

# Adaptación del maíz al cambio climático



Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

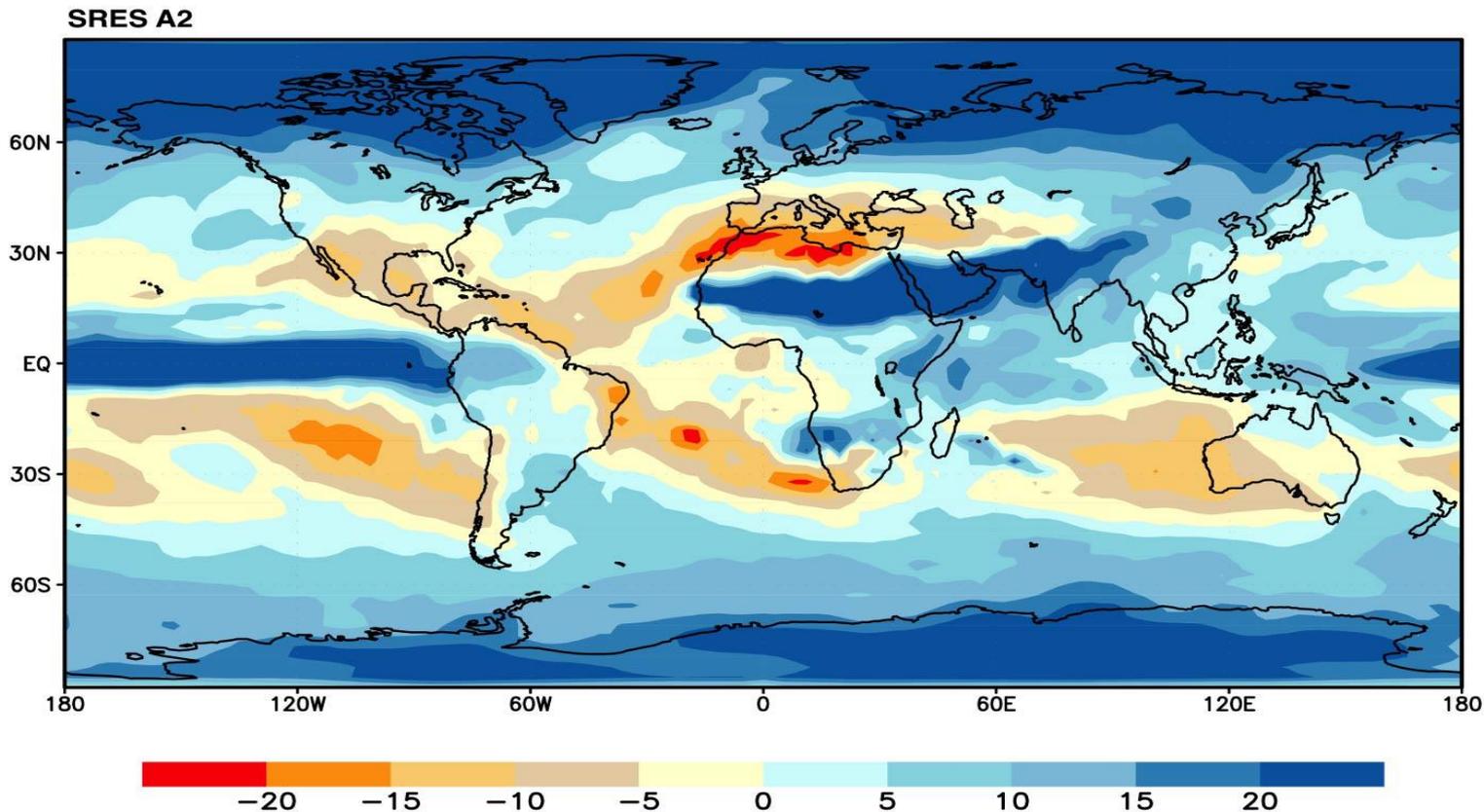
**Ing. Agr. Nevio Bonilla Morales**  
**ENCUENTRO DE LOS SECTORES FRIJOL Y MAIZ**  
**29 al 31 de Marzo 2017**

# TEMARIO

- INTRODUCCIÓN
- CONCEPTO ESTRÉS HÍDRICO
- FENOMENO DEL CAMBIO CLIMATICO
- PERSPECTIVAS A FUTURO DEL CAMBIO CLIMATICO
- EFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO SOBRE RENDIMIENTO
- PROYECTO FONTAGRO
- INVESTIGACION EN COSTA RICA
- RESULTADOS 2014-2016

# INTRODUCCIÓN

# Proyecciones Globales: Cambios Futuros en precipitación al 2100



Fuente: IPCC, 2007

# PERCENTAGE OF DROUGHT YEAR (WETTEST QUARTER)

- Country Border
- Admin Level 2

## Drought Years (% 1901 - 2002)



Data Source: CGIAR-CSI GeoPortal - CRU TS 2.1, Global Climate Database.  
Methodology by: Standardized Precipitation Index "SPI". (McKee 1993).  
Map Elaborated by: CIMMYT - GISLab

# INSTITUCIONES PARTICIPANTES



Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria



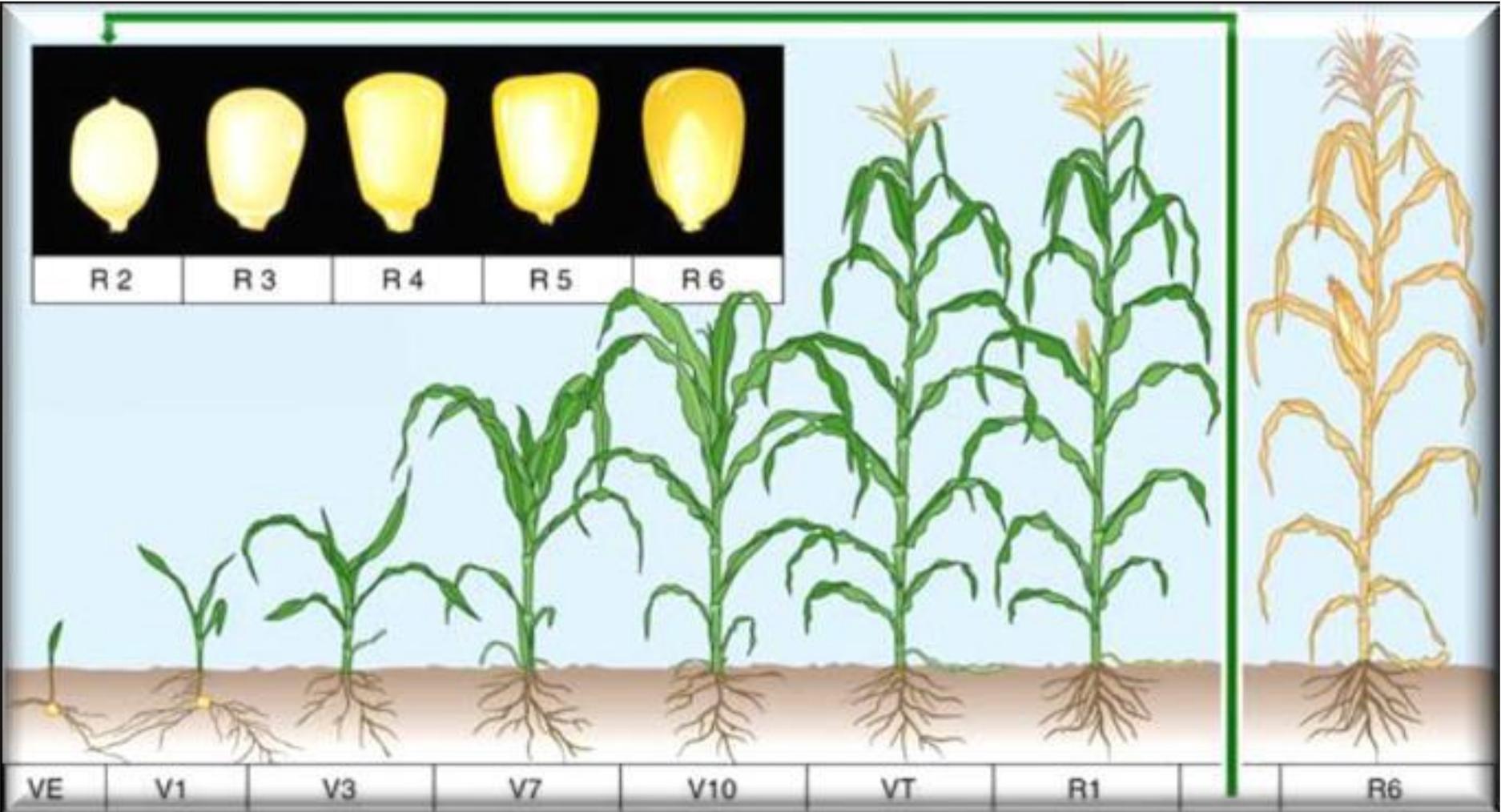
Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

# Estrés hídrico en maíz



# Estado Hídrico

- ✓ Actividad fotosintética
- ✓ Crecimiento y elongación celular
- ✓ Expansión foliar
- ✓ Translocación de asimilados
- ✓ Sequía terminal tiene efectos significativos en el índice de área foliar y el rendimiento.



Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria



## Estrés durante la Fase Vegetativa

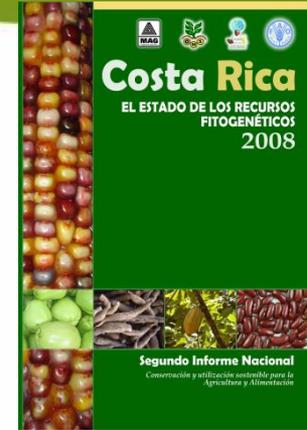
Afecta principalmente el número de plantas a la cosecha, en casos extremos puede reducir el rendimiento.



El maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado

**Estrés durante la Floración**





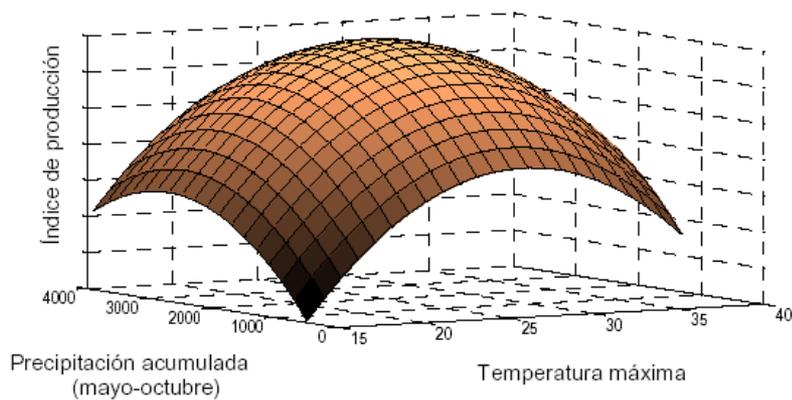
## EN AGRICULTURA, PARA ADAPTARSE AL CAMBIO CLIMÁTICO LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA SON LA MEJOR HERRAMIENTA

Nuevas variedades de granos básicos serán una constante de la adaptación al proceso de cambio climático

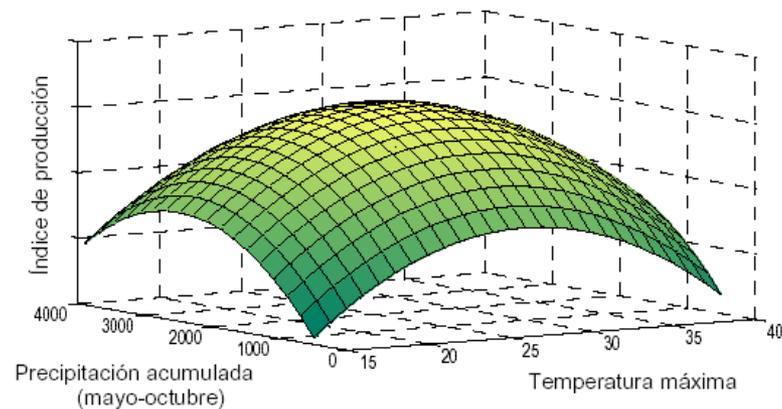


- Mejoramiento tradicional
- Bancos de germoplasma
- Recursos fito y zoo genético
- Biotecnología

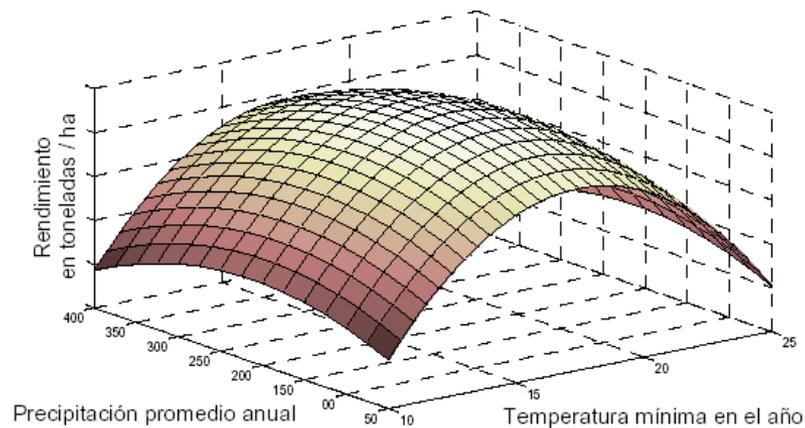
Índice de producción agropecuaria



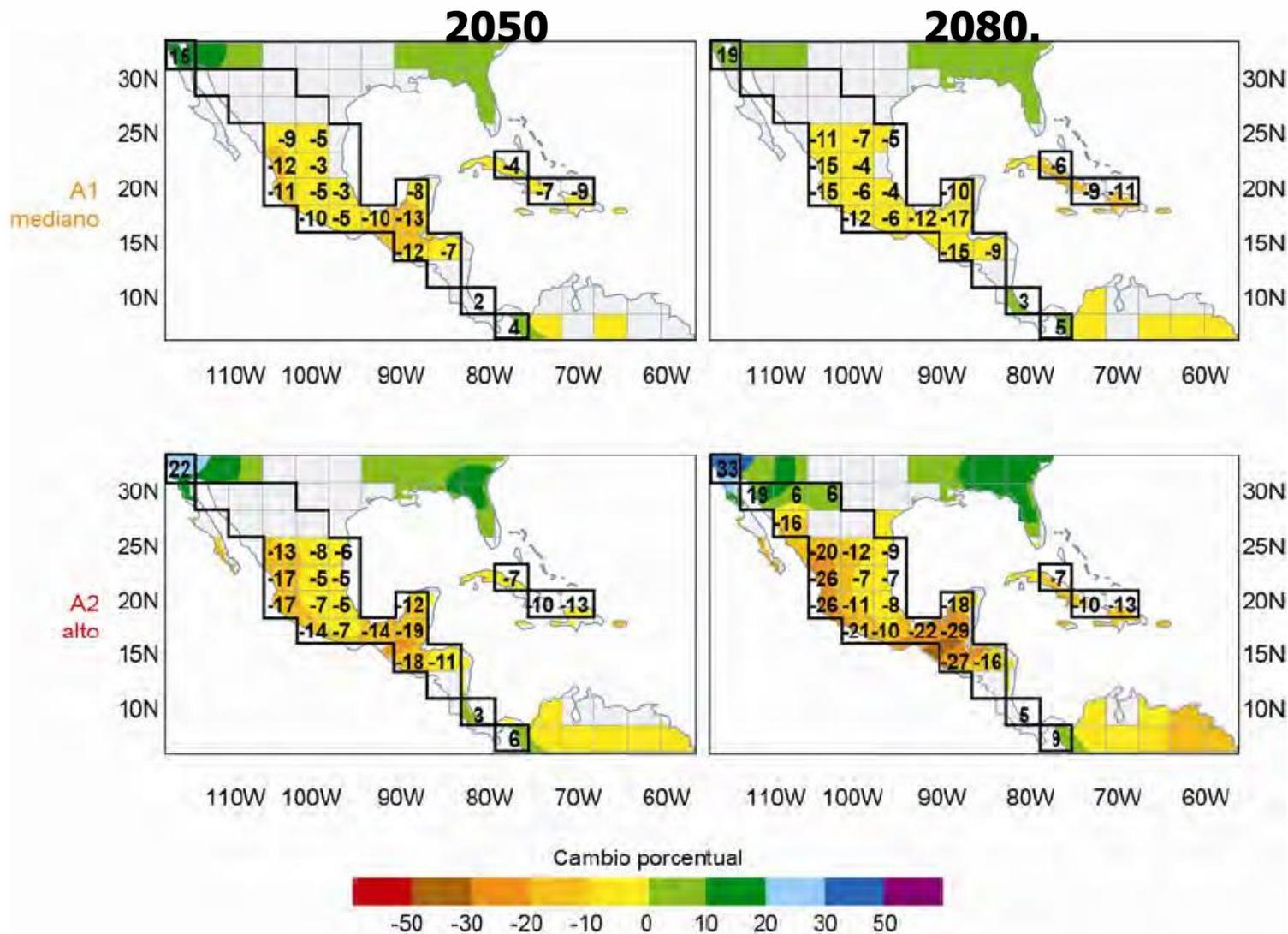
Índice de producción de cultivos



Maíz



# Proyecciones Regionales: Cambios Futuros en precipitación

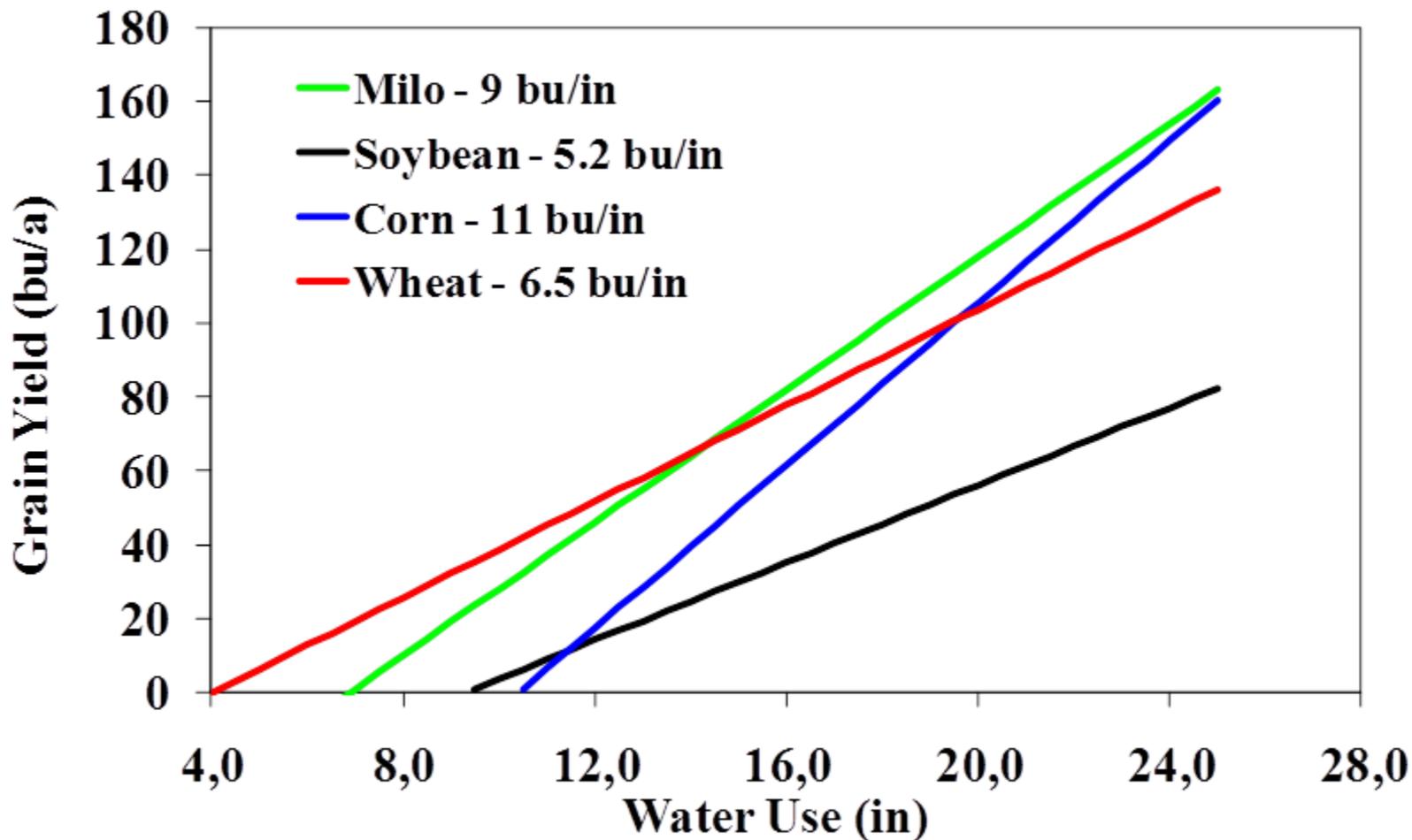


Fuente: Hulme y Sheard, 1999, citados por CEPAL, 2011.



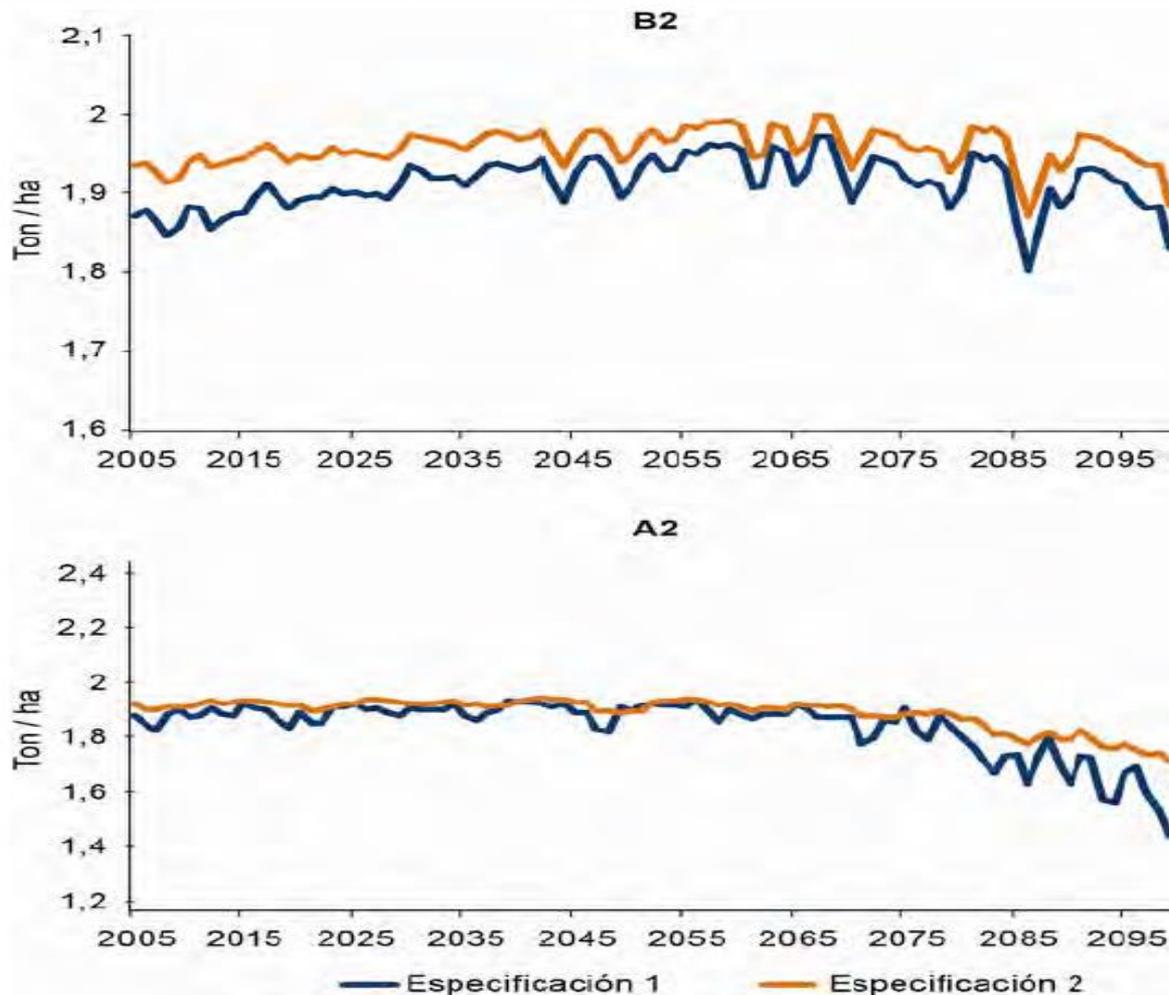
**Modelos predicen incremento en precipitación anual, pero más ocurrencia de períodos de sequía y eventos secos**

## Centroamérica: Impactos del Cambio Climático sobre la Producción Agropecuaria (Maíz y Frijol)



El rendimiento de grano es proporcional al uso del agua en la mayoría de los cultivos de grano

# CENTROAMÉRICA: Evolución de los Rendimientos de Maíz con Cambio Climático (Escenarios b2 y a2), del 2006 al 2100

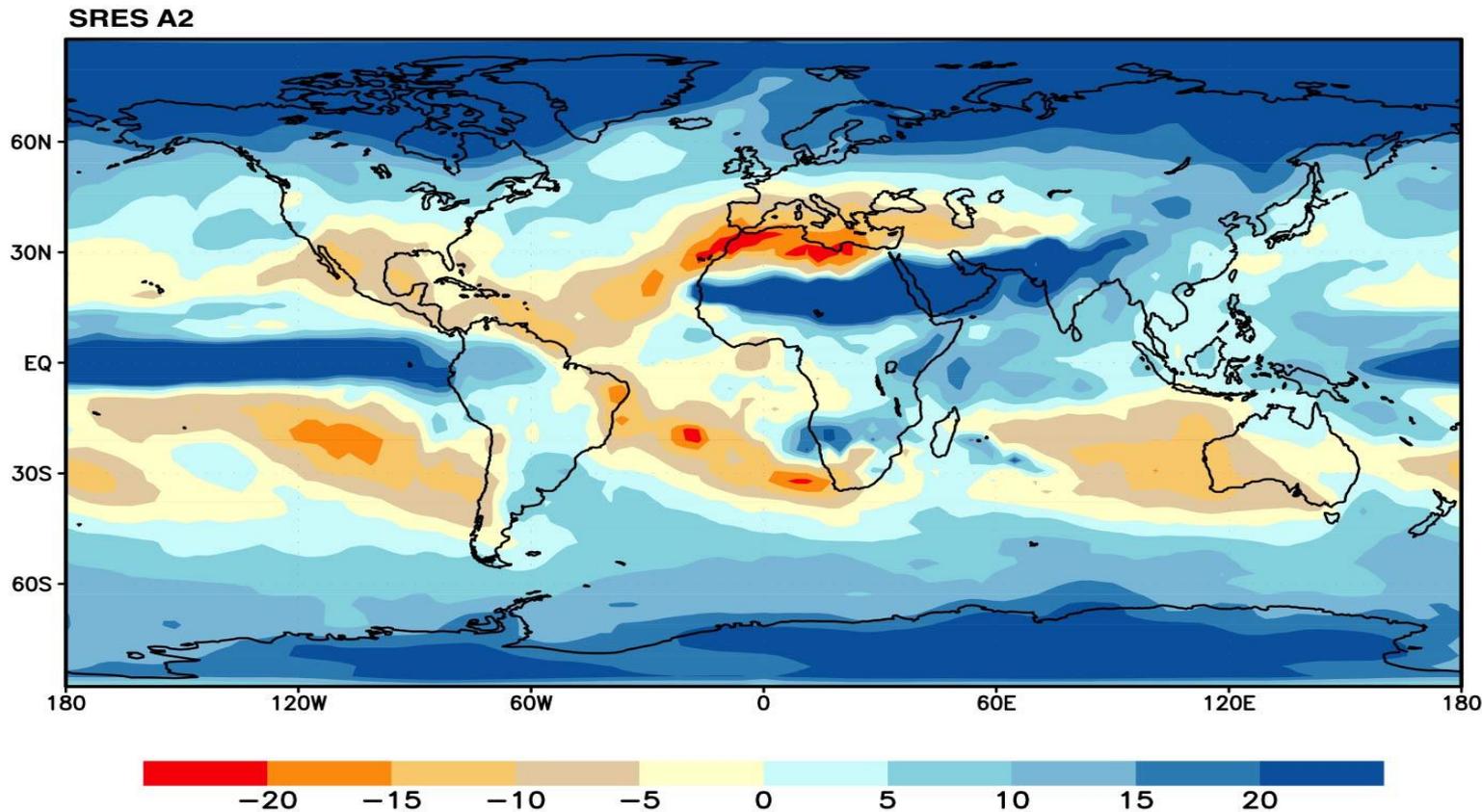


Fuente: CEPAL 2011.

# Perspectivas a futuro

- Los modelos de simulación de cultivos predicen que en futuros climas el rendimiento del maíz disminuirá hasta en 20%.
- Existen oportunidades para contrarrestar las pérdidas de rendimiento mediante ajuste de fechas de siembra, selección de genotipos y mejora de la genética, así como otras prácticas de manejo.

# Cambios Futuros en precipitación al 2100



Modelos predicen incremento en precipitación anual, pero más ocurrencia de períodos de sequía y eventos secos

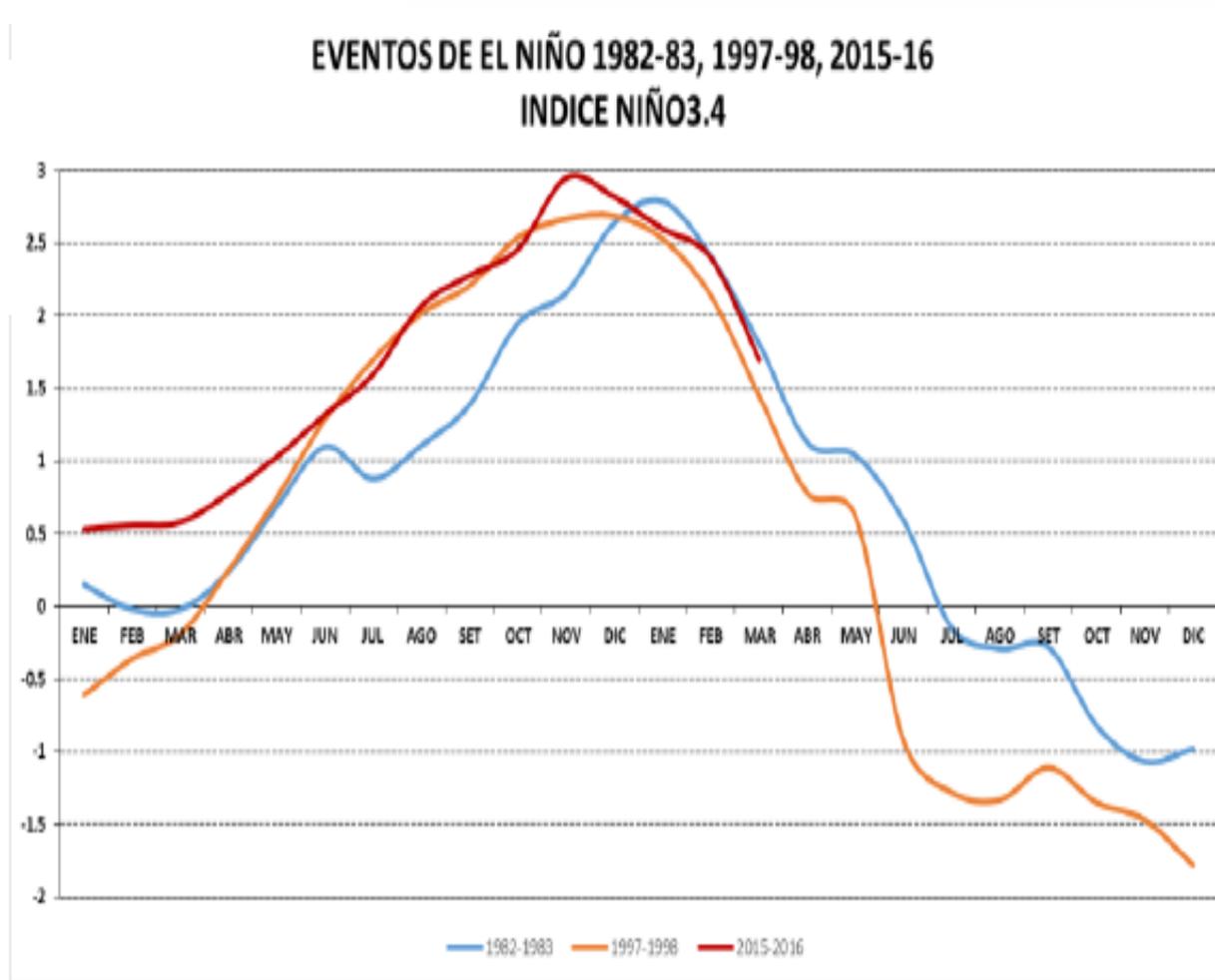
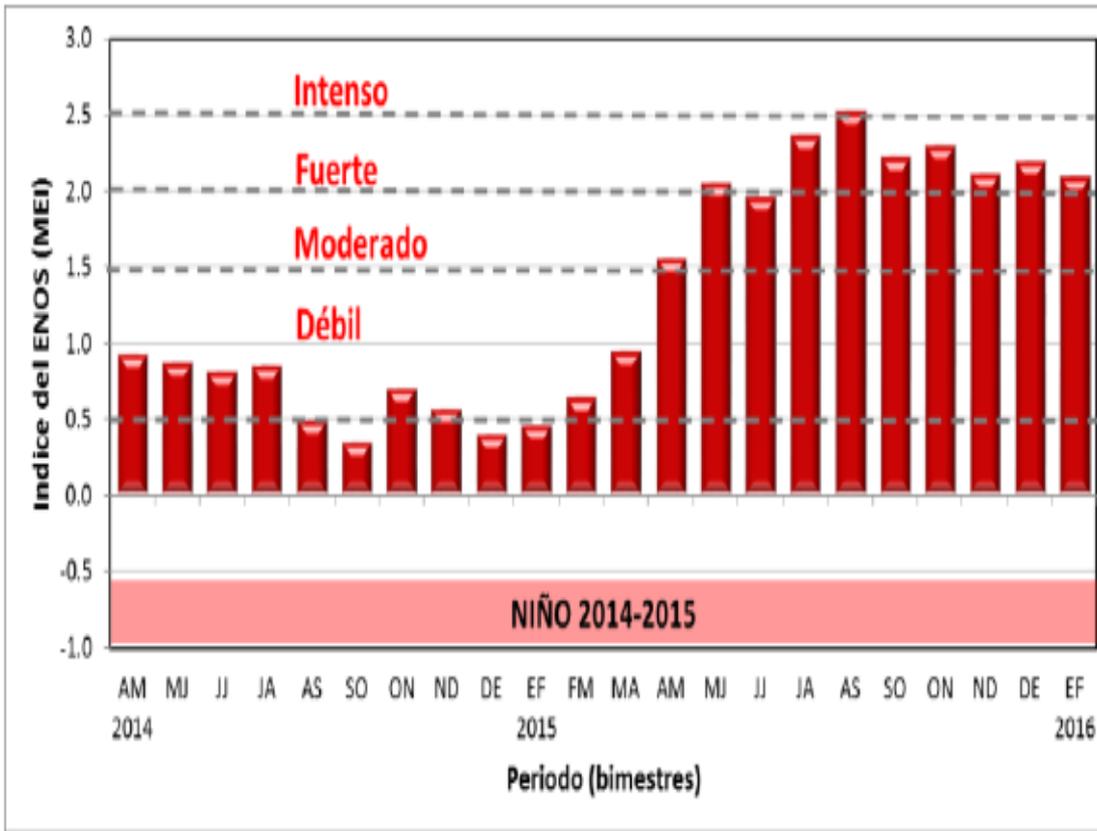


Figura 1. Comparación del índice Niño3.4 para los eventos de El Niño de 1982-83, 1997-98 y 2015-16.



**Figura 3.** Variación bimensual (2014-2016) del índice Multivariado del ENOS (MEI).  
Fuente: elaboración propia con datos de ESRL-NOAA.

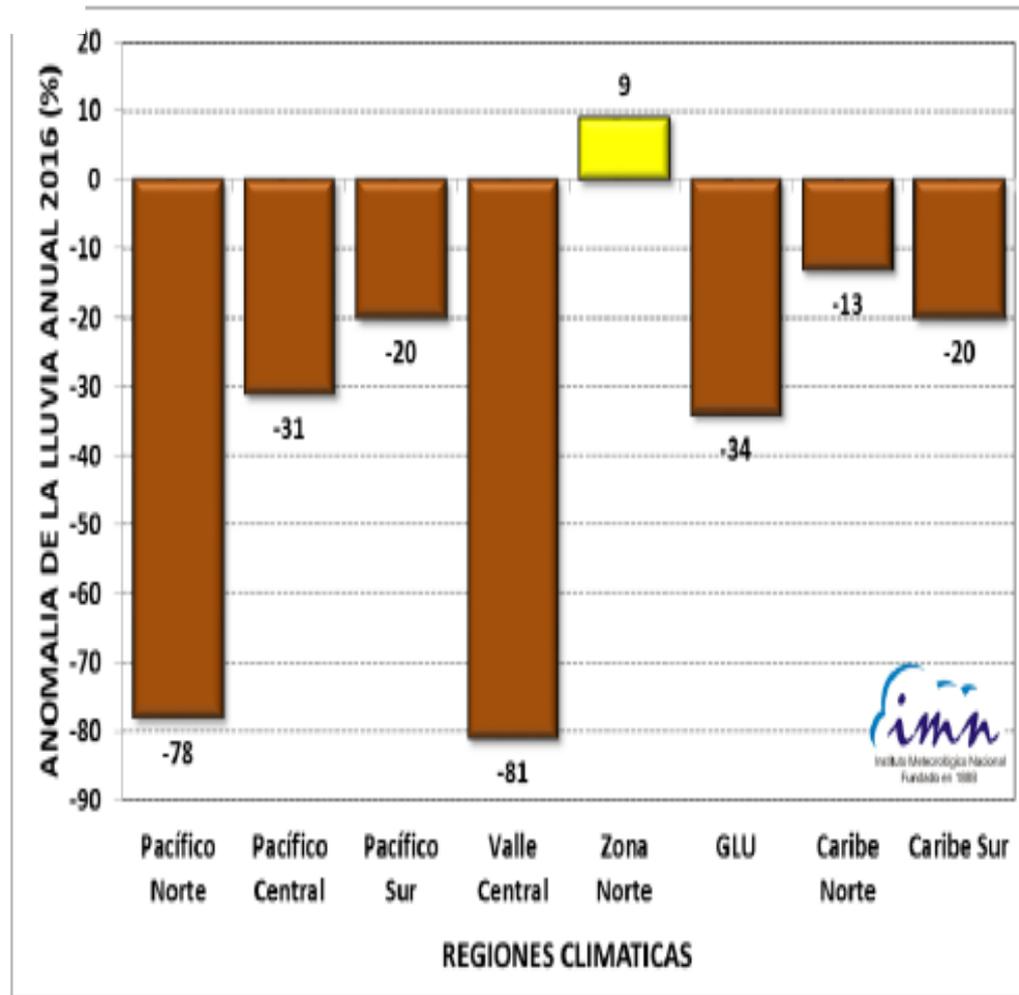
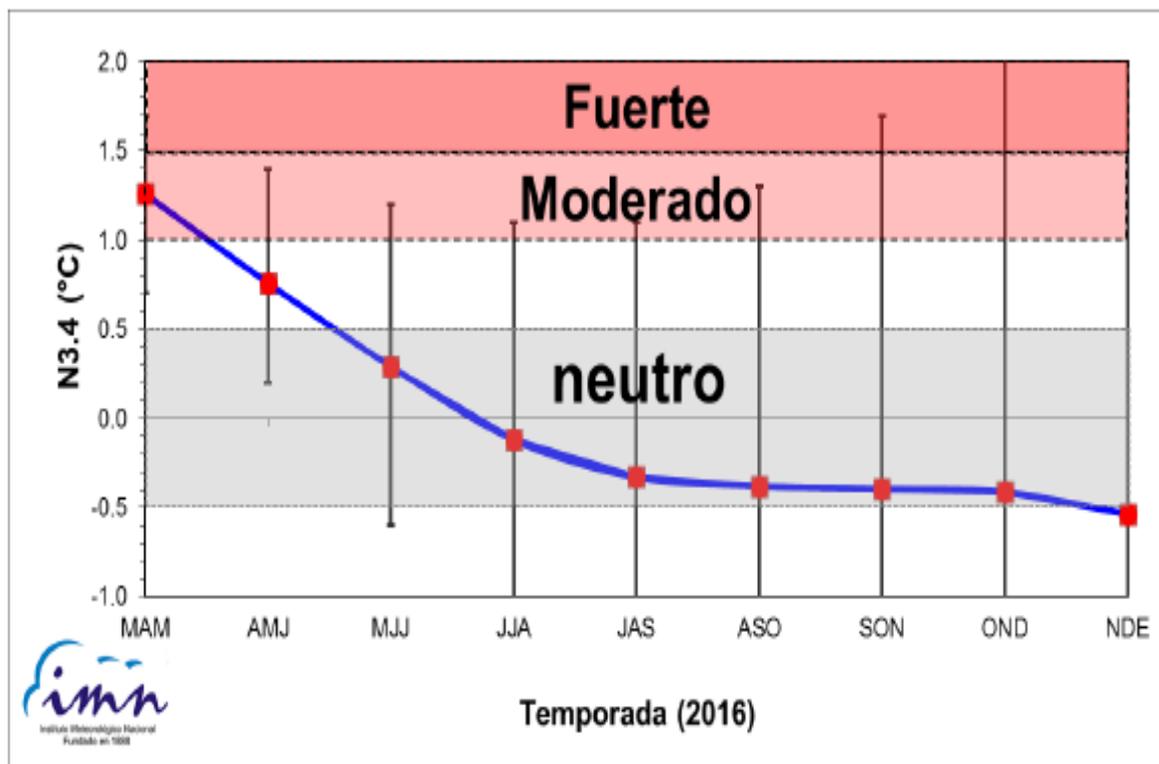
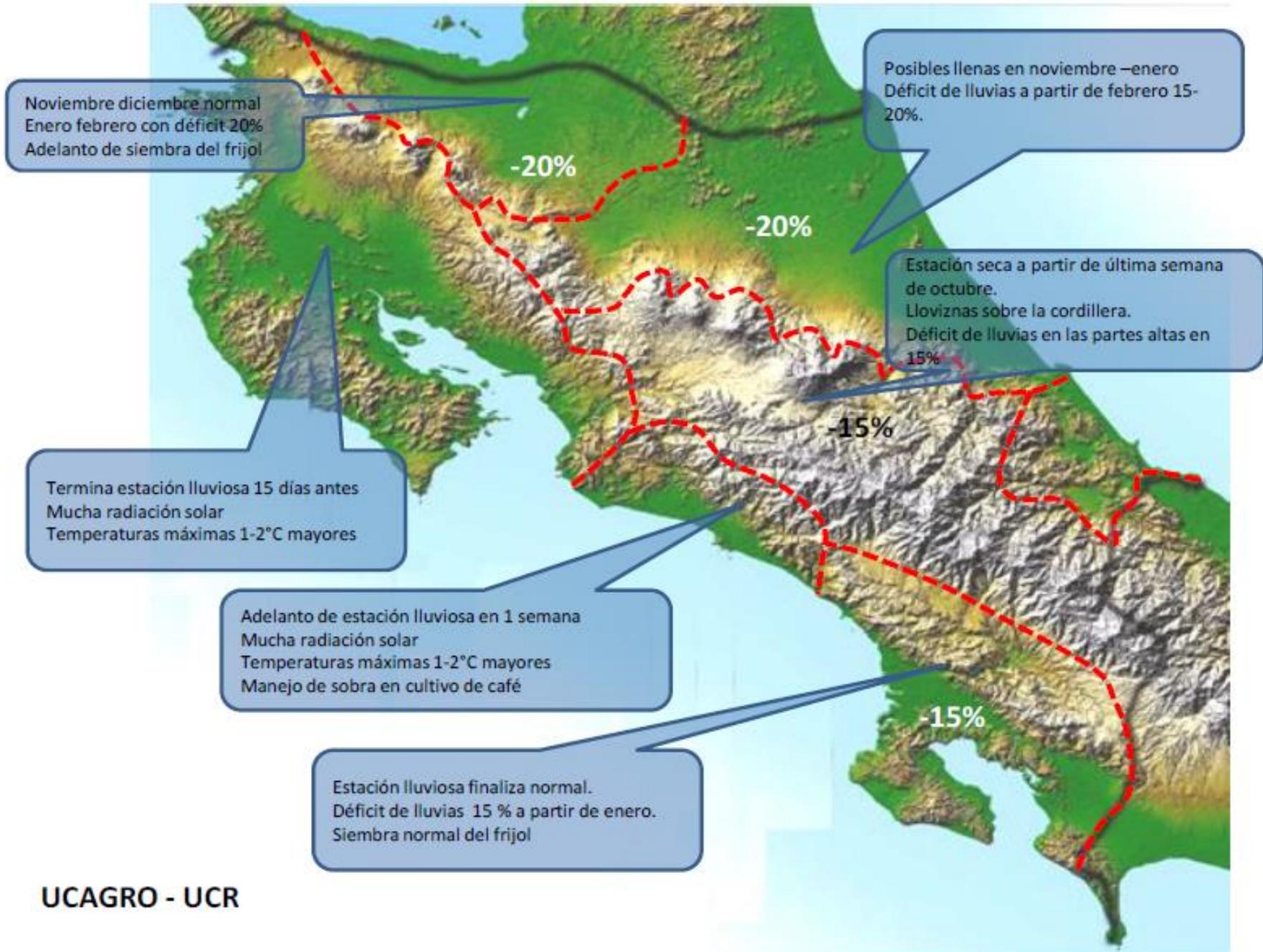


Figura 6. Balance de lluvias (enero-marzo 2016) por regiones climáticas.



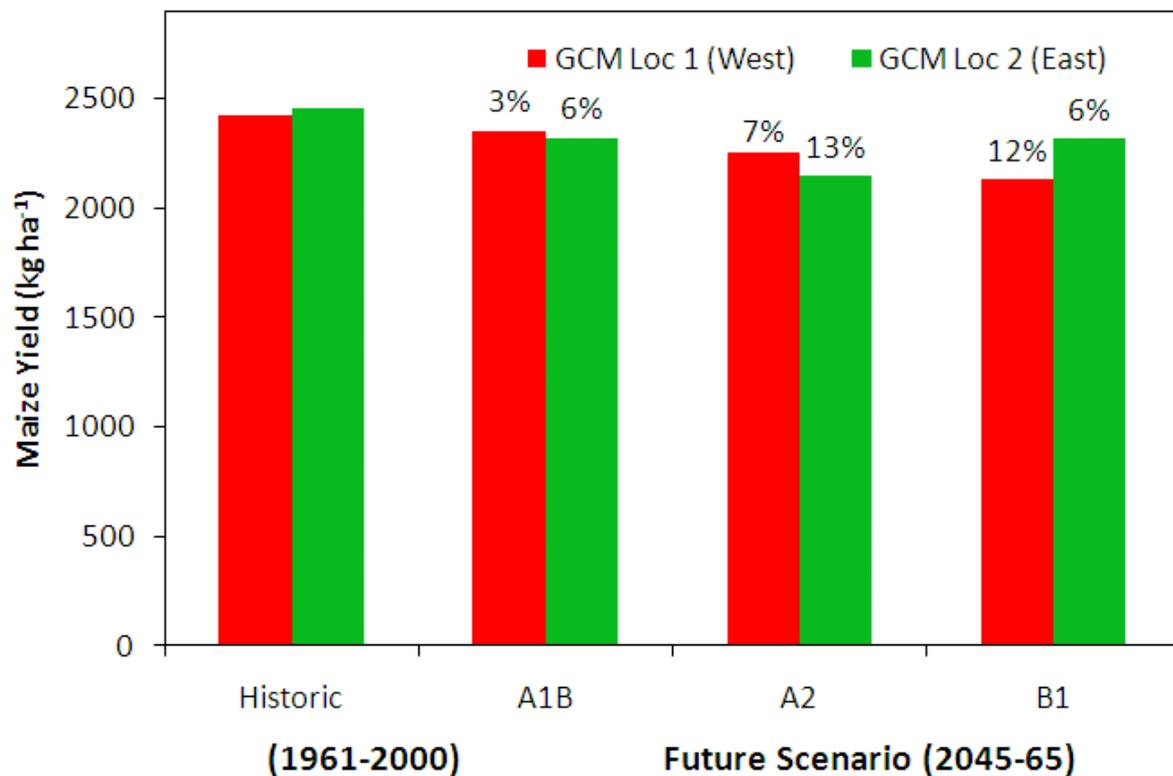
**Figura 7.** Pronóstico trimestral del índice de temperatura del mar N3.4, válido de diciembre del 2015 hasta octubre del 2016. La línea azul continua es el promedio de los 25 modelos disponibles, los bastones muestran la incertidumbre. Fuente: elaboración propia con datos del IRI.



# Efecto del estrés hídrico sobre rendimiento

- Las etapas reproductivas son relativamente más sensibles al estrés hídrico.
- La sequía disminuye el número de granos y el peso de granos.

# Impacto del Cambio Climático en el Rendimiento de Maíz



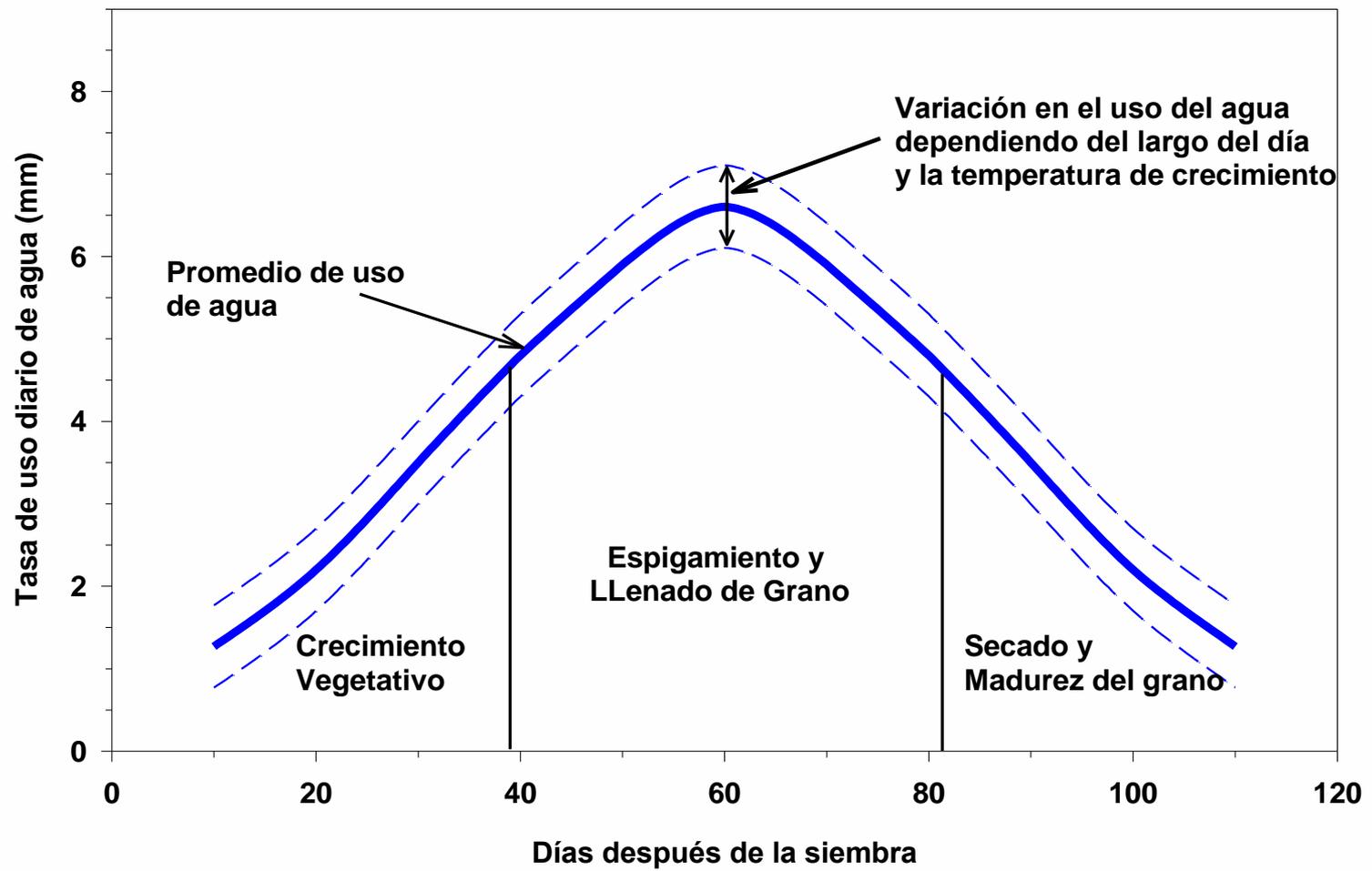
CGCM3.1 (T47)

Los Modelos predicen pérdidas de rendimiento 3 – 13% en región oriental y occidental de El Salvador

# Necesidades del maíz

- El umbral mínimo de precipitación desde el cual puede esperarse cosecha de granos es de **150 mm**.
- Estudios realizados por McIlrat y Earley, 1961 en la faja maicera de los Estados Unidos, indican que las necesidades de agua del maíz en los meses del cultivo en las siguientes cifras:
  - **100 mm el primer mes,**
  - **175 mm el segundo y**
  - **100 mm el tercer mes**
- Según Lafitte, 1994, el maíz necesita por lo menos **500 a 700 mm** de precipitación bien distribuida durante el ciclo de cultivo.

# Distribución del requerimiento de agua durante el desarrollo del cultivo de maíz (Mc Williams D., 2000)



# Reducción del rendimiento en maíz debido a la sequía

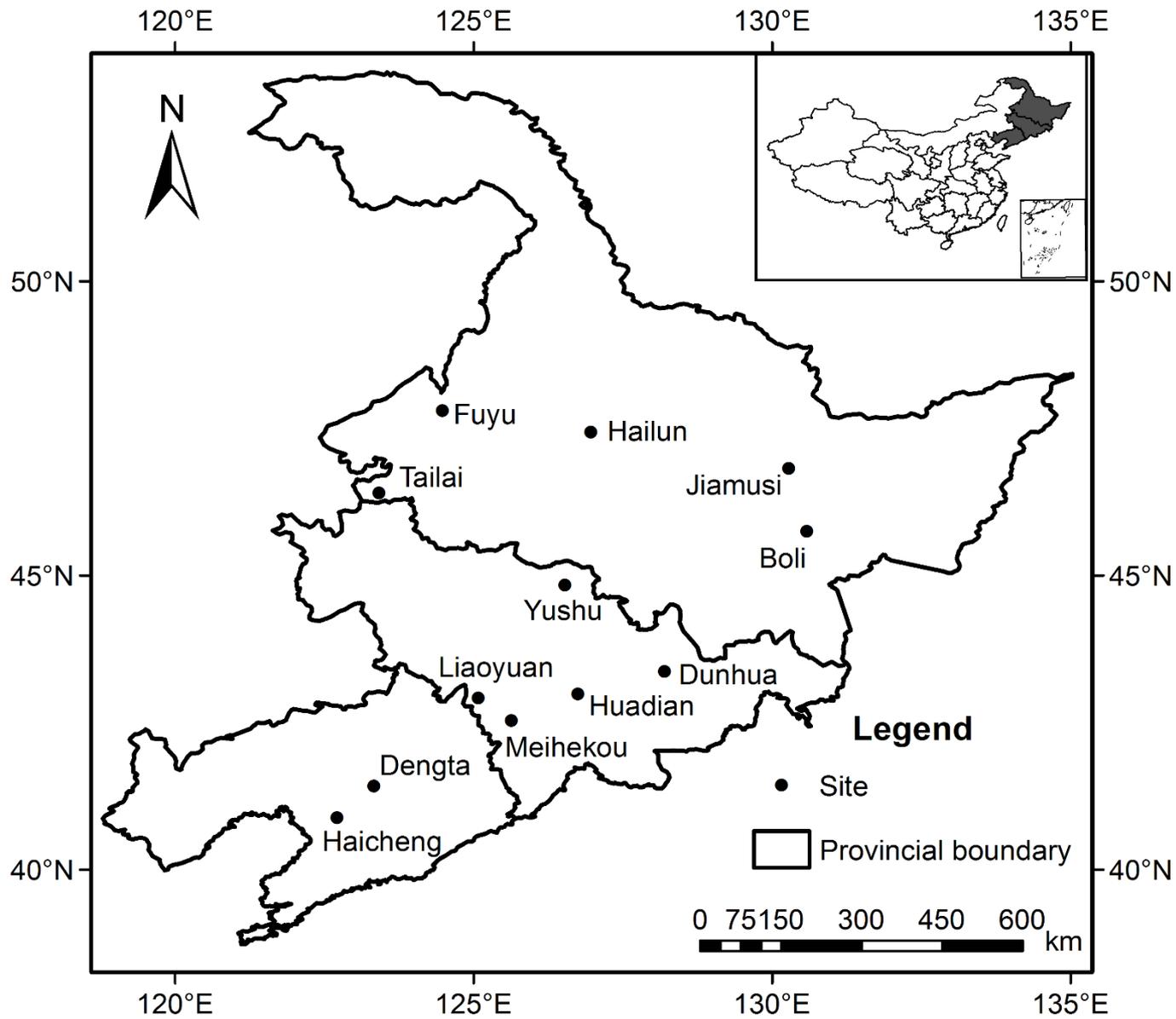
(D.A. McWilliams, D.R. Berglund, G.J. Endres, 1999)

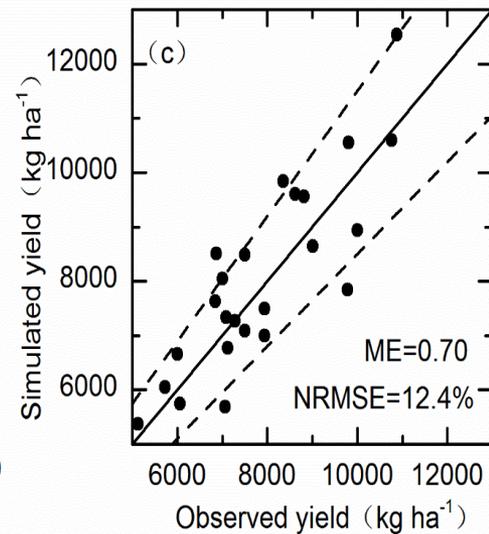
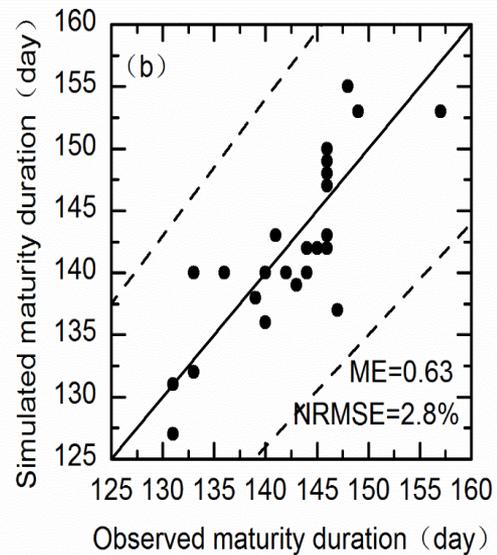
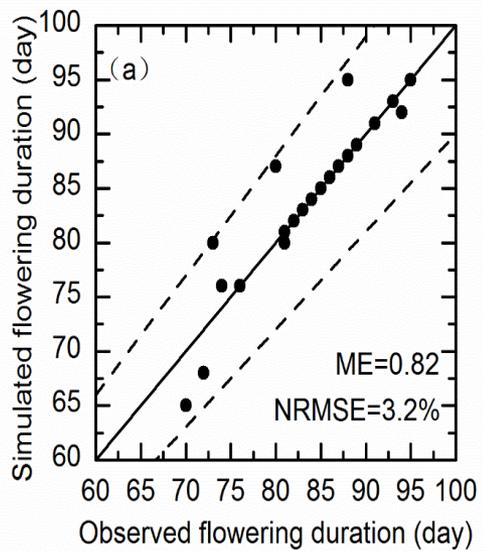
Edad de la planta de maíz (dds)	Fase o Estado	Red rend/ día de sequía (%)	% Total de reducción
1-30*	GE-V5	---	---
31-50	V6-V15	2.0	25
51-79	V16-R2	6.0	50
80-100	R3-R5	1.5	25
101**	R6	---	---



\* Reducción del rendimiento depende de varias variables incluyendo la germinación y la humedad superficial del suelo  
\*\* Una sequía continua puede resultar en un 100% de reducción

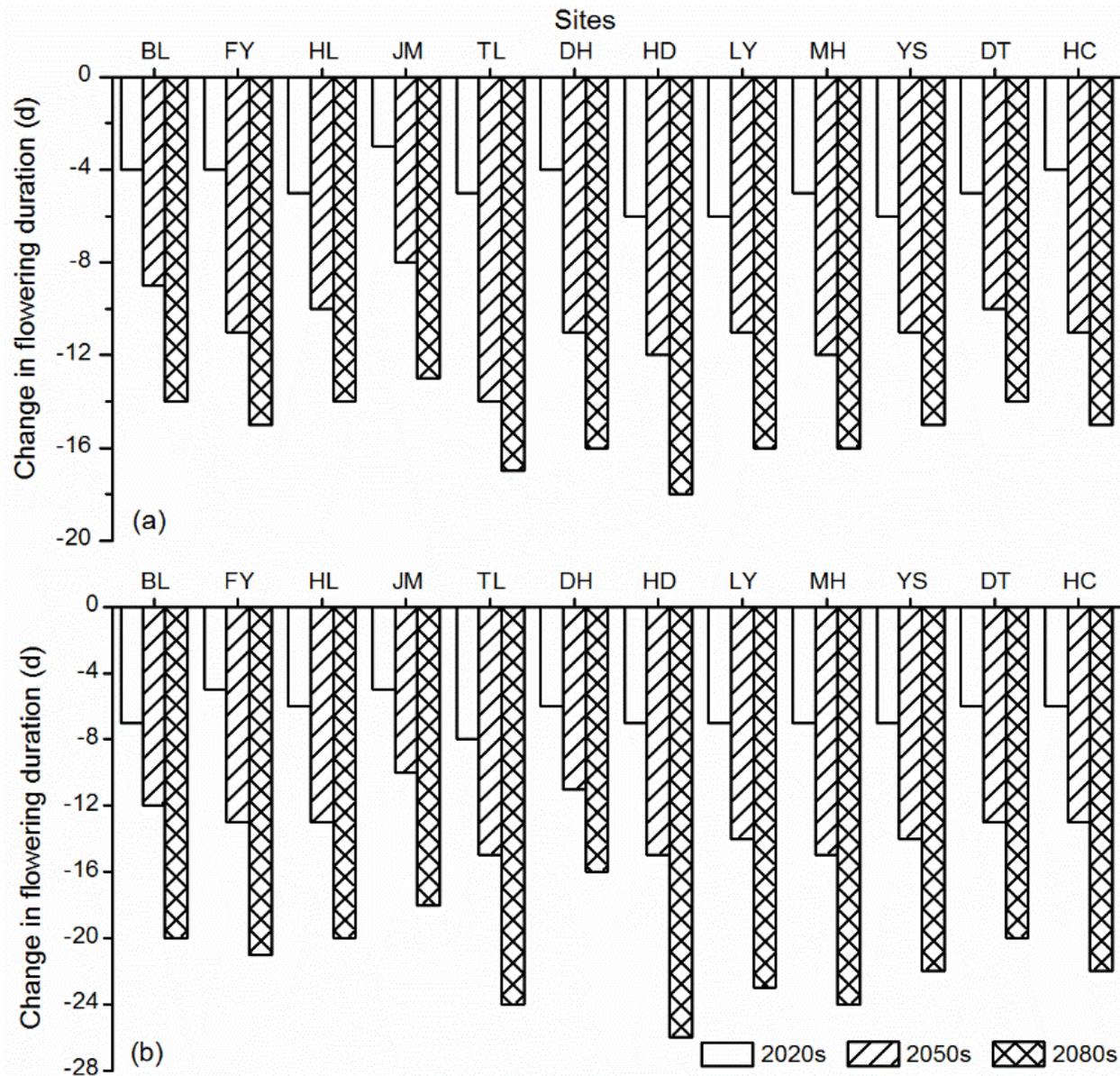




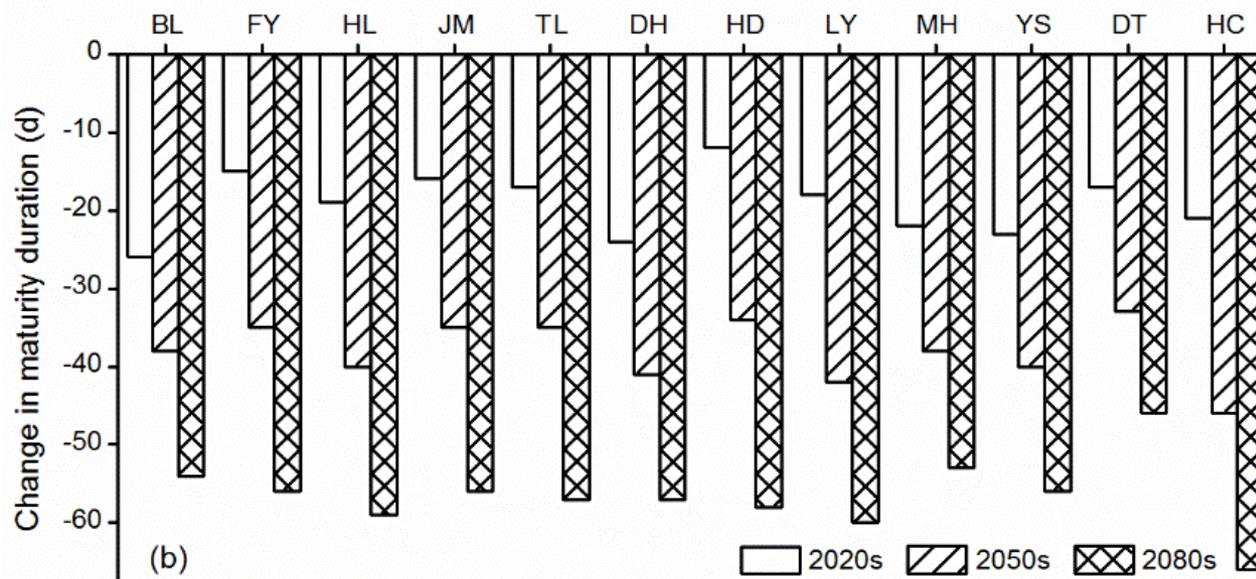
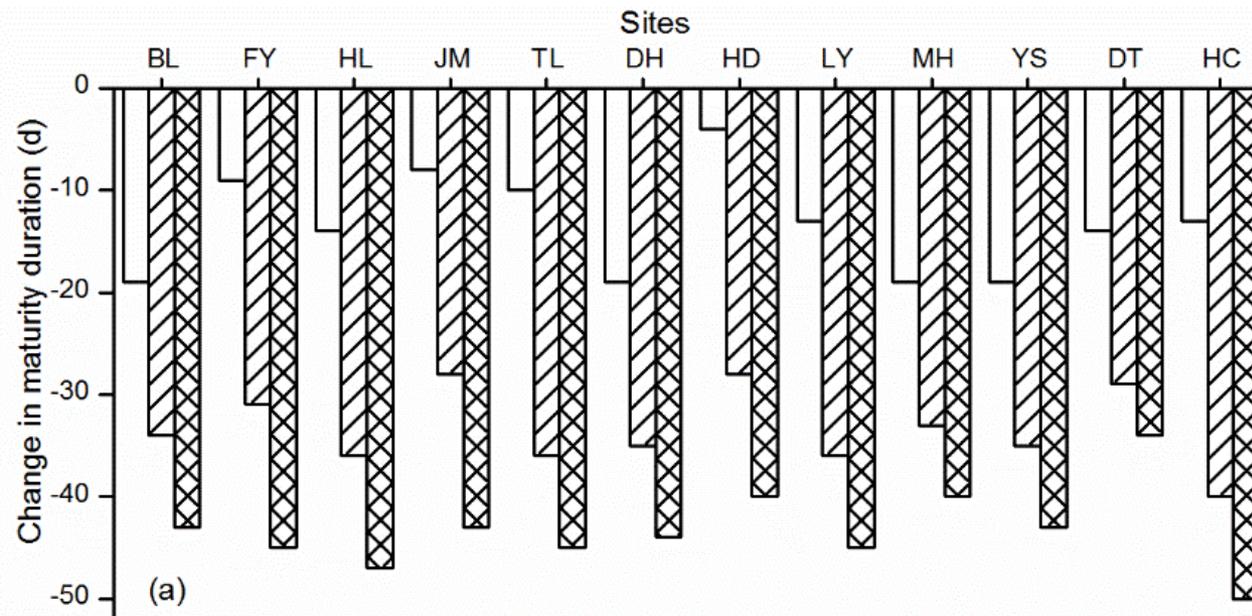


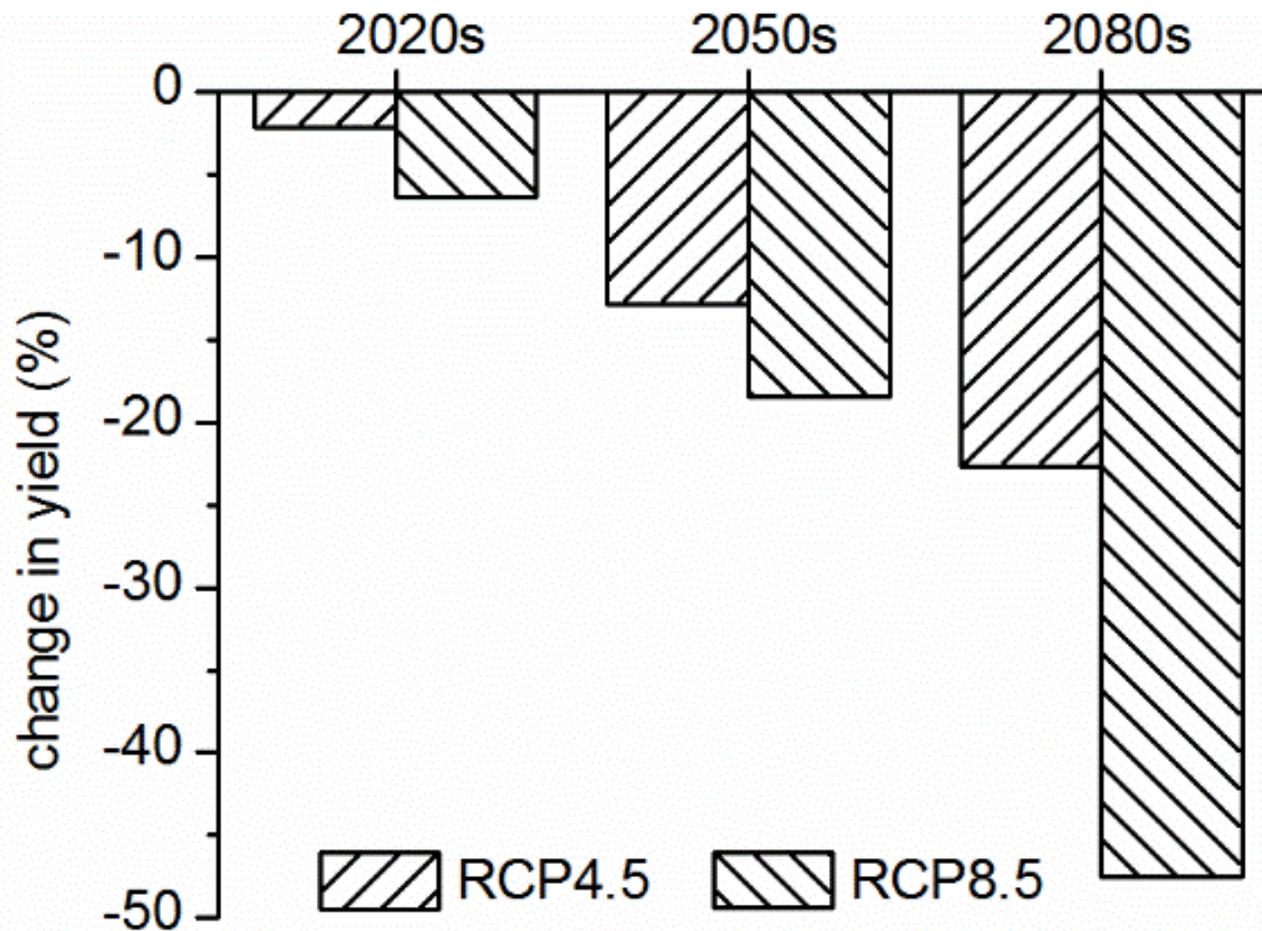
## Cambios en la duración de la floración

# Cambios en la duración de la floración

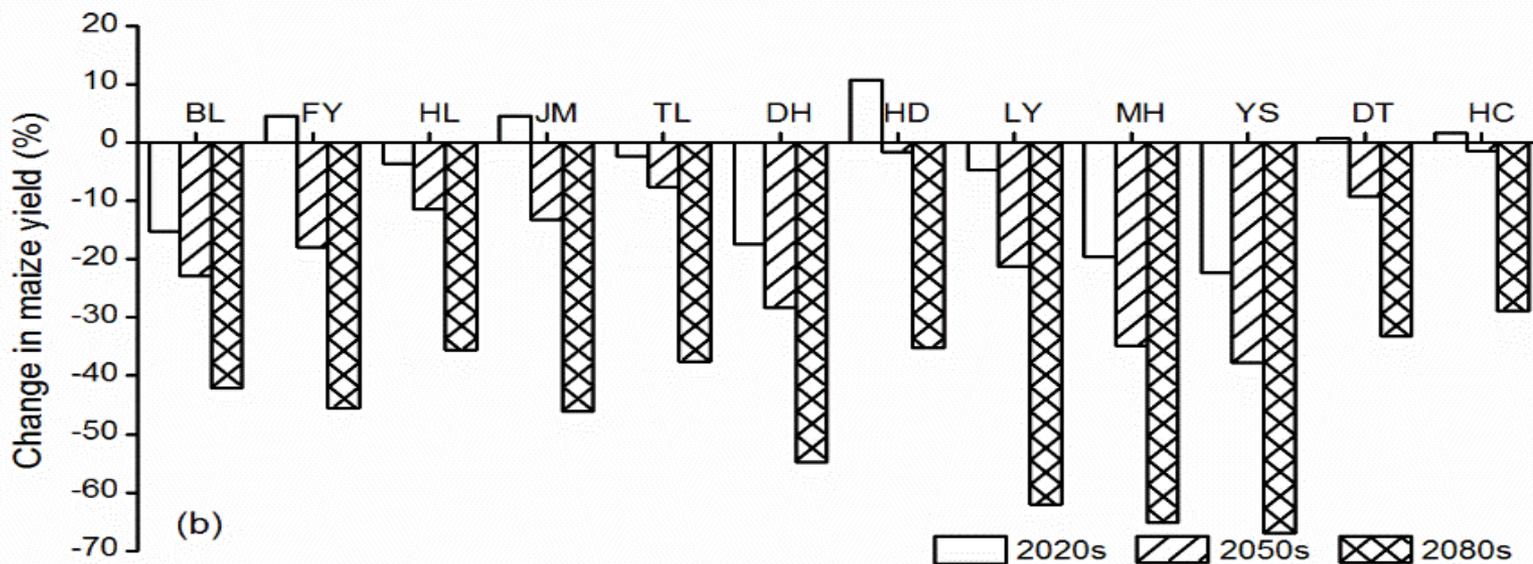
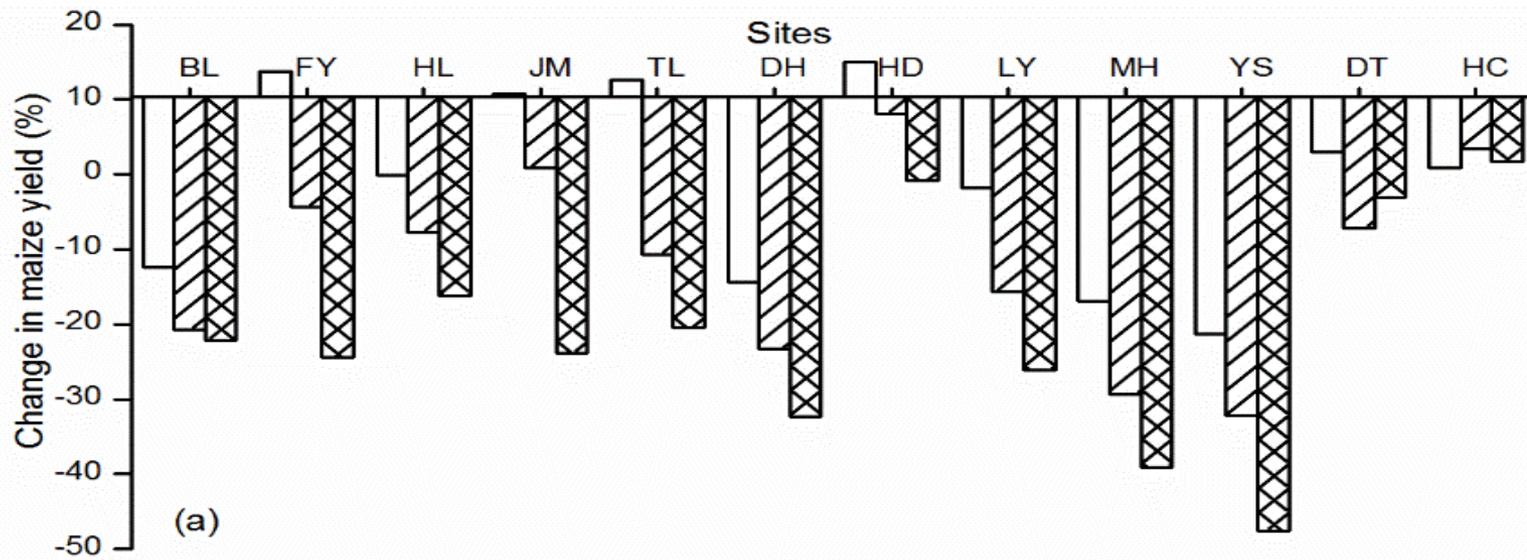


# Cambios en la duración de la maduración

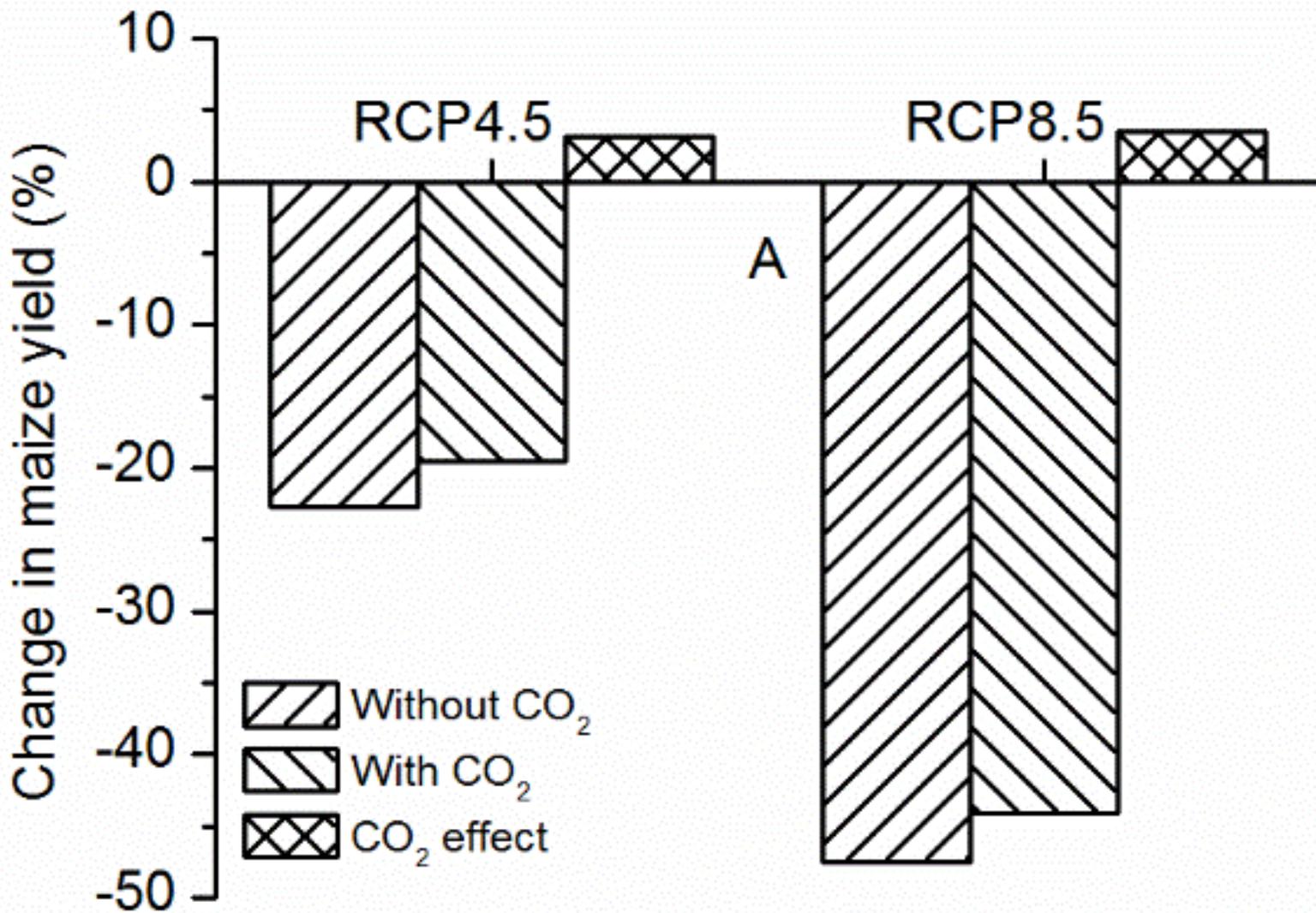




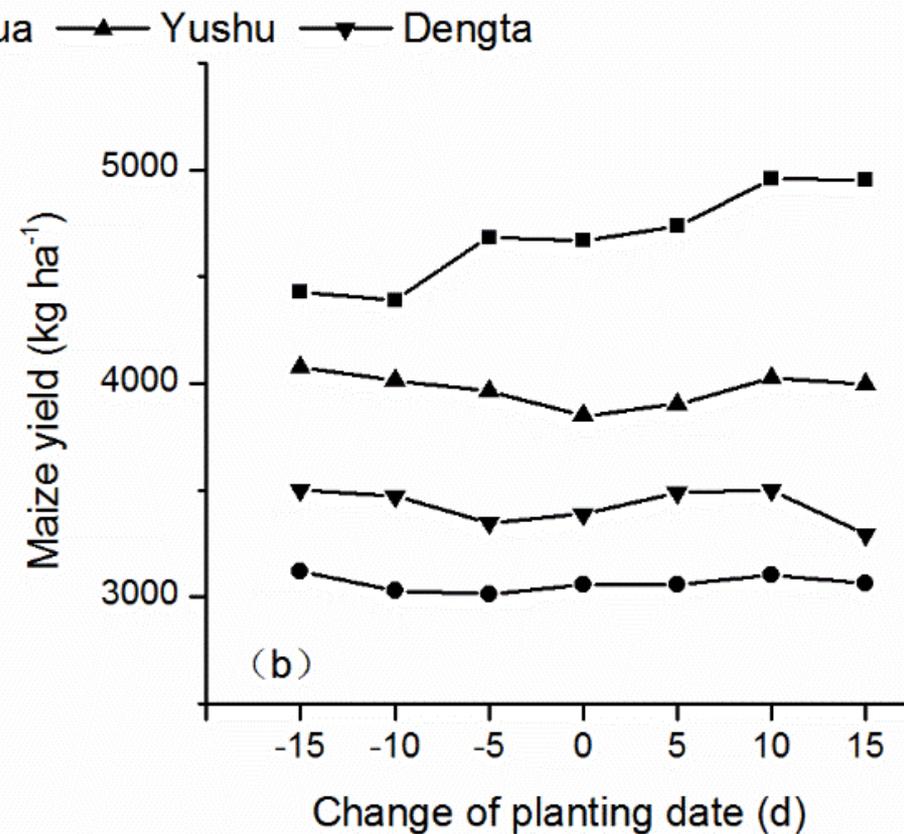
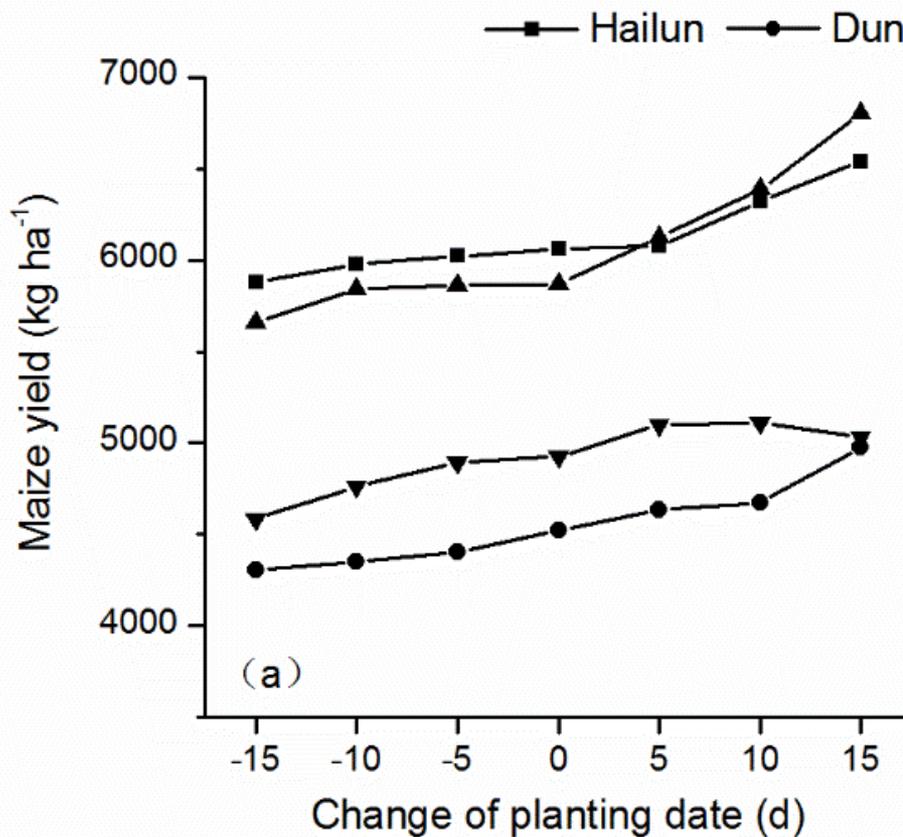
**Cambios porcentuales en el rendimiento**



### Cambios porcentuales en el rendimiento

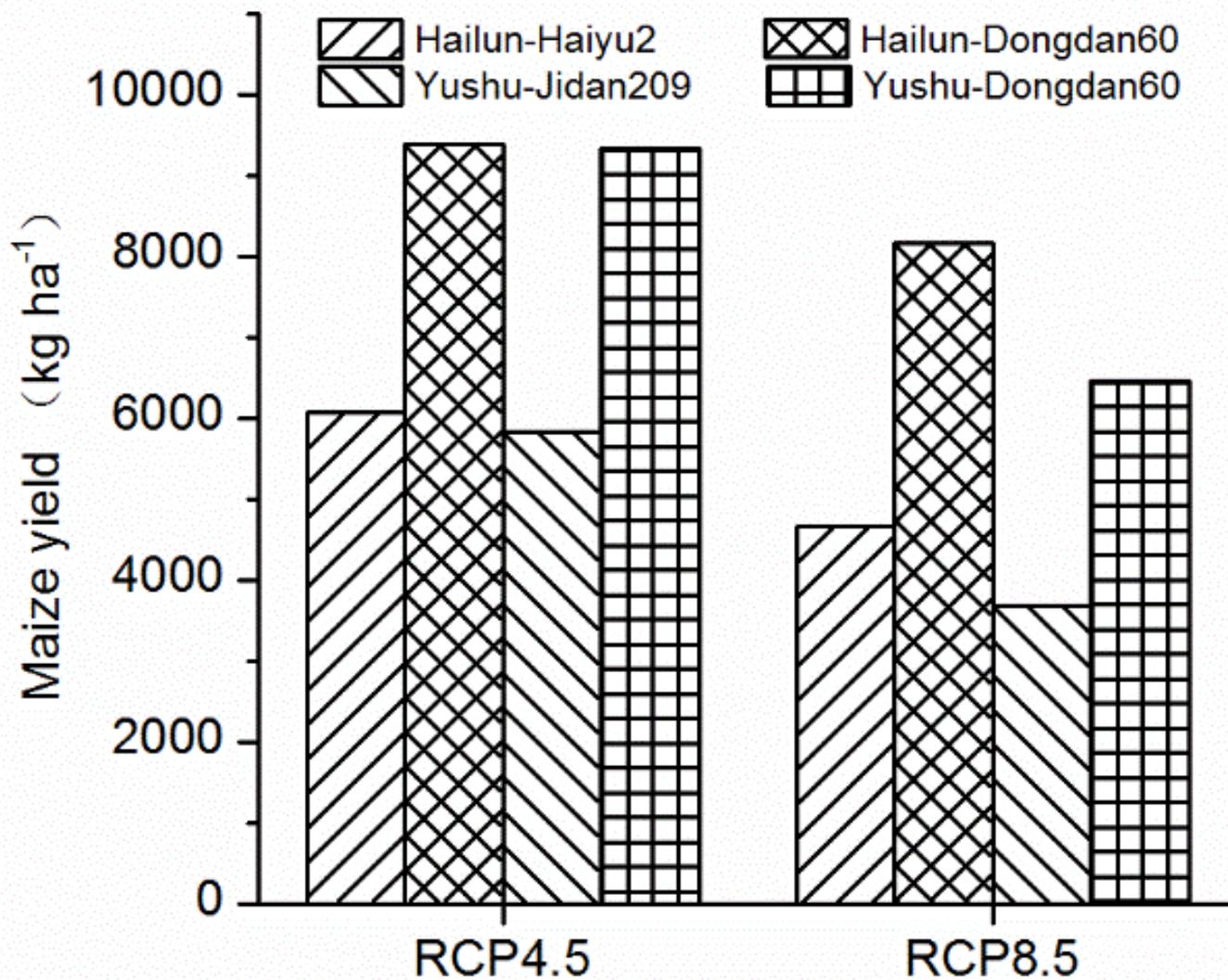


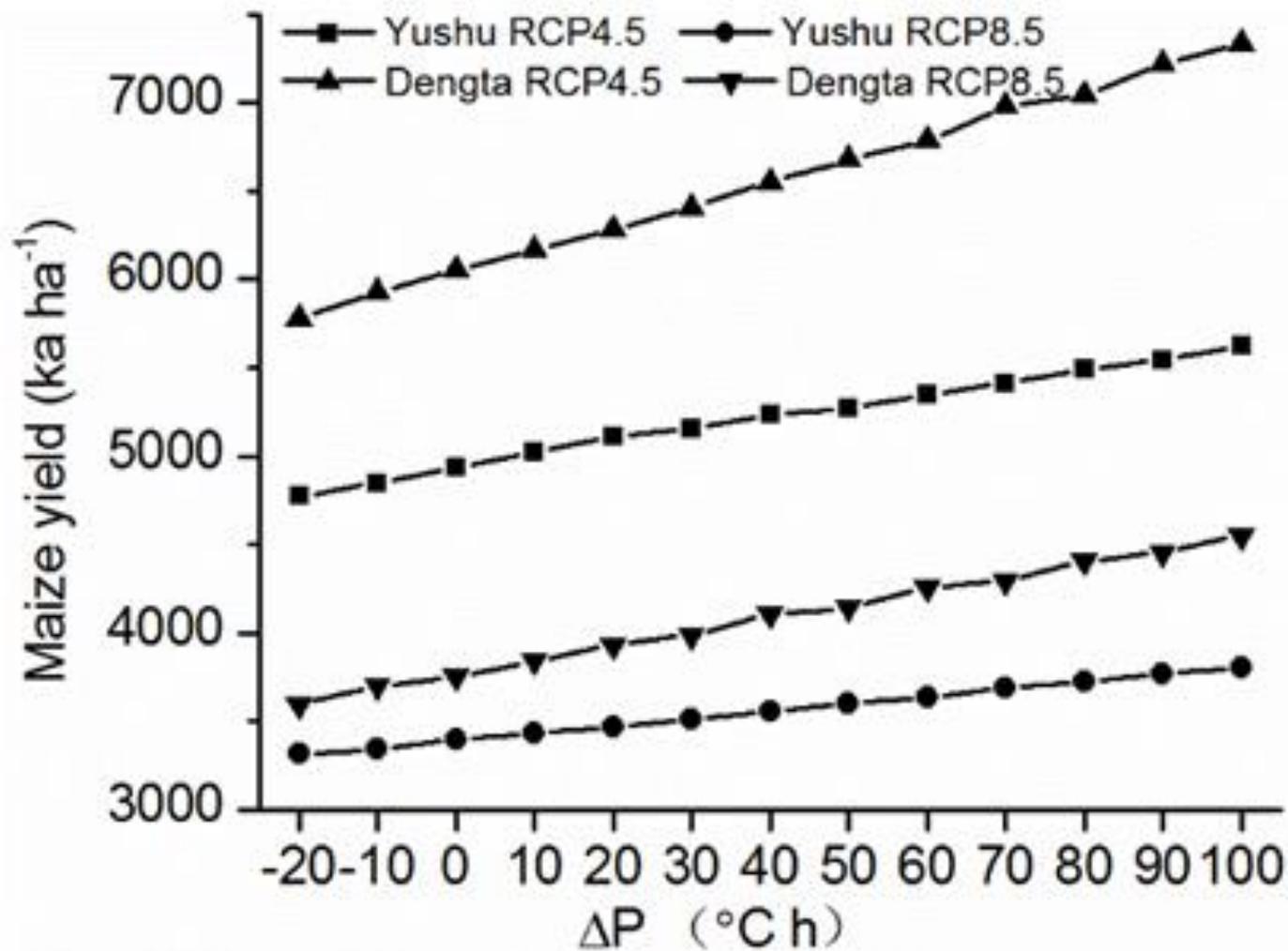
Cambios porcentuales en el rendimiento



### Cambios en la fecha de siembra

## Potenciales de rendimiento





Potenciales de rendimiento

# Resultados

- **Tendencia** de una disminución continua en el rendimiento de maíz para ambos escenarios RCP.
- **Disminución de rendimiento** de maíz en RCP8.5 se prevé que sea mayor que el previsto en RCP4.5.
- El **efecto** de la fertilización con **CO2 muy pequeño** para compensar los impactos negativos del cambio climático.
- **Tres medidas de adaptación:** 1. cambio en las fechas de siembra, 2. cambio hacia cultivares una maduración más tardía y 3. la obtención de nuevas variedades con altos requerimientos térmicos (tiempo).
- **Disminuir los impactos negativos** del cambio climático en diversos grados.
- **Cambio de cultivares** puede ejercer el **efecto más significativo** en el aumento de los rendimientos de maíz.

# PROYECTO FONTAGRO

# Detalles importantes

- 2 testigos (1 local, 1 regional) Pasaquina, S04TLY-2
- 4 kg de amarillo
- 5kg de blanco
- Conformación ensayos : El Salvador o Costa Rica
- Sorteos de ensayos: Panamá

# Ensayos:	Blancos	Amarillos	Total
Guatemala	6	2	8
El Salvador	5	3	8
Nicaragua	3	2	5
Costa Rica	4	2	6
Panamá	2	6	8
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	

# Detalles importantes

- Diseño Alfa Látice, 3 repeticiones
- Parcelas de multiplicación 1800 m<sup>2</sup> (15 a 20 surcos de 10 m por material)
- Multiplicación en época con condición seca al final del ciclo
- Embolsado de todas las plantas
- 12000 semillas de amarillos
- 15600 semillas de blancos
- 1 ensayo (52 semillas con 2 semillas por sitio siembra) 156 semillas por material por 5 localidades 780 semillas

# Caracterización de suelos

1. Consociación San Isidro (San Martín, El Aguila, Pejibaye, Pérez Zeledón)
  2. Consociación Agua Buena ( Veracruz)
  3. Consociación Agua Buena (Concepción de Pilas)
- Química, Física, Morfológica

# Variedades en estudio







Material No.	MATERIAL Blancos	ORIGEN
1	S03TLW-3B	AF09A-266-1
2	S0TLW-SCB	AF09B 5212-12
3	S099TLW-BN-SEQ-1	AF09B 5212-18
4	S06LPSDR	AF09B 5212-16
5	S03TLW-SEQ	AF09A-266-3
6	SIN-BCO-TSR-CB	AF09B-5212-19
7	SINT-TSR-BCO-C4	AF09B-5212-21
8	S07TLW-AB	AF09B-5412
9	S06TLWQ-SEQLN-AB	AF09A-266-5
10	S05TLWQ-HGB	AF09A-266-6
11	S03TLWQ-AB-05	AF08B 5221
12	S05TLWQSEQLNAB	AF09B-5212-14
13	S06TLWQ-RP-AB	AF09A-216
14	S06TLWQ-AB-2	AF09B-5220-1-18

 Sequía  
 Mejores

Material		
No.	MATERIAL	ORIGEN
	<b>AMARILLOS</b>	
16	S05TLY HG A.B-1	AF09B-5258-20
17	S05TLY HG A.B-2	AF09B-5258-21
<b>18</b>	<b>S00TLY-1 AB</b>	<b>AF09B-5258-4</b>
19	SINT.AM. TSR	AF09B-5258-23
20	TSR 90 SINT AM	AF09B-5258-24
21	SINT.1BP-4	AF09B-5212-22
<b>22</b>	<b>S07TLY-AB-1</b>	<b>AF09B-5461</b>
<b>23</b>	<b>S07TLY-AB-2</b>	<b>AF09B-5462</b>
<b>24</b>	<b>G-26-SEQ C3</b>	<b>AF09B-5258-2</b>
25	S03TLYQAB-04	AF09B-5258-15
<b>26</b>	<b>S03TLYQAB-05</b>	<b>AF09B-5258-16</b>
27	S03TLYQAB-03	AF09B-5258-14
28	S03TLYQAB-01	AF09B-5258-12

 Sequía  
 Mejores

Nombre ensayo	Adaptación	Madurez	Tipo Híbrido o VPL	Color de Grano	QPM?	Origen: Enviada desde ....	Potential Rendimiento	Sequía	Bajo N	Encharcamiento	<i>P. sorghi</i>	<i>P. polisor</i>	<i>Helminthosporium turcicum</i>	<i>Bipolaris maydis</i>	GLS	<i>Phyllacora</i>	Achaparamiento	Pudrición mazorca Fusarium	putrición mazorca Stenocarpella	Pudrición mazorca Aspergillus	FAW	SWCB	Volcamniento
EVT 12	Trópico bajo	Tardío	VPL	B	Am	Mexico	A	S	S		S	A	S	A	S	S	S	A	S	S	S	S	A
EVT 13	Trópico bajo	Tardío	VPL	A	Nor	Mexico	A	S	S		S	A	S	A	S	S	S	A	S	S	S	S	A

# Resultados esperados



# Temas o acciones prioritarias

- Sitios piloto (Definición, características principales)
- Materiales a evaluar
- Metodología de evaluación
- Correlación y dinámica datos climáticos vs comportamiento germoplasma
- Presentación técnica de informes (Formato, Metodología)
- Publicación de resultados

# Principales acciones y resultados

- Identificación de germoplasma de maíz y frijol adecuado para evaluar en condiciones limitadas de humedad.
- Evaluar y seleccionar participativamente variedades de maíz.
- Generar modelos de correlación entre información climática y datos de campo.
- Determinar factores clave que orienten la investigación en este campo.
- Información disponible a productores, comunidades pilotos e instituciones involucradas.

# Perspectivas

- Evaluar materiales promisorios en mayor cantidad de ambientes.
- Búsqueda de recursos para continuar trabajo de adaptación (temperatura /humedad)
- Validar metodología bajo otras condiciones .
- Correlacionar resultados con otras investigaciones relacionadas.
- Dar a conocer resultados del proyecto.



Proyecto:

ADAPTACIÓN DEL MAÍZ Y EL FRIJOL AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA Y  
REPÚBLICA DOMINICANA: UNA HERRAMIENTA PARA MITIGAR LA POBREZA

## Evaluación de Variedades de Maíz Tolerantes a la Sequía

Área de influencia:

Comunidades de El Águila y Veracruz

Distrito Pejibaye

Cantón Pérez Zeledón





Proyecto:  
ADAPTACIÓN DEL MAÍZ Y EL FRUJO AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA Y  
REPÚBLICA DOMINICANA: UNA HERRAMIENTA PARA MITIGAR LA POBREZA

**Evaluación de Variedades de  
Maíz Tolerantes a la Sequía**

Área de influencia:  
Comunidades de El Águila y Veracruz  
Distrito Polibay  
Caimán Pérez Tolerán





Proyecto:

ADAPTACIÓN DEL MAÍZ Y EL FRIJOL AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA Y  
REPÚBLICA DOMINICANA: UNA HERRAMIENTA PARA MITIGAR LA POBREZA

# Evaluación de Variedades de Maíz Tolerantes a la Sequía

Área de influencia:

Comunidades de El Águila y Veracruz

Distrito Pejibaye

Carrión Pérez Zeledón



Proyecto:  
ADAPTACIÓN DEL MAÍZ Y EL FRÍJOL AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA Y  
REPÚBLICA DOMINICANA: UNA HERRAMIENTA PARA MITIGAR LA POBREZA

**Evaluación de Variedades de  
Maíz Tolerantes a la Sequía**

Área de Influencia:  
Comunidades de El Águila y Veranet  
Distrito Polibate  
Cacahón Pérez Zeledón





Proyecto:  
ADAPTACIÓN DEL MAÍZ Y EL FRUJO AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA Y  
REPUBLICA DOMINICANA: UNA HERRAMIENTA PARA MITIGAR LA POBREZA

### Evaluación de Variedades de Maíz Tolerantes a la Sequía

Área de influencia:  
Comunidades de El Águila y Yarecruz  
Distrito Pejibayre  
Cantón Pérez Zeledón



Proyecto:

ADAPTACION DEL MAIZ Y EL TRIBEAL AL CAMBIO CLIMATICO EN CENTROAMERICA Y  
REPUBLICA DOMINICANA: UNA HERRAMIENTA PARA MITIGAR LA POBREZA

**Evaluación de Variedades de  
Maiz Tolerantes a la Sequia**

Área de influencia:  
Comunidades de El Aguila y Usumacenta  
Distrito Poloché  
Cantón Nueva Esperanza

DAVIS



Vantage PRO 2

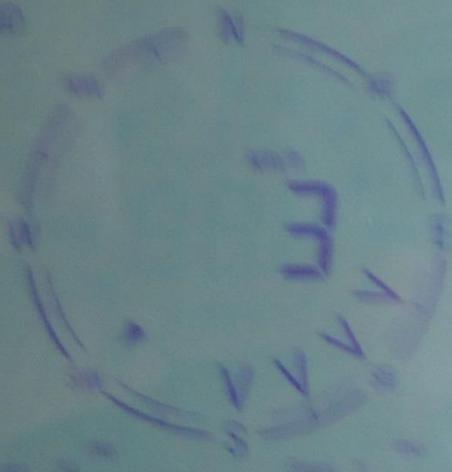
- HEAT
- TEMP
- DEW
- HUM
- CHILL
- WIND
- SOLAR
- RAIN<sub>DAY</sub>
- UV
- RAIN<sub>YR</sub>
- ET
- BAR
- LAMPS
- 2<sup>ND</sup>
- TIME
- FORECAST
- UNITS
- GRAPH
- CLEAR
- HI/LOW
- SET
- ALARM
- DONE

- +
- <
- >
- 



DAVIS

WIND



STATION NO. 2



TEMP OUT

25.2 °C

HUM OUT

82%

BAROMETER

1005.4

9:54 AM

1/16

TEMP IN

25.8 °C

HUM IN

80%

CHILL

25

DAILY RAIN

0.0 mm



RAIN

NO

0.3 mm

STATION NO. 2

Vantage PRO 2



Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria



Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

# Respuesta a diferentes condiciones de humedad en variedades comerciales y experimentales de maíz.

# OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la respuesta de genotipos de maíz a condiciones variables de humedad de suelo.

## **8. OBJETIVO ESPECÍFICO :**

**8.1** Determinar el patrón de respuesta de 4 variedades comerciales y 4 experimentales de maíz a dos regímenes de humedad de suelo.

**8.2** Evaluar el efecto de dos condiciones de humedad de suelo en los componentes de rendimiento de cada variedad (índices de tolerancia a sequía).

**8.3** Elaborar modelos de respuesta a las condiciones de humedad suelo en estudio para cada variedad utilizando el programa de computo AQUACROP.

**8.4** Obtener información fisiológica de los genotipos en condiciones de estrés y no estrés.

# VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

## COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO

1. Número de plantas emergidas (dato de observación, cuando amerite).
2. Días a floración masculina.
3. Días a floración femenina.
4. Altura de planta.
5. Altura de mazorca.
6. Cobertura de mazorca.
7. Aspecto de mazorca.
8. Acame de raíz.
9. Acame de tallo.

# Variables y métodos de evaluación

- PROBLEMAS DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

1. Número de mazorcas podridas. (Hongos como Fusarium, escala daño 1 a 5)

2. Enfermedades de follaje (escala de 1 a 5, donde 1 es sano y 5 completamente afectado)

3. Daño ocasionado por Stenocarpella maydis (incidencia y severidad).

# VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

## RENDIMIENTO

1. Número total de mazorcas cosechadas.
2. Número total de plantas cosechadas.
3. Peso de campo por parcela.
4. Relación grano/mazorca.
5. Rendimiento de grano al 14 % humedad.
6. Número de hileras por mazorca.
7. Número de granos por 100 gramos.
8. Peso de granos por mazorca.
9. Número de granos por mazorca.
10. Índice de área foliar (equipo diseñado para medirlo) \*
11. Índice de reflectancia espectral (Prasad, et al 2007) (equipo diseñado para medirlo) \*
12. Índice de susceptibilidad a la sequía (ISSi) (López et al, 2008). \*
13. Media geométrica (MG) (López et al, 2008).
14. Índice de Eficiencia Relativa (IER) (López et al, 2008).\*

# VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

- \*Los índices se utilizarán para determinar el efecto de los tratamientos de sequía y riego sobre el comportamiento de las variedades en estudio.
- **ISSi =  $1 - (Y_{ii}/Y_{ci})/IIS$** , donde  $Y_{ii}$  = promedio de rendimiento década genotipo sin riego a partir de inicio de floración;  $Y_{ci}$  = promedio de rendimiento de cada genotipo con aplicación de riego durante el ciclo.
- 
- **MG =  $(Y_{ii} \times Y_{ci})^{1/2}$** , donde  $MG_i$  = media geométrica de cada genotipo; y  $Y_{ii}$  y  $Y_{ci}$  = rendimiento de cada genotipo bajo condiciones de riego suplementario y sin riego a partir del inicio de floración, respectivamente.
- 
- **IER =  $(Y_{ii} / Y_i) (Y_{ci} / Y_c)$** , donde  $IER_i$  = índice de eficiencia relativa de cada genotipo;  $Y_{ii}$  = rendimiento del genotipo  $i$  sin aplicación de riego a partir de inicio de floración;  $Y_i$  = rendimiento promedio con suspensión de riego a partir de inicio de floración;  $Y_{ci}$  = rendimiento del genotipo  $i$  con riego durante el ciclo del cultivo; y  $Y_c$  = rendimiento promedio con riego durante el ciclo del cultivo.

## Ensayo de maíz con riego (CR)

1            2            3            4            5            6            7            8

9            10            11            12            13            14            15            16

17            18            19            20            21            22            23            24

25            26            27            28            29            30            31            32

# de Parcela	Tratamiento (Variedad)	# de Parcela	Tratamiento (Variedad)
1	3	17	4
2	4	18	8
3	5	19	2
4	6	20	3
5	1	21	1
6	2	22	7
7	7	23	5
8	8	24	6
9	3	25	3
10	1	26	1
11	6	27	4
12	8	28	7
13	2	29	5
14	5	30	6
15	4	31	2
16	7	32	8

**Aleatorización experimento con riego (CR)**

## Ensayo de maíz sin riego (SR)

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32

# de Parcela	Tratamiento (Variedad)	# de Parcela	Tratamiento (Variedad)
1	8	17	2
2	4	18	8
3	3	19	5
4	6	20	4
5	1	21	6
6	5	22	7
7	2	23	3
8	7	24	1
9	2	25	1
10	8	26	7
11	7	27	2
12	5	28	8
13	6	29	4
14	4	30	6
15	1	31	5
16	3	32	3

**Aleatorización experimento bajo estrés de sequía (ES)**

TRATAMIENTOS	NOMBRE VARIEDAD
1	LD 8843
2	UPIAV G-6
3	NUTRIGRANO
4	JSAENZ
5	PROTEINTA
6	EJN2

# DISEÑO EXPERIMENTAL

- Diseño en Franjas: 8 tratamientos, 4 repeticiones
- Ensayo Franja 1: Con Riego
- Ensayo Franja 2: Sin Riego
- Dimensiones de la parcela: 4 surcos de 5.0 metros de largo y 0.80 m entre surcos, 3 semillas por golpe.
- 34 metros de frente x 24 metros de fondo cada ensayo
- 88 plantas/parcela, 22 plantas/ surco
- 132 semillas por sobre de cada variedad

# RESULTADOS 2015-2016

**Ensayo  
riego  
Datos  
SPAD**

<b>N° Parcela</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Repetición</b>	<b>Lectura <math>\mu</math></b>
1	3	1	44,48
2	4	1	35,76
3	5	1	38,70
4	6	1	43,24
5	1	1	39,22
6	2	1	38,34
7	3	2	36,63
8	1	2	36,69
9	6	2	33,58
10	2	2	34,81
11	5	2	37,89
12	4	2	38,28
13	4	3	36,94
14	2	3	42,66
15	3	3	38,96
16	1	3	34,78
17	5	3	40,03
18	6	3	40,34
19	3	4	40,98
20	1	4	45,02
21	4	4	37,12
22	5	4	38,90
23	6	4	47,31
<b>24</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>50,10</b>

---

<b>Tratamiento</b>	<b>SPAD</b>
LD 8843	38,9
UPIAV G-6	41,5
NUTRIGRANO	40,3
JSAENZ	37,0
PROTEINTA	38,9
EJN2	41,1

---

**Ensayo riego**  
**Datos SPAD**

	N° Parcela	Tratamiento	Repetición	Lectura $\mu$
Ensayo sequía Datos SPAD	1	4	1	46,87
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>50,22</b>
	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>50,18</b>
	4	1	1	47,27
	5	5	1	46,80
	6	2	1	44,92
	7	2	2	45,13
	8	5	2	44,22
	9	6	2	43,07
	10	4	2	41,97
	11	1	2	46,01
	12	3	2	45,58
	13	2	3	41,68
	14	5	3	40,31
	15	4	3	35,89
	16	6	3	35,89
	17	3	3	47,59
	18	1	3	44,07
	19	1	4	37,50
	20	2	4	39,77
	21	4	4	35,77
	22	6	4	41,68
	23	5	4	39,84
	24	3	4	47,01

---

<b>Tratamiento</b>	<b>SPAD</b>
LD 8843	43,7
UPIAV G-6	42,9
NUTRIGRANO	47,6
JSAENZ	40,1
PROTEINTA	42,8
EJN2	42,7

---

Ensayo sequía  
Datos SPAD

**2015**

---

**Ensayo con riego**

<b>Variedad</b>	<b>Rend. (t/ha)</b>
LD 8843	3,50
UPIAV G-6	3,46
NUTRIGRANO	3,00
<b>JSAENZ</b>	<b>3,90</b>
PROTEINTA	3,86
EJN2	3,88

---

---

**Ensayo sequía**

<b>Variedad</b>	<b>Rend. (t/ha)</b>
<b>LD 8843</b>	<b>0,96</b>
UPIAV G-6	1,04
NUTRIGRANO	1,51
JSAENZ	1,78
PROTEINTA	1,78
<b>EJN2</b>	<b>1,86</b>

---

**2016**

---

**Ensayo con riego**

<b>Variedad</b>	<b>Rend.(t/ha)</b>
S13LTWQHZNHGAB01	6,60
S13LTWQHZNHGAB02	7,63
S13LTWQHZNHGAB03	6,93
S13LTWQHZNHGAB04	7,64
S13LTWNHZNHGAB03	6,12
S06TLWQHGAB02	7,24
S11TLWNHGAB06	7,67
<b>Testigo (LD8843)</b>	<b>8,26</b>

---

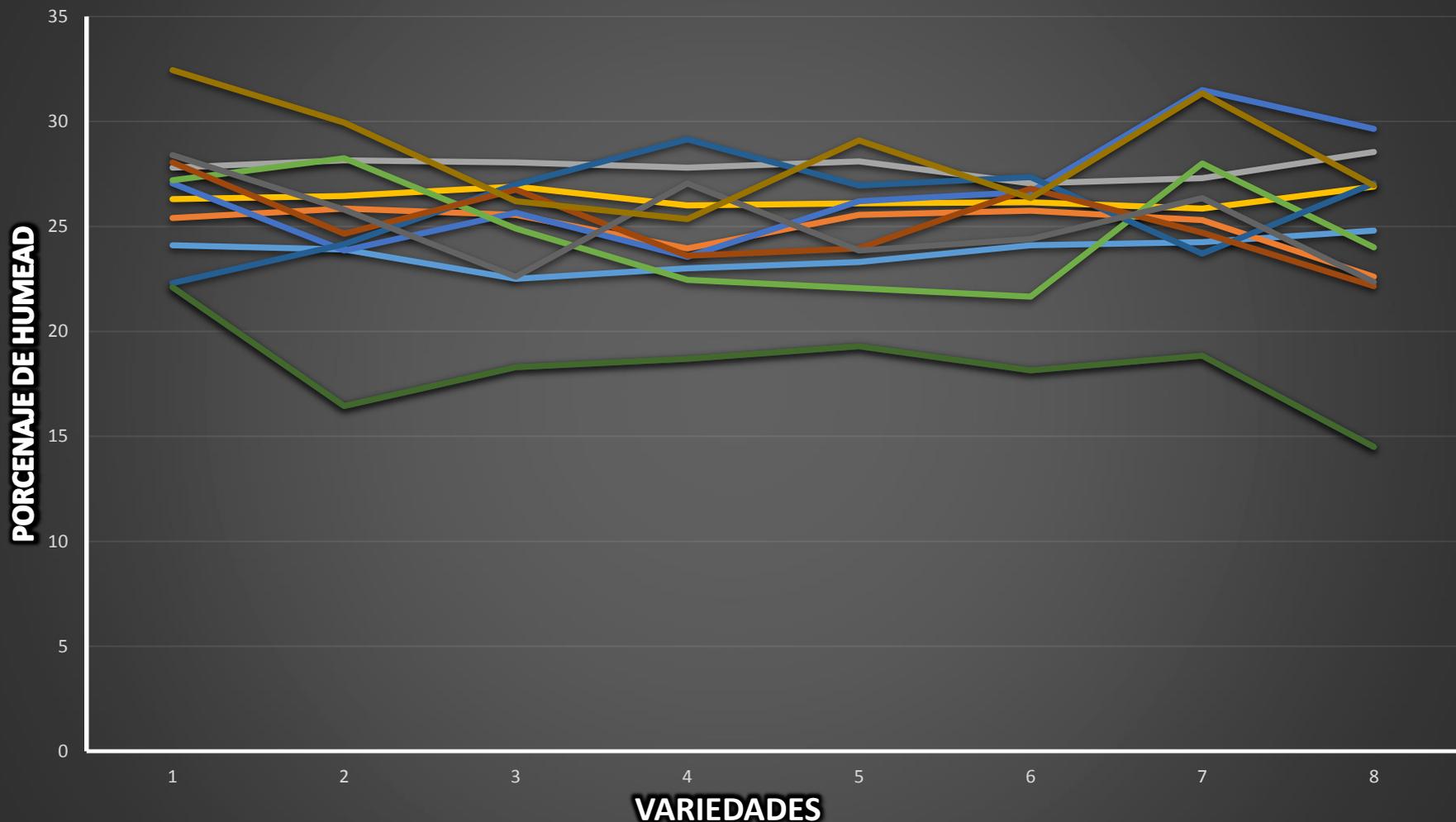
---

**Ensayo sequía**

<b>Variedad</b>	<b>Rend. (t/ha)</b>
S13LTWQHZNHGAB01	5,31
<b>S13LTWQHZNHGAB02</b>	<b>7,33</b>
S13LTWQHZNHGAB03	5,85
S13LTWQHZNHGAB04	4,15
S13LTWNHZNHGAB03	4,94
S06TLWQHGAB02	5,44
S11TLWNHGAB06	4,96
Testigo (LD8843)	6,68

---

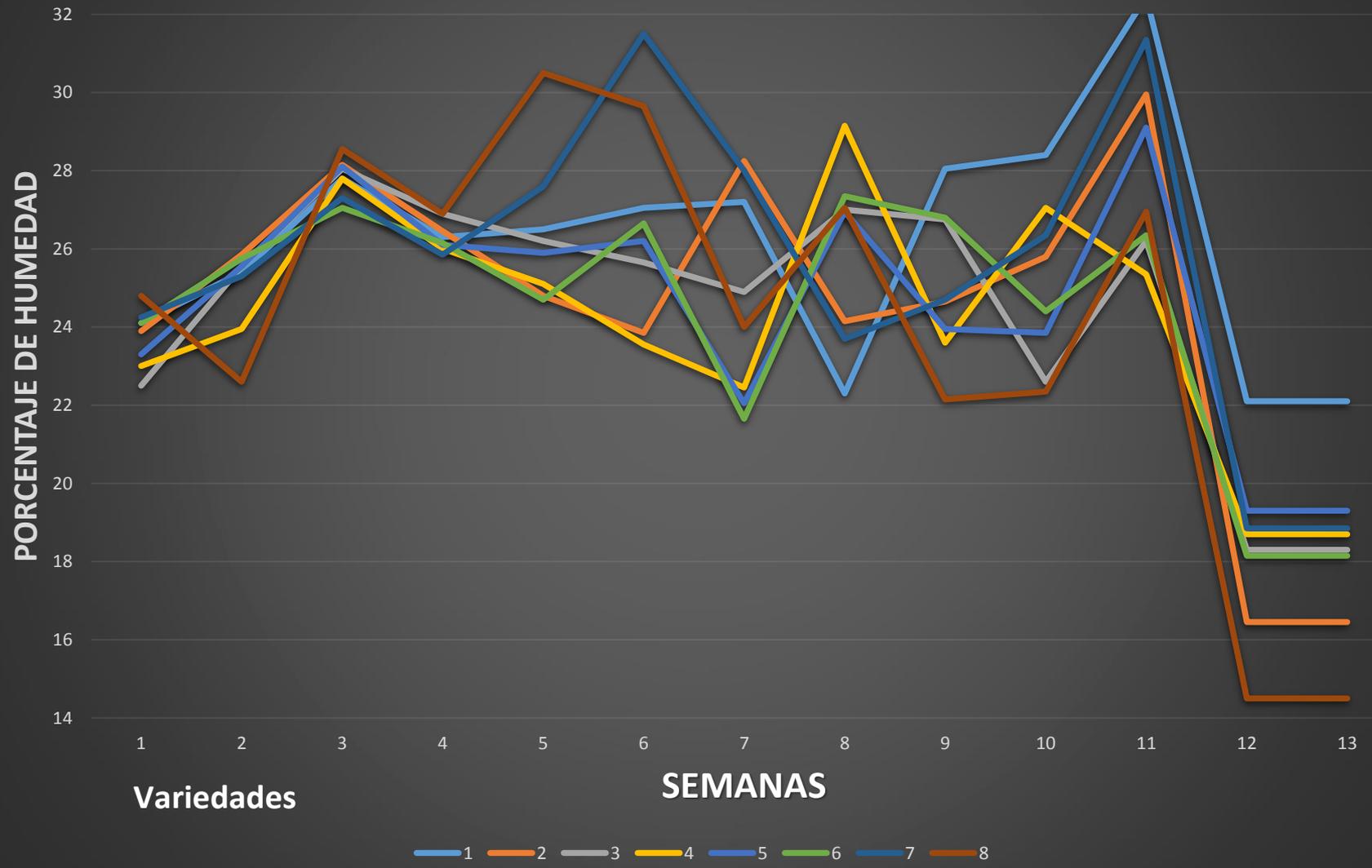
# Valores porcentuales de humedad de suelo determinada con TDR en ensayo de riego, 2016



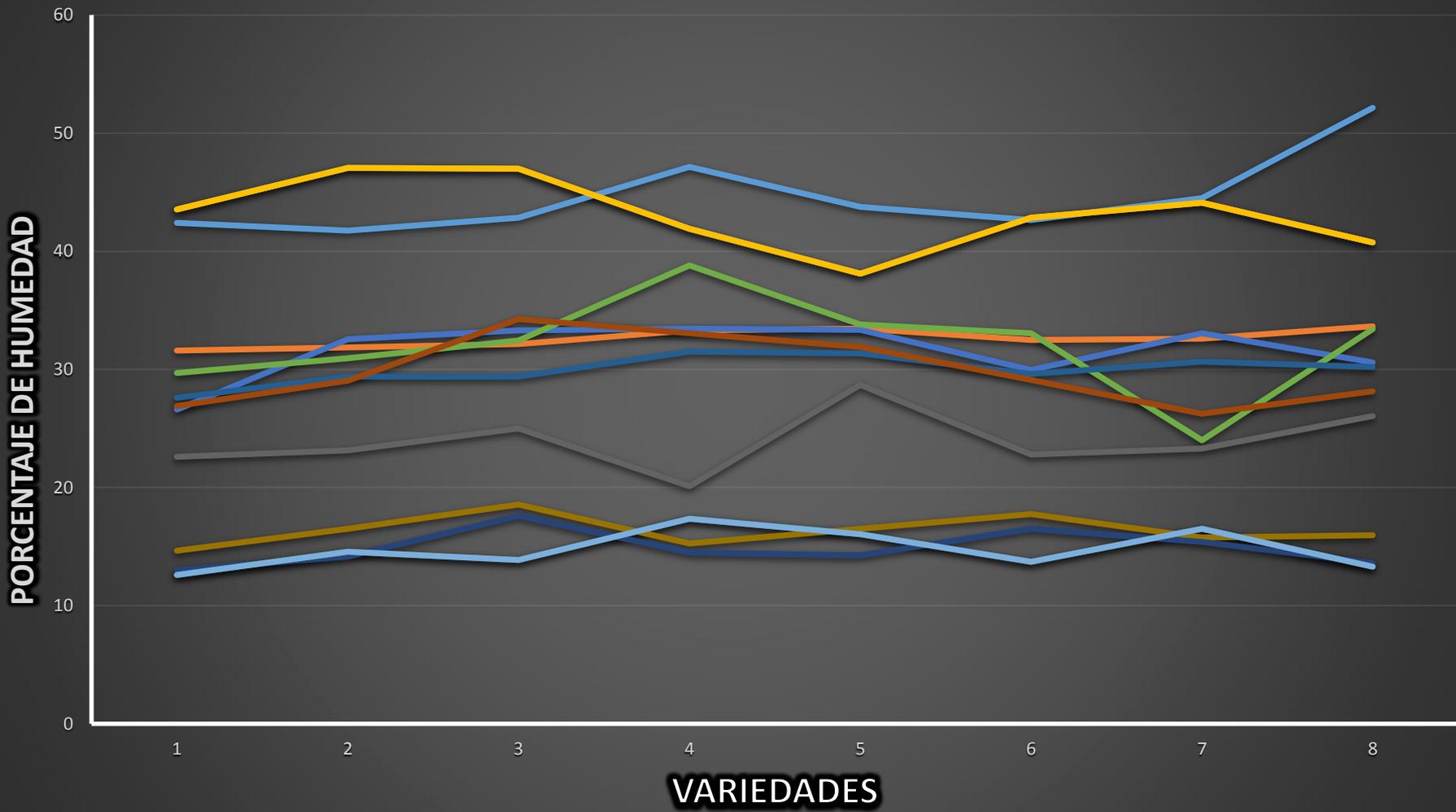
Semanas

1 2 3 4 6 7 8 9 10 11 12 13

# Valores porcentuales de humedad de suelo determinada con TDR, ensayo de riego, 2016

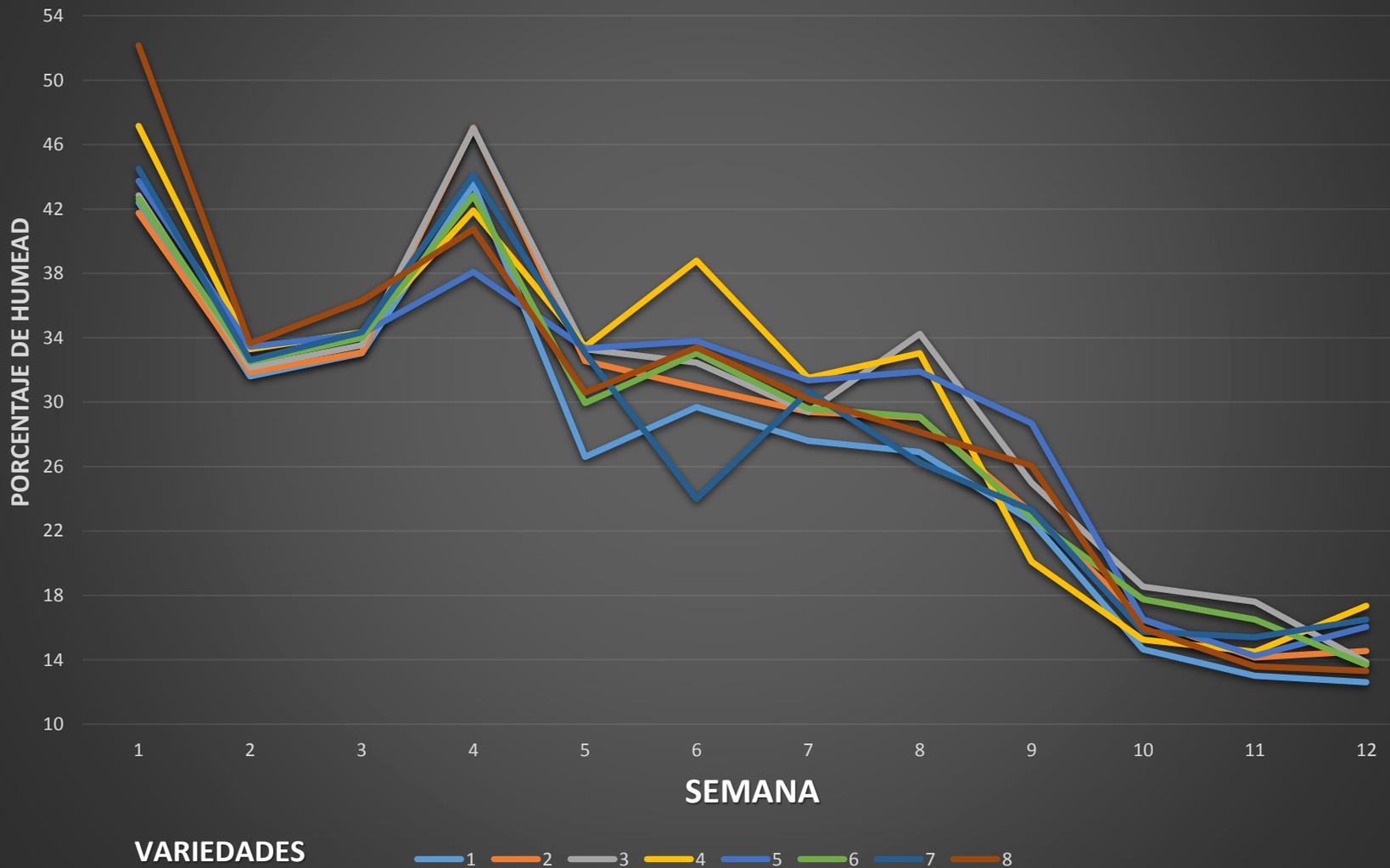


# Valores porcentuales de humedad de suelo determinados con TDR ensayo sequía, 2016



Semanas 1 2 4 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

## Valores porcentuales de humedad de suelo determinada con TDR, ensayo de sequía, 2016





Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria



# Adaptación del maíz al cambio climático

Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

**Ing. Agr. Nevio Bonilla Morales**

Contacto: [nbonilla@inta.go.cr](mailto:nbonilla@inta.go.cr)

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN