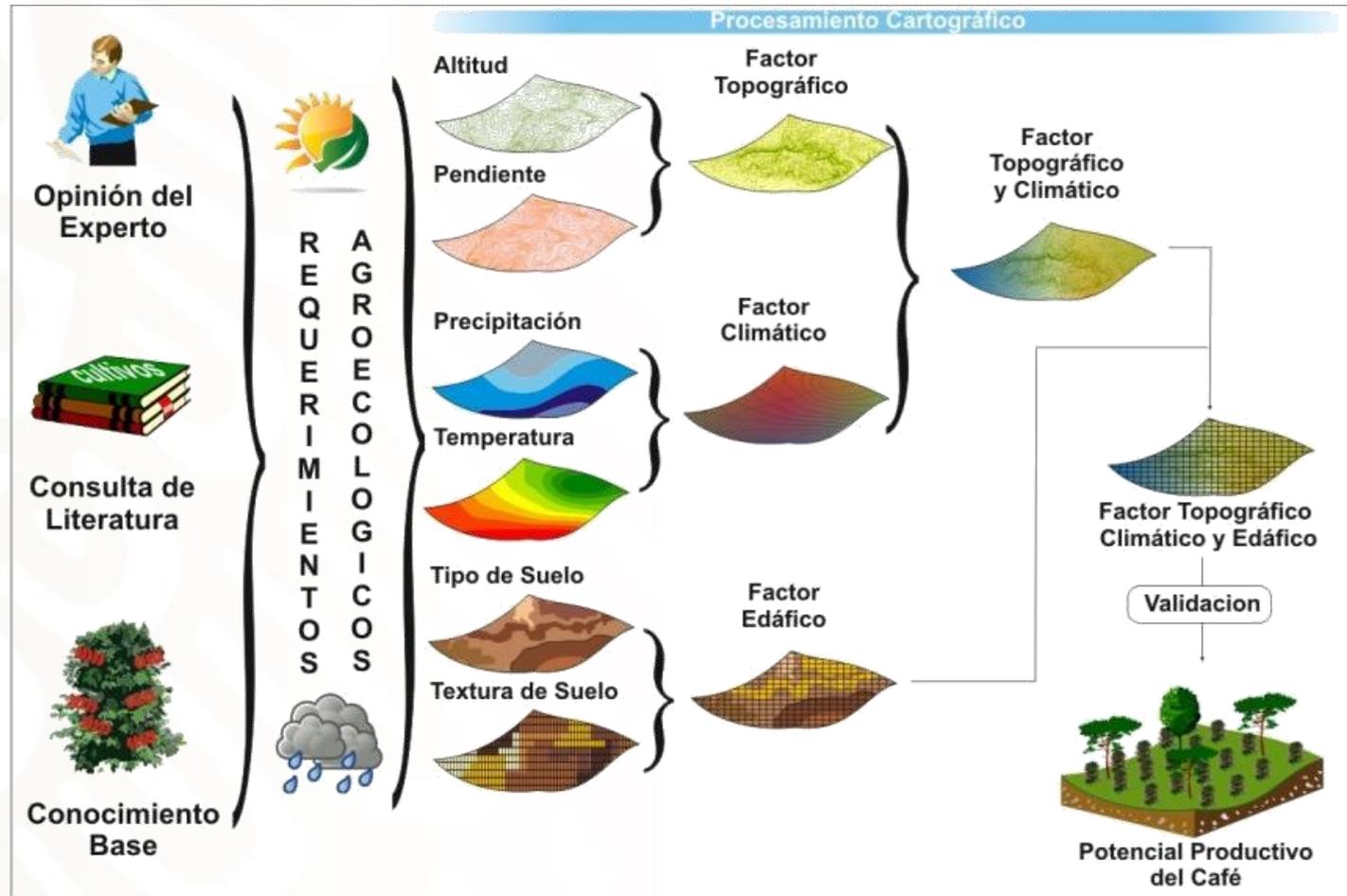


● Precipitación ● Temperatura media ● Temperatura máxima ● Temperatura mínima



# Proceso cartográfico

Tomando como base la opinión de un experto, bibliografía y aplicando un conocimiento conocido o base referente a un cultivo, se realizan intersecciones cartográficas para poder llevar a cabo un análisis espacial, de esta manera se obtienen zonas con adaptabilidad agroecológica.



# ¿ Por qué el modelo HadGEM2-ES ?

Modelo	Centro de Modelación	Resolución
CNRM-CM5	Metéo-France/Centre National de Resherches Météorologiques, France	1.4°x1.4°
HadGEM2-ES	Hadley Centre for Climate Prediction and Research/Met Office, United Kingdom	1.8°x1.2°
MPI-ESM-LR	Max Planck Institute for Meteorology, Germany	1.8°x1.8°
MRI-CGCM3	Meteorological Research Institute, Japan	1.1°x1.1



200 x 133 km

HadGEM2-ES es un modelo climático de alta resolución que utiliza múltiples simulaciones para proporcionar una imagen más completa y robusta de la variabilidad y el cambio climático.

El modelo que mejor captura la bimodalidad de la precipitación, así como su variabilidad entre otros indicadores de temperatura, presión del mar y vientos (Cavazos, 2013).

# ¿ Por qué RCP 4.5 ?

Escenarios de emisiones	2015 - 2039		2045 - 2069		2075 - 2099	
	Mejor estimación (°C)	Rango muy probable (°C)	Mejor estimación (°C)	Rango muy probable (°C)	Mejor estimación (°C)	Rango muy probable (°C)
SSP1- 1.9	1,5	1,2 a 1,7	1,6	1,2 a 2	1,4	1 a 1,8
SSP1- 2.6	1,5	1,2 a 1,8	1,7	1,3 a 2,2	1,8	1,3 a 2,4
SSP2- 4.5	1,5	1,2 a 1,8	2	1,6 a 2,5	2,7	2,1 a 3,5
SSP3- 7.0	1,5	1,2 a 1,8	2,1	1,7 a 2,6	3,6	2,8 a 4,6
SSP5- 8.5	1,6	1,3 a 1,9	2,4	1,9 a 3	4,4	3,3 a 5,7

Optimista

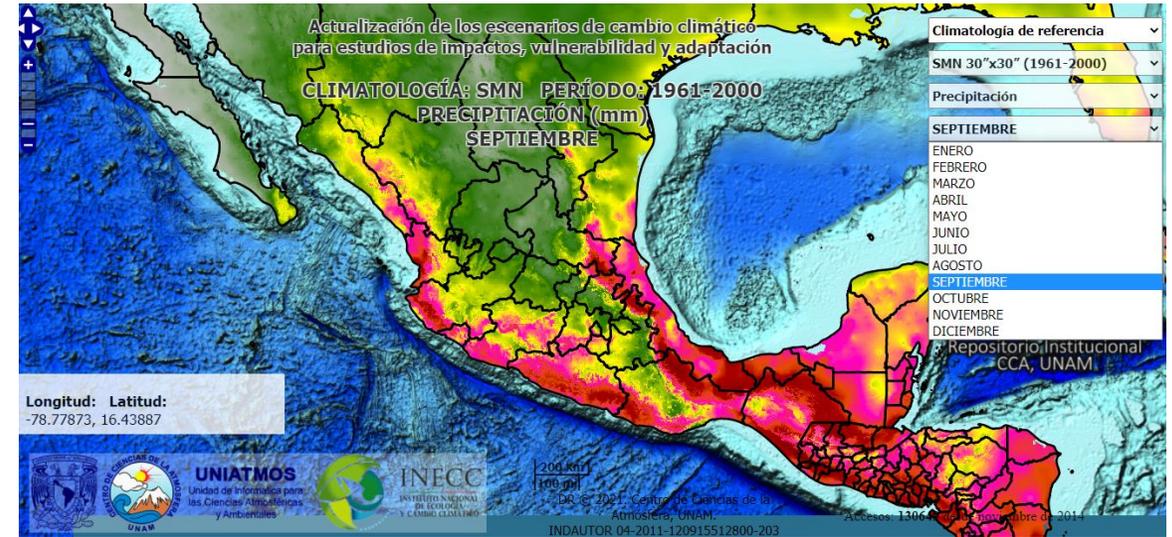
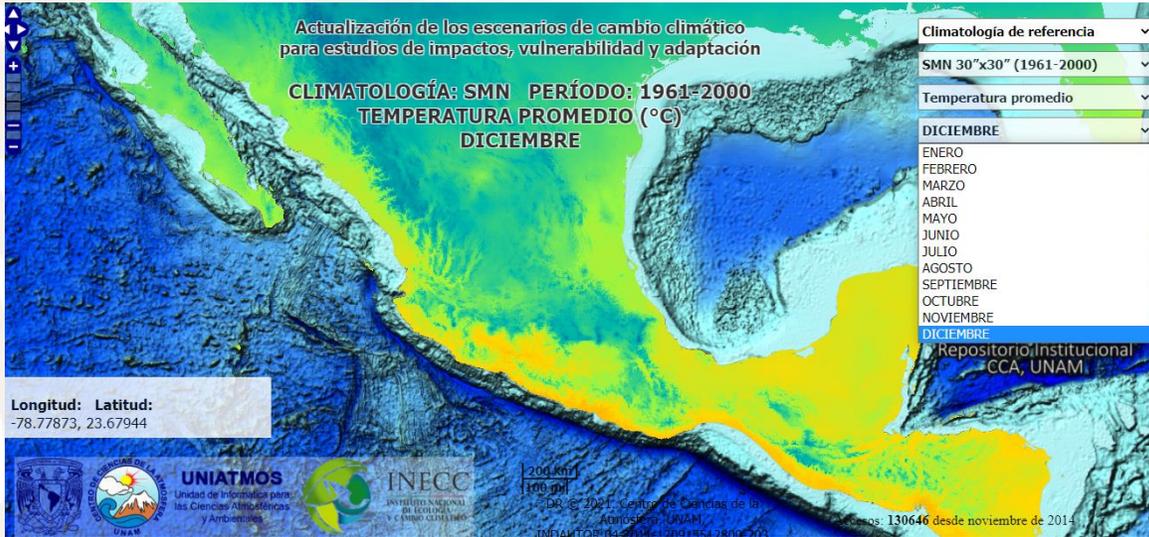
Intermedio

Pesimista

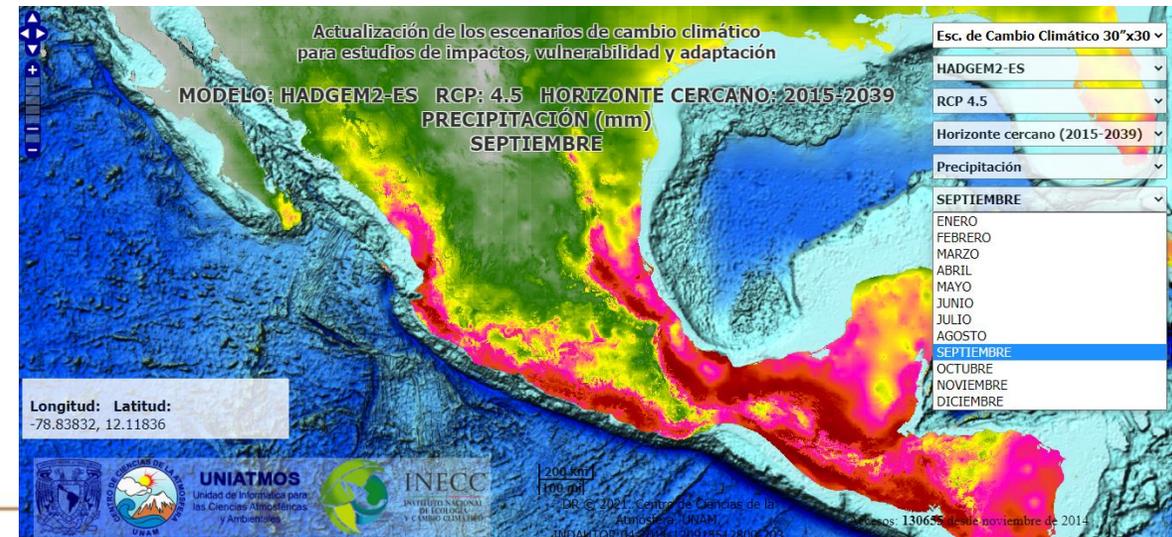
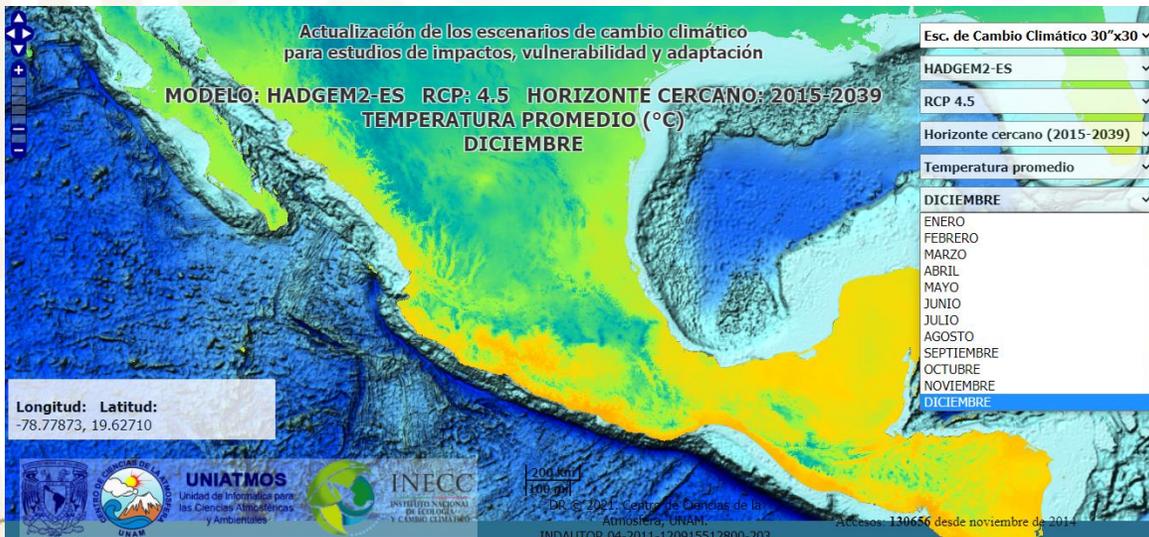
RCP = Sendas Representativas de Concentración

Forzamiento radiactivo de emisiones de CO<sub>2</sub> constantes de 4.5 a 8.5 Watts/m<sup>2</sup>

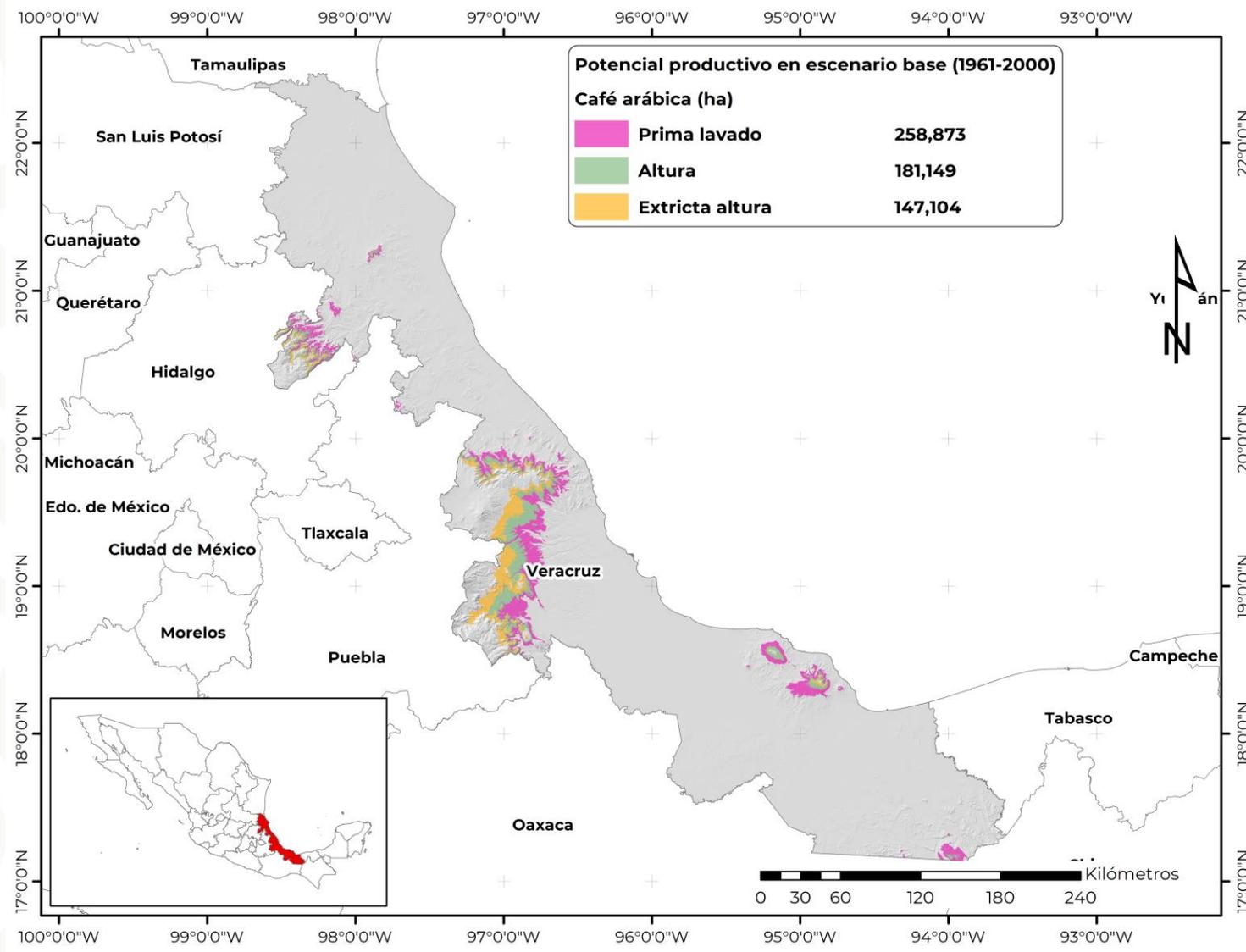
## Temperatura y precipitación en escenario base (1961-2000)



## Temperatura y precipitación en escenario cercano (2015-2039)



# Variación espacial del potencial productivo de Café arábica en el escenario base en el estado de Veracruz.

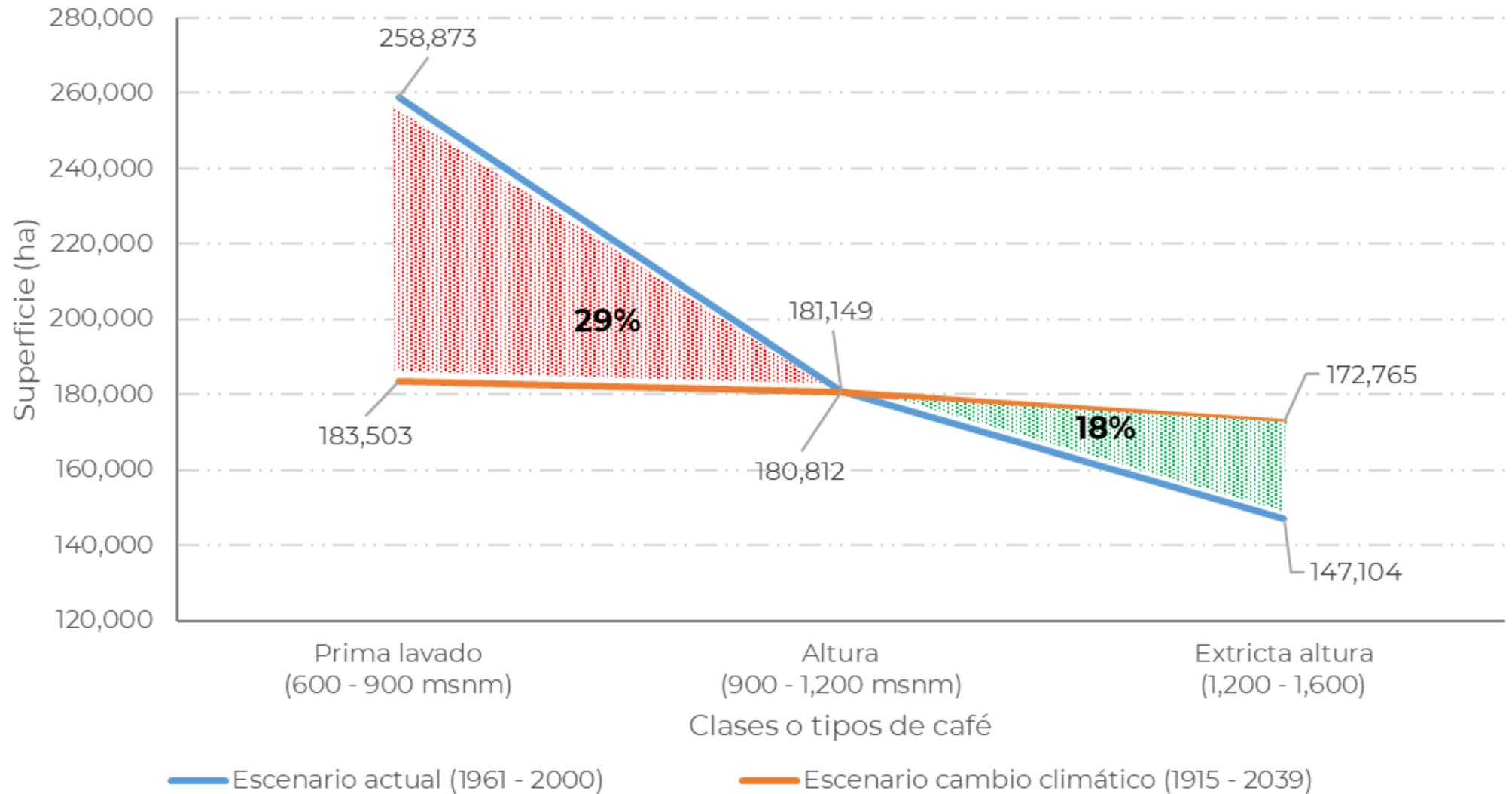


Están reservados todos los derechos.

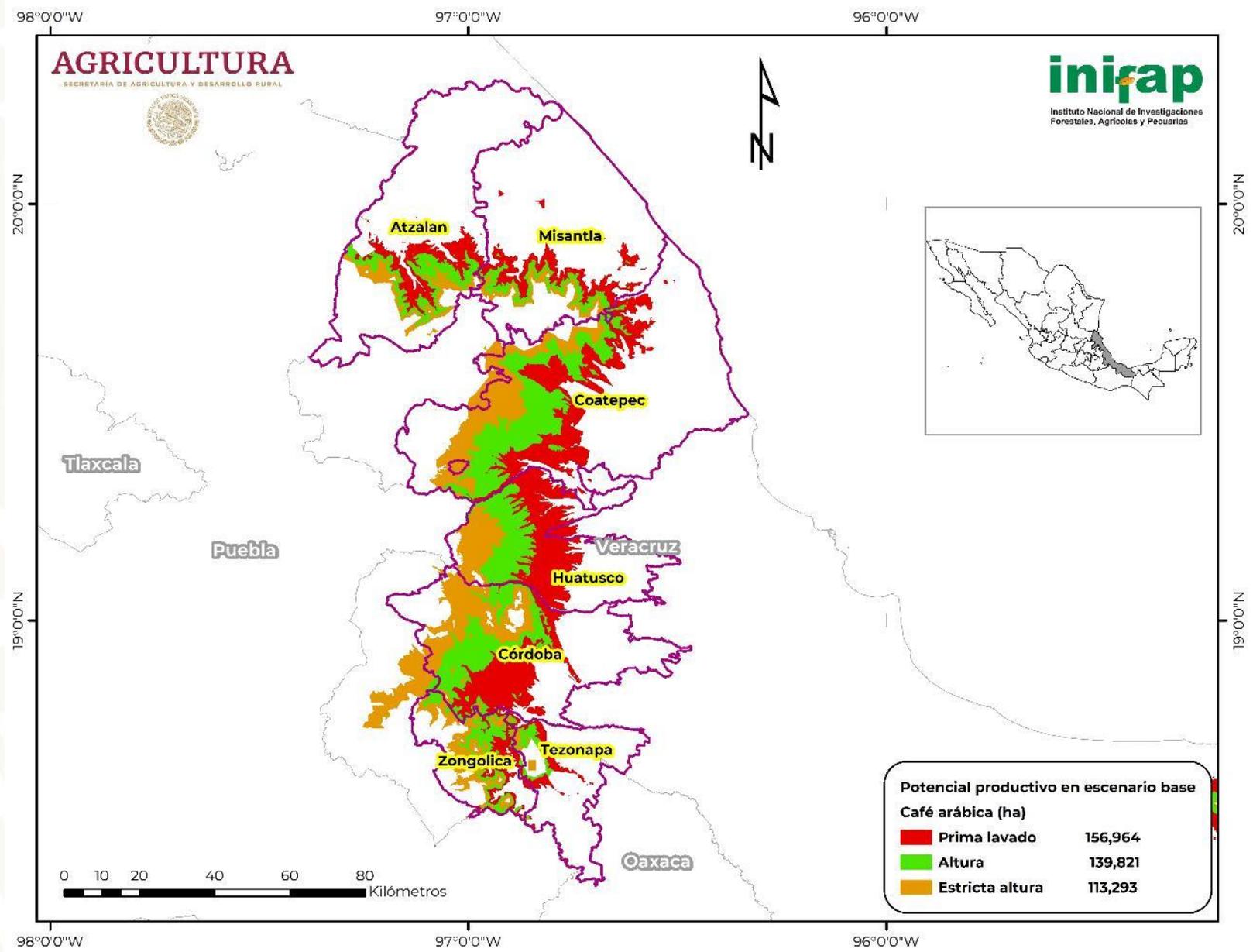
Queda prohibida la reproducción, almacenamiento en memoria electrónica o la transmisión por cualquier medio electrónico, mecánico, de fotocopiado, grabación, etc. de la totalidad o parte de la imagen o presentación sin autorización por escrito.



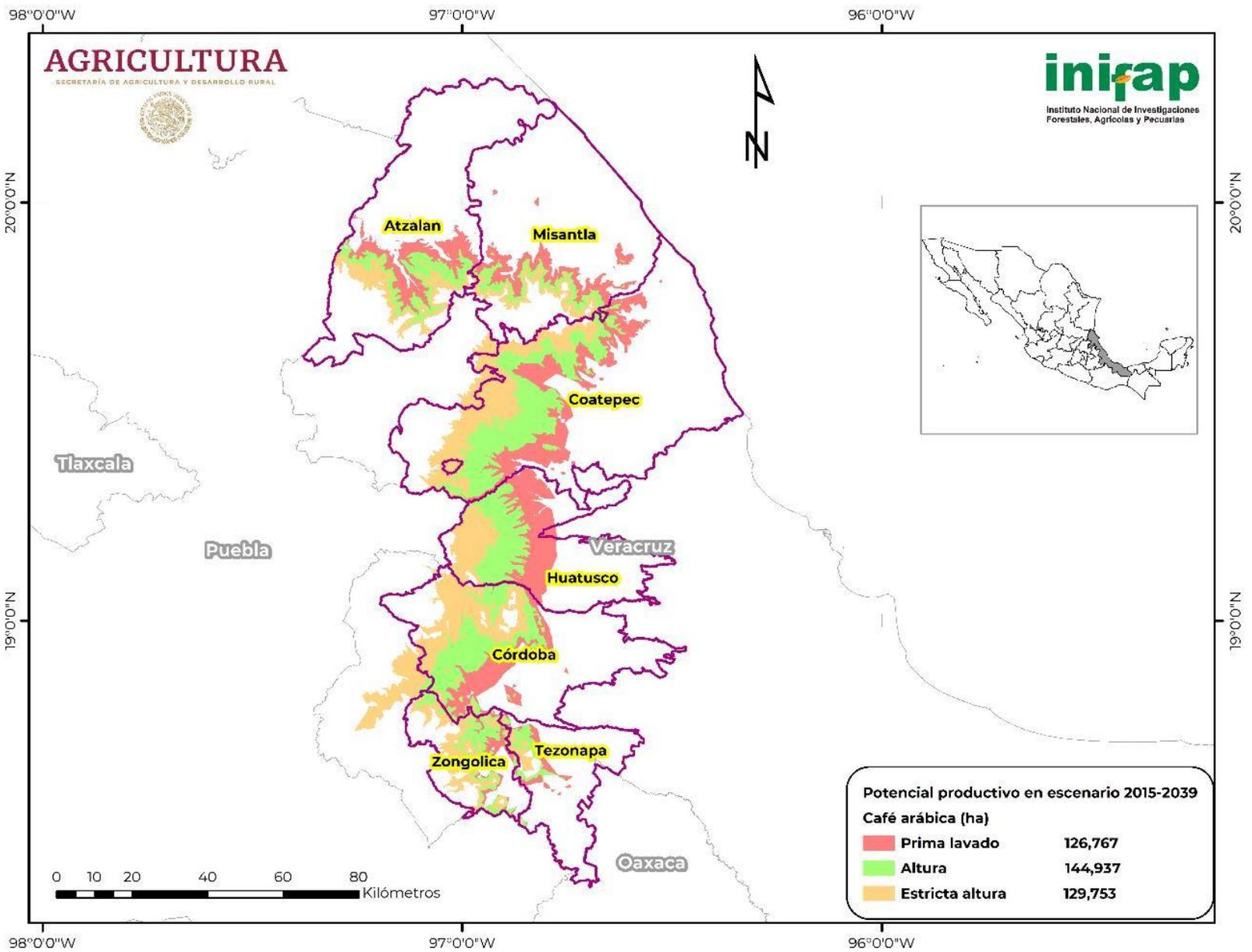
# Variación de superficie de potencial productivo de Café arábica en ambos escenarios en el estado de Veracruz.



# Variación de superficie de potencial productivo de Café arábica en el escenario base en la región Centro del estado de Veracruz.



# Variación de superficie de potencial productivo de Café arábica en el escenario 2015 – 2039 en la región Centro del estado de Veracruz.

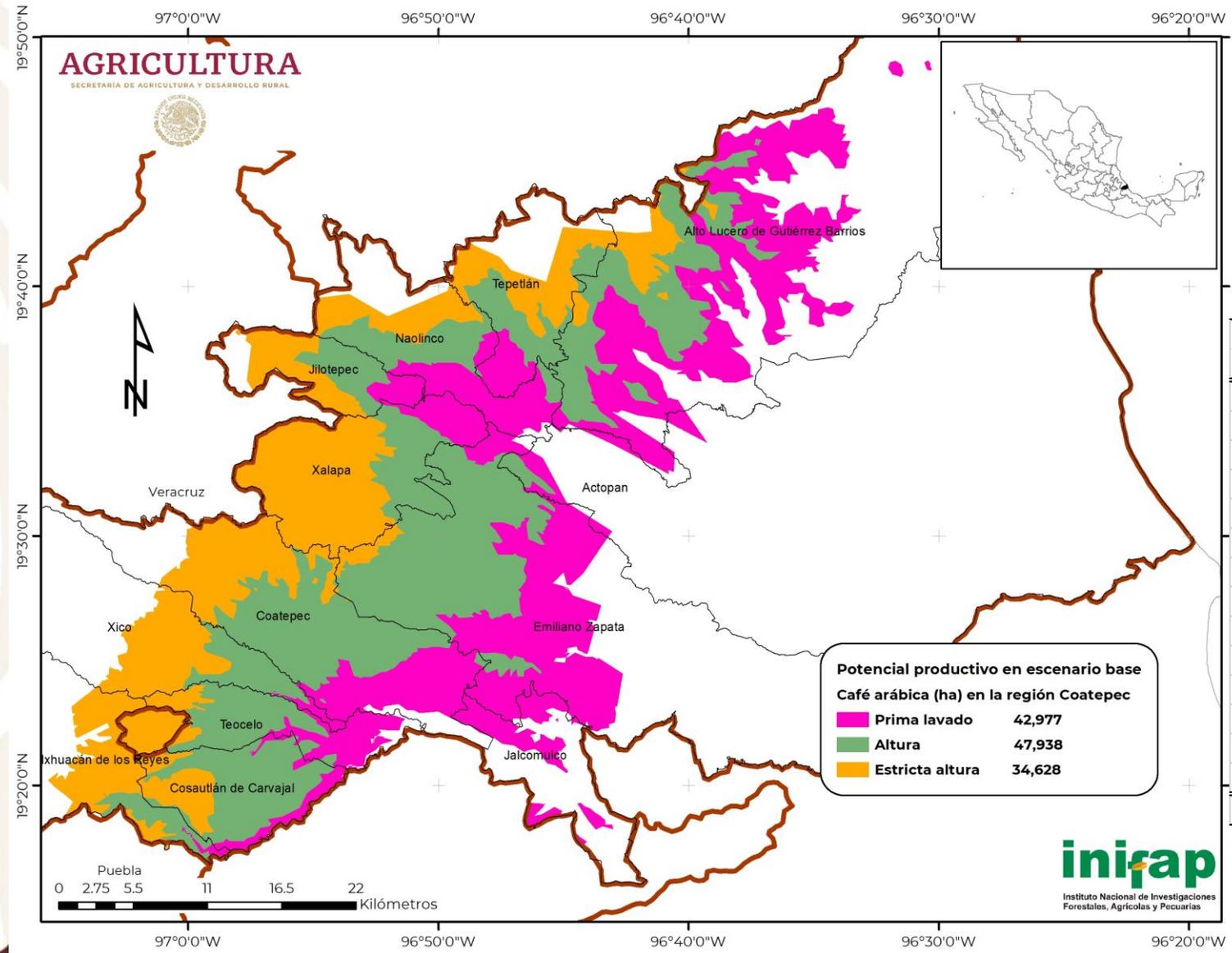


# Potencial Productivo de Café Arábica

## Escenario Actual vs Escenario 2015 – 2039

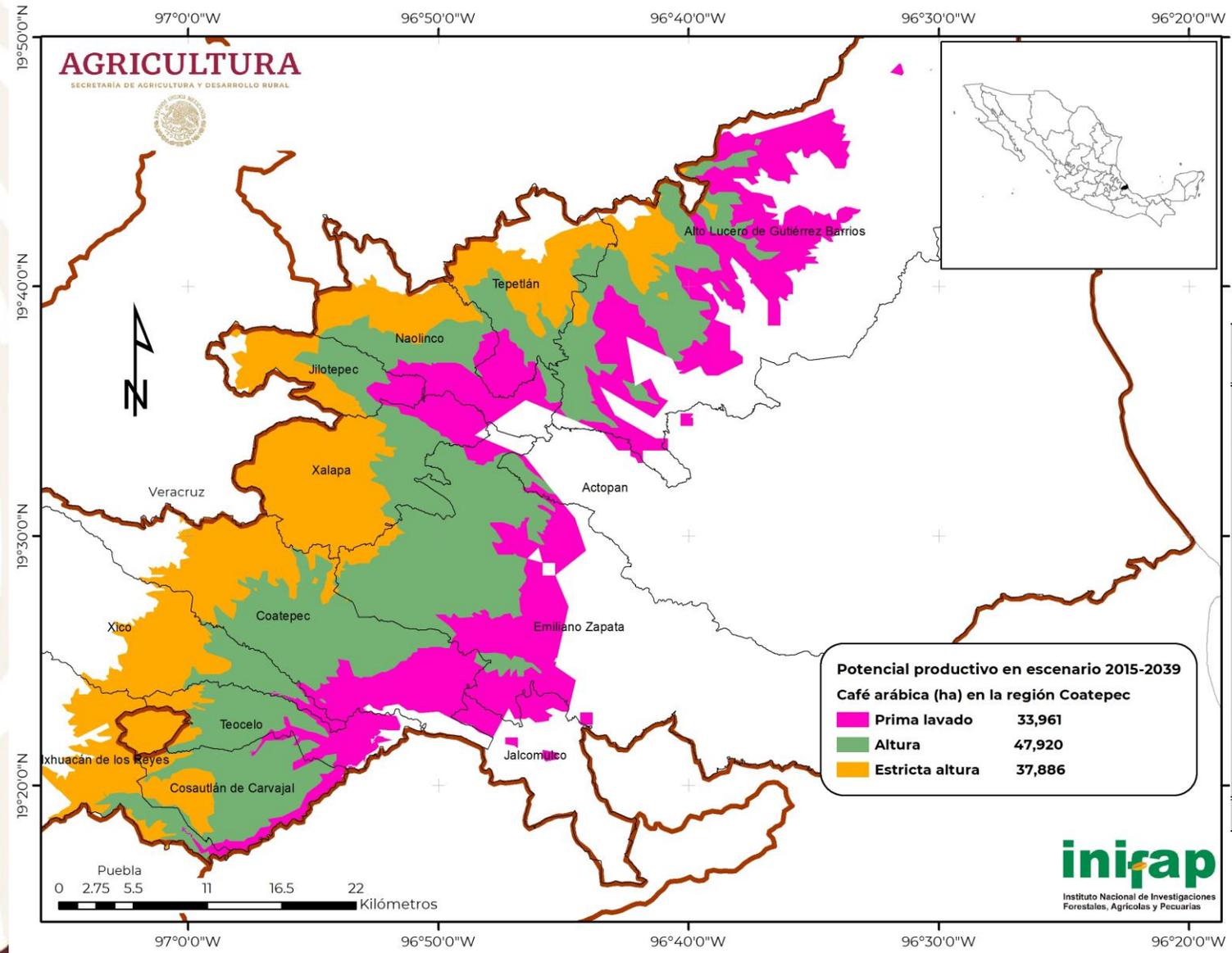
Región	Escenario	Prima lavado		Altura		Estricta altura	
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Atzalan	Actual	17,088	63	15,502	48	10,792	149
	2015-2039	27,832		22,880		26,884	
Coatepec	Actual	43,032	24	47,938	6	34,628	14
	2015-2039	32,580		45,046		29,807	
Córdoba	Actual	30,596	35	29,068	10	28,623	17
	2015-2039	19,844		31,920		33,347	
Huatusco	Actual	35,503	36	21,587	5	15,021	3
	2015-2039	22,784		20,451		15,479	
Misantla	Actual	16,827	11	9,705	18	7,108	20
	2015-2039	15,007		7,989		5,699	
Tezonapa	Actual	5,854	32	3,934	22	1,543	106
	2015-2039	3,973		4,793		3,183	
Zongolica	Actual	8,064	41	12,087	2	15,578	1
	2015-2039	4,747		11,858		15,354	
Región cafetalera principal	Actual	156,964	19	139,821	4	113,293	15
	2015-2039	126,767		144,937		129,753	

# Variación de superficie de potencial productivo de Café arábica en el escenario base en la región de Coatepec



Municipio	Prima lavado	Altura	Estricta altura
Actopan	1,092	387	0
Alto Lucero de Gutiérrez Barrios	15,439	7,798	1,859
Ayahualulco	0	7	1,202
Coatepec	4,017	7,363	4,923
Cosautlán de Carvajal	968	4,859	1,784
Emiliano Zapata	10,734	11,606	539
Ixhuacán de los Reyes	127	1,148	3,676
Xalapa	1,426	2,874	8,087
Jalcomulco	2,319	0	0
Xico	298	1,821	3,971
Jilotepec	689	1,653	2,380
Naolinco	2,934	2,904	2,275
Teocelo	1,801	3,133	749
Tepetlán	1,132	2,384	3,184
<b>Región Coatepec</b>	<b>42,977</b>	<b>47,938</b>	<b>34,628</b>

# Variación de superficie de potencial productivo de Café arábica en el escenario 2015 – 2039 en la región de Coatepec



Municipio	Prima lavado	Altura	Estricta altura
Actopan	471	385	0
Alto Lucero de Gutiérrez Barrios	12,530	7,782	2,168
Ayahualulco	0	7	1,202
Coatepec	4,016	7,363	5,148
Cosautlán de Carvajal	968	4,859	1,784
Emiliano Zapata	7,121	11,606	539
Ixhuacán de los Reyes	127	1,148	4,011
Xalapa	1,382	2,874	8,087
Jalcomulco	1,207	0	0
Xico	298	1,821	4,142
Jilotepec	689	1,653	2,701
Naolinco	2,277	2,904	3,216
Teocelo	1,744	3,133	749
Tepetlán	1,132	2,384	4,142
<b>Región Coatepec</b>	<b>33,961</b>	<b>47,920</b>	<b>37,886</b>

# Potencial Productivo de Café Arábica

## Escenario Actual vs Escenario 2015 – 2039

Municipio	Escenario	Prim a lavado		Altura		Estricta altura	
Actopan	Actual	1,092	↓ 57	387	↓ < 1		
	2015-2039	471		385			
Alto Lucero de Gutiérrez Barrios	Actual	15,439	↓ 19	7,798	↓ < 1	1,859	↑ 17
	2015-2039	12,530		7,782		2,168	
Ayahualulco	Actual			7		1,202	
	2015-2039			7		1,202	
Coatepec	Actual	4,017	↓ < 1	7,363		4,923	↑ 5
	2015-2039	4,016		7,363	5,148		
Cosautlán de Carvajal	Actual	968		4,859		1,784	
	2015-2039	968		4,859		1,784	
Emiliano Zapata	Actual	10,734	↓ 34	11,606		539	
	2015-2039	7,121		11,606	539		
Ixhuacán de los Reyes	Actual	127		1,148		3,676	↑ 9
	2015-2039	127		1,148		4,011	
Xalapa	Actual	1,426	↓ 3	2,874		8,087	
	2015-2039	1,382		2,874	8,087		
Jalcomulco	Actual	2,319	↓ 48				
	2015-2039	1,207					
Xico	Actual	298		1,821		3,971	↑ 4
	2015-2039	298		1,821		4,142	
Jilotepec	Actual	689		1,653		2,380	↑ 13
	2015-2039	689		1,653		2,701	
Naolinco	Actual	2,934	↓ 22	2,904		2,275	↑ 41
	2015-2039	2,277		2,904	3,216		
Teocelo	Actual	1,801	↓ 3	3,133		749	
	2015-2039	1,744		3,133	749		
Tepetlán	Actual	1,132		2,384		3,184	↑ 30
	2015-2039	1,132		2,384		4,142	

# Recomendaciones para adaptarse al cambio climático

## Estrategias de adaptación en la agricultura

**Diversificación de cultivos:** El cultivo de una variedad de cultivos puede reducir el riesgo de pérdidas debido a eventos relacionados con el clima.

**Mejora de la gestión del agua:** La implementación de sistemas de riego eficientes, la recolección de agua de lluvia y variedades de cultivos tolerantes a la sequía pueden ayudar a adaptarse a los cambios en la disponibilidad de agua.

**Variedades climáticamente inteligentes:** Desarrollar y adoptar variedades de cultivos que sean más resistentes al calor, la sequía y las plagas.

**Manejo integrado de plagas:** Uso de métodos de control biológico y cultural para reducir la dependencia de plaguicidas químicos.

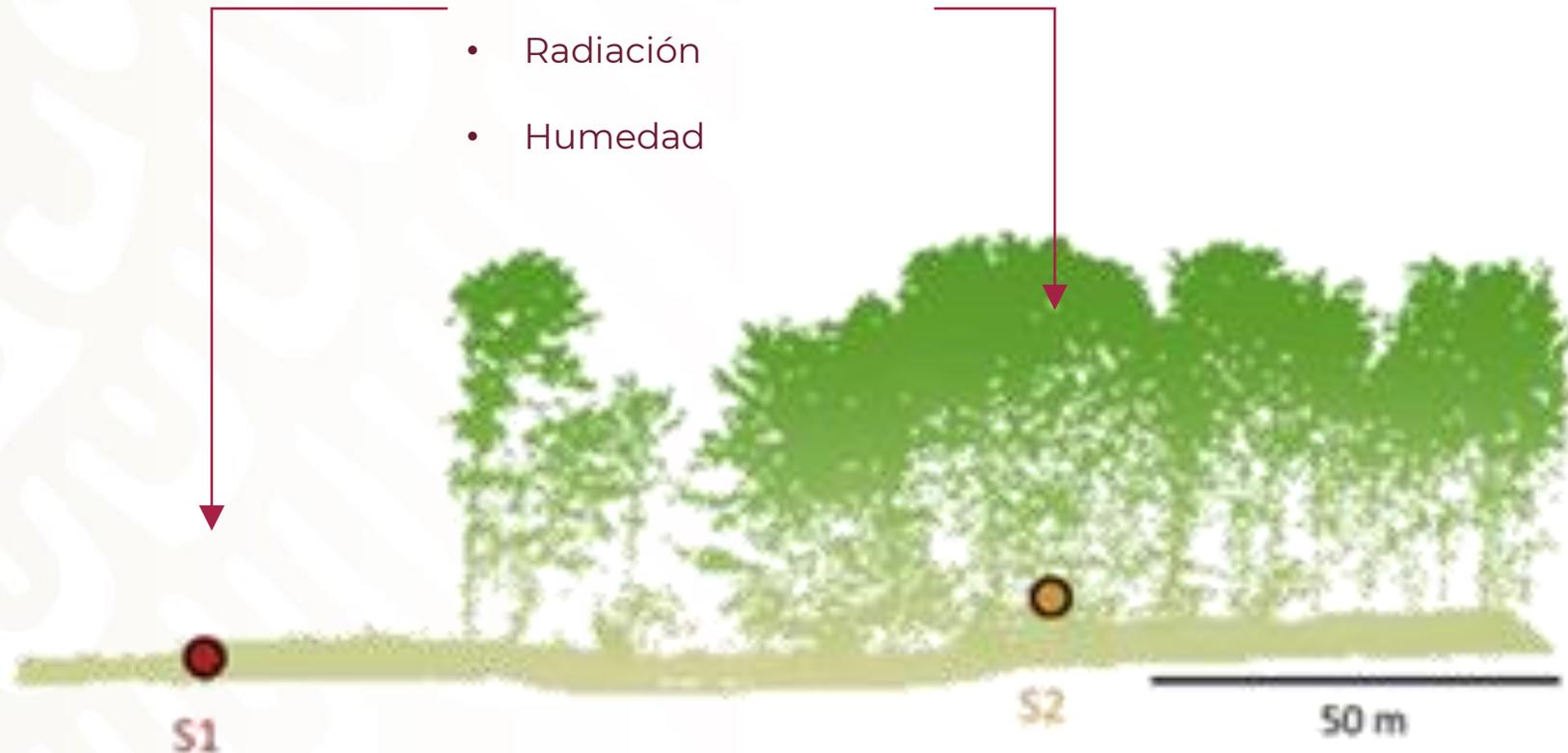
**Transición agroecológica:** producción más sostenible, justa y resiliente

**Adaptación basada en la comunidad:** Apoyo a las organizaciones y cooperativas de agricultores para que desarrollen e implementen estrategias de adaptación.

## Toma de datos relevantes

Monitoreo de Microclimas – Concientizar la importancia y beneficios del sistema agroforestal café en la adaptación al cambio climático

- Precipitación efectiva
- Temperatura
- Radiación
- Humedad



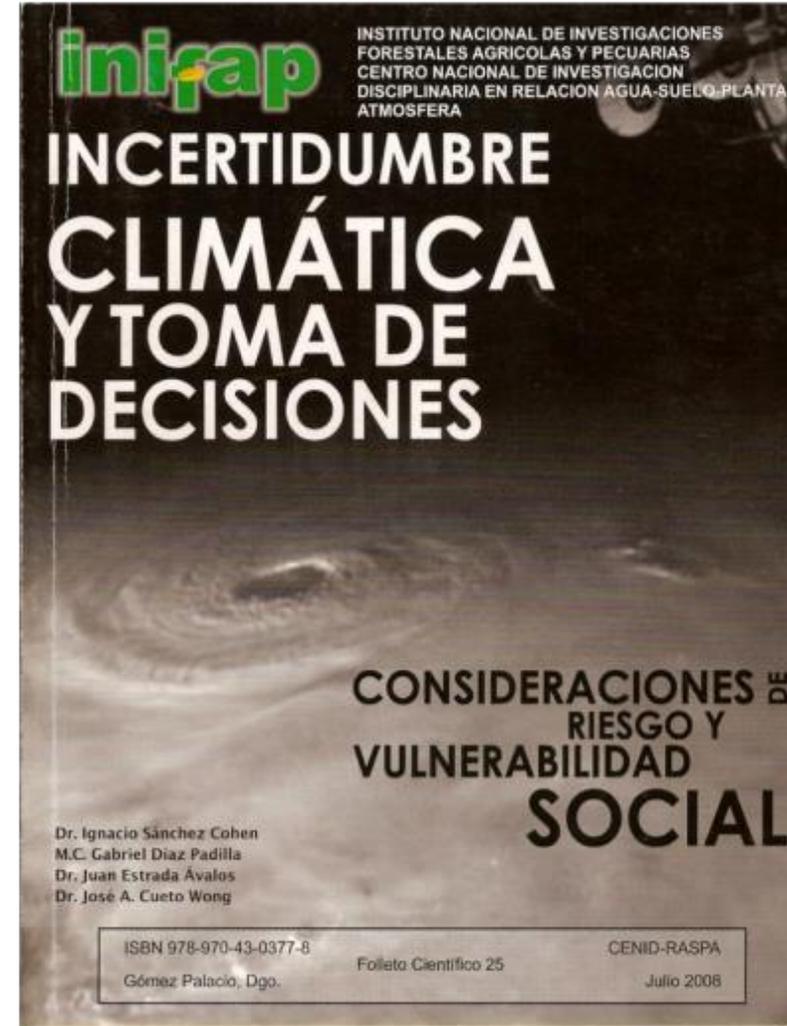
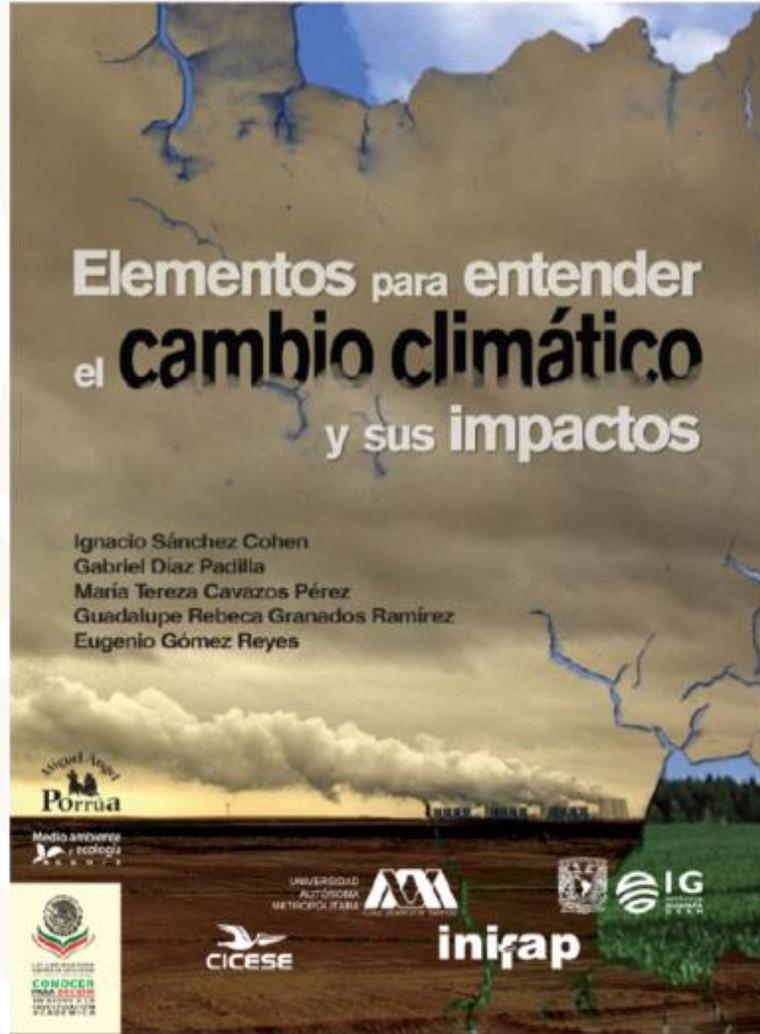
Humedad y temperatura del suelo

# Toma de datos relevantes

- MONITOREO DE HUELLA DE CARBONO PARA INTEGRAR VALOR AGREGADO – CAFÉ “AMIGABLE” CON EL AMBIENTE



# Publicaciones



# Publicaciones

## Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México



GOBIERNO  
FEDERAL

SAGARPA

**inifap**  
Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Vivir Mejor

Alguna duda o reclamación  
nos vemos en el 2050 ☹️



**Muchas gracias !!**

