



# INDICADORES DE PELIGROSIDAD METEOROLÓGICA PARA EL CULTIVO DE MAÍZ DE TEMPORAL: EL CASO DEL BAJO BALSAS, MÉXICO

Alba M. Ortega  
([albaortegag@gmail.com](mailto:albaortegag@gmail.com)), Cristina Montiel-  
González, Ángeles Gallegos, Aristeo Pacheco  
y Francisco Bautista

# Introducción



- La agricultura de temporal es una actividad altamente vulnerable a los efectos del cambio climático.
- Tanto la sequía como el exceso de humedad dañan los cultivos ocasionando pérdidas en la producción agrícolas.
- En los países en desarrollo con escasos recursos para la inversión tecnológica, la agricultura de temporal es muy importante para la producción de alimentos.
- La siembra de maíz de temporal en el Bajo-Balsas es para autoconsumo, de allí la importancia de identificar los indicadores de peligrosidad climática que amenazan la producción agrícola de maíz de temporal.

# El Bajo Balsas





# Objetivo

Construir y validar indicadores de peligrosidad meteorológica para el cultivo de maíz de temporal del Bajo Balsas considerando las diferentes etapas fenológicas de la planta



# Método

## a) Requerimientos climáticos del maíz



MAÍZ



### CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS

<b>Nombre científico:</b>	<i>Zea mays</i> L.
<b>Nombres comunes:</b>	Maíz.
<b>Familia:</b>	Poaceae (Gramineae).
<b>Origen:</b>	México, América Central (González, 1984).
<b>Distribución:</b>	50° LN a 40° LS (González, 1984; Purseglove, 1985).
<b>Adaptación:</b>	Regiones tropicales, subtropicales y templadas (Doorenbos y Kassam, 1979).
<b>Ciclo de madurez:</b>	100 a 140 días (Doorenbos y Kassam, 1979). 80-140 días (Benacchio, 1982). 90-150 días (Ruiz, 1985). 100-180 días (Villalpando, 1986). 80 días en las variedades precoces, hasta 200 días en las tardías; las variedades que rinden más duran de 100 a 140 días (Santacruz y Santacruz, 2007).
<b>Tipo fotosintético:</b>	C <sub>4</sub>

### REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

<b>Altitud:</b>	0-3300 m (González, 1984; Purseglove, 1985). 0-1600 m (Benacchio, 1982). A partir de 26 razas de maíz estudiadas el rango altitudinal se encuentra de 5-2900 m (Ruiz <i>et al.</i> , 2009). En altitudes mayores a 3000 msnm disminuyen los rendimientos; se obtienen buenos rendimientos en alturas de 0 a 2500 msnm (Santacruz y Santacruz, 2007).
-----------------	---







## b) Selección de las estaciones climatológicas

-30 años de datos

-Operando

Clave	Estación	Municipio	Estado
16047	El Zapote	La Huacana	Michoacán
12007	Aratichanguio	Zirándaro	Guerrero
12021	Coahuayutla	Cuahutepec	Guerrero

## c) Obtención de información de producción de maíz de temporal de la región

-18 años



SERVICIO DE INFORMACIÓN  
AGROALIMENTARIA Y PESQUERA

## d) Diseño de indicadores

Características	Etapa fenológica del maíz
Número de días secos iguales a 0 mm para el mes de junio	VE-Vn
Número de días secos menores a 5 mm para el mes de junio	
Número de días secos iguales a 0 mm para el mes de julio	R0-R1
Número de días con temperaturas mayores a 38 °C para el mes de julio	
Número de días secos iguales a 0 mm para el mes de agosto	R2-R4
Número de días secos menores a 5 mm para el mes de agosto	
Número de días con temperaturas mayores a 38 °C para el mes de agosto	
Número de días secos iguales a 0 mm para el mes de septiembre	R5-R6
Número de días lluviosos mayores a 10 mm para el mes de octubre	Secado
Número de días lluviosos mayores a 10 mm para el mes de noviembre	





## e) Clasificación de peligrosidad con indicadores de siniestro

### Criterios:

- De acuerdo a la superficie siniestrada por año (datos del SIAP)
- De acuerdo a los reportes de sequias (Monitor de sequias de México del SMN)

### Clases de peligrosidad:

- Peligrosidad baja con 0-10% de la superficie siniestrada y sin reporte de sequía
- Peligrosidad media: con 11-50% de la superficie siniestrada, reportes de sequias moderadas
- Peligrosidad alta con 51-100% de la superficie siniestrada y reportes de sequía severa.

## f) Validación de la clasificación -Minería de datos (*Data Mining*)

**Software WEKA** (Legrand y Nicoloyannis, 2005;

Hall et al., 2009)

- **1) Elección de los indicadores climáticos de peligrosidad**
- **2) Calificación de los años, por peligrosidad**
- **3) Aplicación del algoritmo “J48” con la opción *Use training set para la elaboración de los árboles de decisión.***



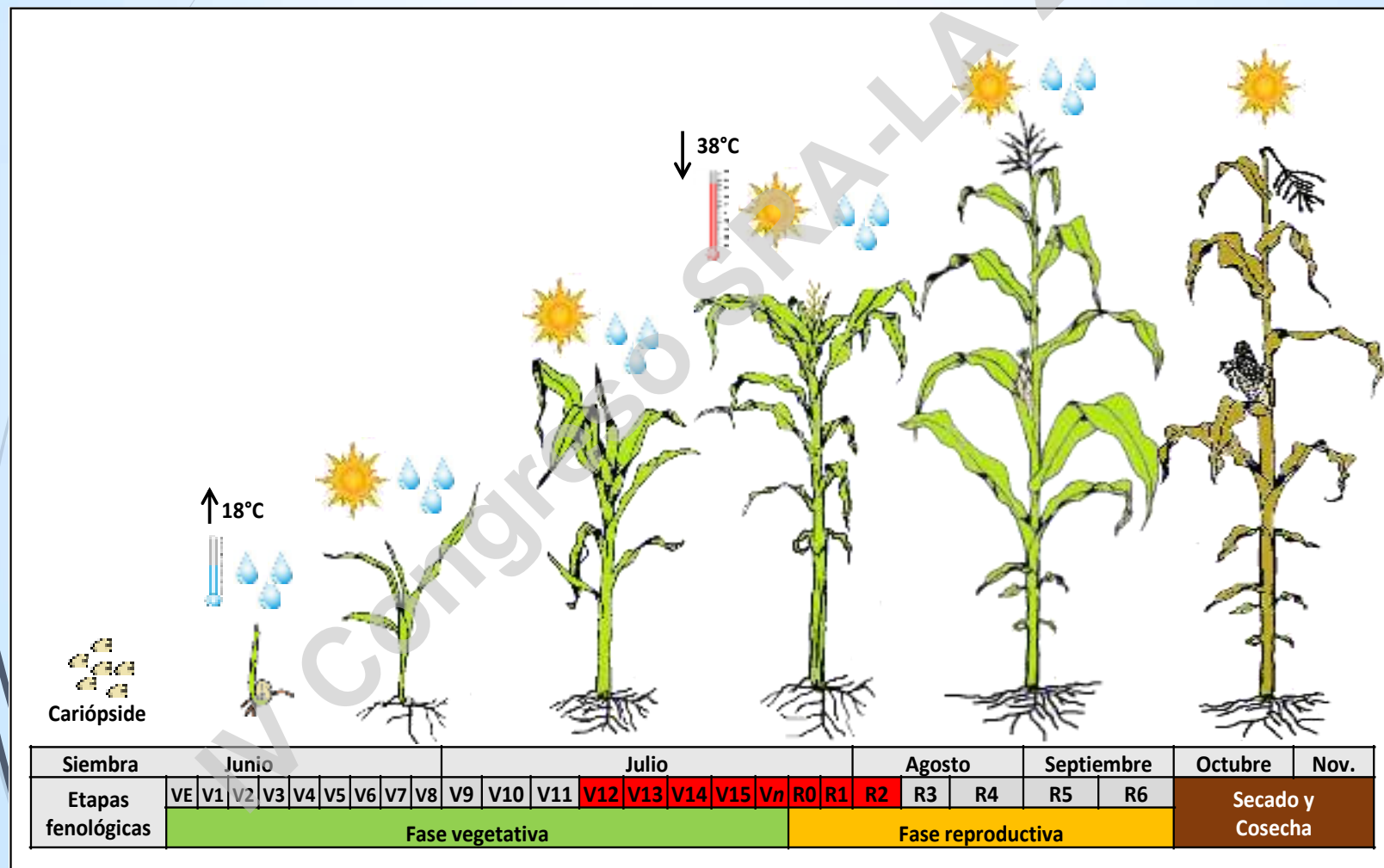
Weka (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*, en español «entorno para análisis del conocimiento de la Universidad de Waikato») es un software útil para el análisis de datos y modelado predictivo, también denominado minería de datos, escrito en Java y desarrollado en la Universidad de Waikato.

g) Automatización de los indicadores de peligrosidad climática en el software ICC (Bautista, et al., 2016)



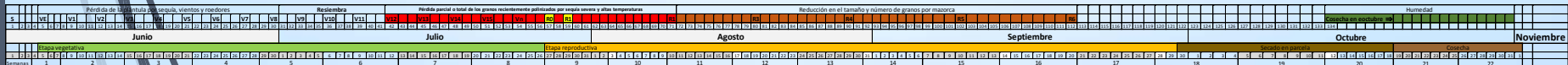


Ver Resultados



## Indicadores de peligrosidad

#	Indicador	Descripción
1	WDU10oct	Número de días lluviosos mayores a 10 mm para el mes de octubre
2	WDU10nov	Número de días lluviosos mayores a 10 mm para el mes de noviembre
3	DDL0jun	Número de días secos iguales a 0 mm para el mes de junio
4	DDL0jul	Número de días secos iguales a 0 mm para el mes de julio
5	DDL0ago	Número de días secos iguales a 0 mm para el mes de agosto
6	DDL0sep	Número de días secos iguales a 0 mm para el mes de septiembre
7	DDL5jun	Número de días secos menores a 5 mm para el mes de junio
8	DDL5jul	Número de días secos menores a 5 mm para el mes de agosto
9	TX38jul	Número de días con temperaturas mayores a 38 °C para el mes de julio
10	TX38ago	Número de días con temperaturas mayores a 38 °C para el mes de agosto





# Indicadores de peligrosidad meteorológica



SERVICIO DE INFORMACIÓN  
AGROALIMENTARIA Y PESQUERA

AÑO	WDU10 oct	WDU10 nov	DDL0 jun	DDL0 jul	DDL0 ago	DDL0 sep	DDL5 jun	DDL5 jul	TX38 jul	TX38 ago	Calificación datos de producción SIAP
1999	4	0	21	21	16	21	23	25	0	0	Medio
2000	0	0	25	24	21	27	28	24	0	0	Alto
2001	1	0	24	22	20	19	26	23	0	0	Alto
2002	2	2	21	20	21	18	24	20	0	0	Medio
2003	4	0	22	24	22	19	22	24	0	0	Bajo
2004	1	0	22	24	25	21	24	25	0	0	Bajo
2005	2	0	25	23	20	21	25	26	0	0	Medio
2006	4	0	25	18	18	19	25	23	5	0	Medio
2007	0	0	26	24	14	24	29	27	5	0	Alto
2008	1	0	25	23	25	20	27	27	2	6	Bajo
2009	3	0	26	24	26	23	29	26	10	28	Bajo
2010	0	0	22	20	13	19	22	24	2	0	Alto
2011	4	0	21	14	22	22	21	21	0	0	Bajo
2012	2	2	24	20	19	26	28	22	22	5	Medio
2013	2	1	20	18	25	14	25	18	29	13	Bajo
2014	1	1	19	25	23	22	21	26	11	24	Bajo
2015	4	0	25	20	24	26	25	23	27	31	Bajo
2016	0	0	15	16	20	17	18	19	0	0	Alto



Analysis WEKA

=== Run information ===

Scheme: weka.classifiers.trees.J48 -C 0.25 -M 2

Relation: peligrosidad\_climatica

Instances: 18

Attributes: 11

WDU10oct; WDU10nov; DDL0jun; DDL0jul; DDL0ago; DDL0sep; DDL5jun; DDL5jul; TX38jul; TX38ago; class

Test mode: 10-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

J48 pruned tree

-----  
DDL0ago <= 21

| WDU10oct <= 1: Alto (5.0)

| WDU10oct > 1: Medio (5.0)

DDL0ago > 21: Bajo (8.0)

Number of Leaves : 3

Size of the tree : 5

Time taken to build model: 0 seconds

=== Stratified cross-validation ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	17	94.4444 %
--------------------------------	----	-----------

Incorrectly Classified Instances	1	5.5556 %
----------------------------------	---	----------

Kappa statistic	0.9143
-----------------	--------

Mean absolute error	0.037
---------------------	-------

Root mean squared error	0.1925
-------------------------	--------

Relative absolute error	8.3042 %
-------------------------	----------

Root relative squared error	40.2082 %
-----------------------------	-----------

Total Number of Instances	18
---------------------------	----

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	Class
	0.800	0.000	1.000	0.800	0.889	0.862	0.900	0.856	Alto
	1.000	0.077	0.833	1.000	0.909	0.877	0.962	0.833	Medio
	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	Bajo
Weighted Avg.	0.944	0.021	0.954	0.944	0.944	0.927	0.962	0.914	

=== Confusion Matrix ===

a b c <-- classified as

4 1 0 | a = Alto

0 5 0 | b = Medio

0 0 8 | c = Bajo

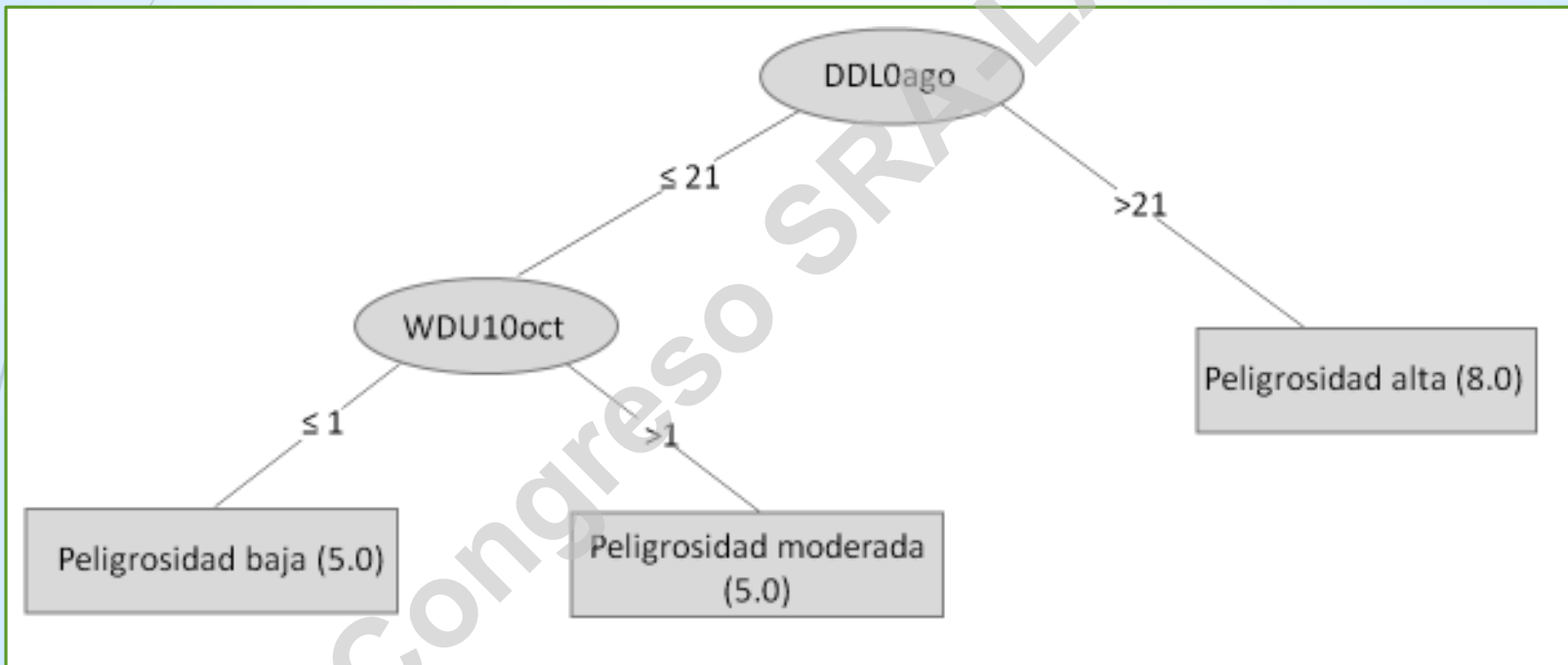


**La correcta clasificación estuvo determinada de la siguiente forma:**

-Si los días secos totales iguales a 0 mm para el mes de agosto (DDL0ago) se presentaron por más de 21 días, entonces, la producción de maíz es correctamente clasificada como baja por lo que se considera que el año presenta alta peligrosidad climática

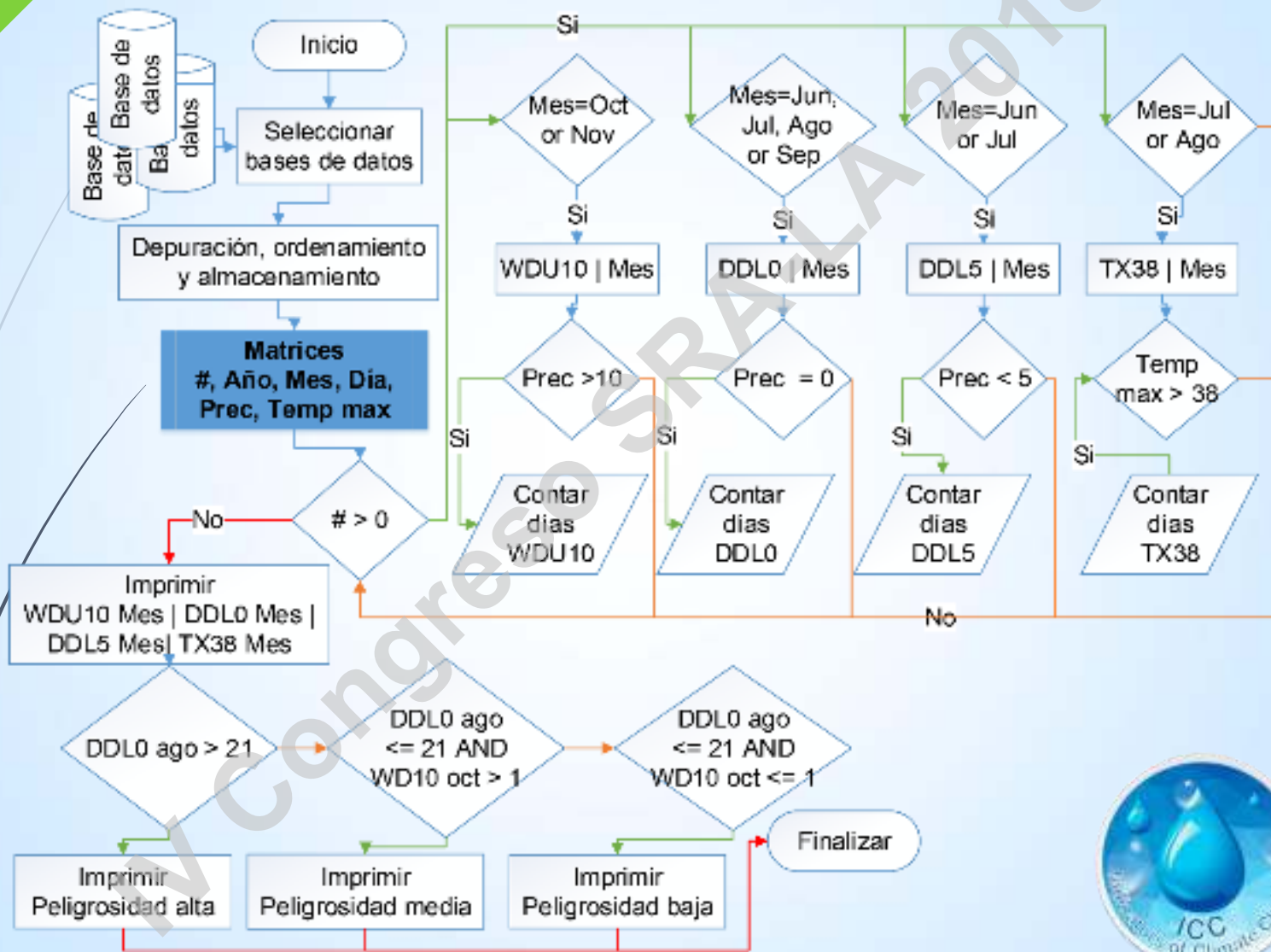
-Si los días secos totales iguales a 0 mm para el mes de agosto (DDL0 ago) se presentaron por un lapso menor de 21 días, entonces, la clasificación de la producción de maíz está condicionada a los días lluviosos totales mayores a 10 mm para el mes octubre (WDU10oct).

# Árbol de decisión



IV Congreso SRVLA 2018

# Automatización de los indicadores en ICC







# Conclusiones

El método propuesto sobre la validación de los indicadores de peligrosidad climática con el software WEKA permitió identificar a los indicadores más importantes que afectan el ciclo fenológico del maíz, y por lo tanto su rendimiento

La validación matemática del método muestra tres indicadores primarios, lo cual indica que existen variables primarias y secundarias que determinan el riesgo climático del mismo.

Los indicadores de riesgo climático fueron automatizados el software ICC® lo cual ofrece una herramienta útil para futuras investigaciones sobre el análisis de peligrosidad climática de otros cultivos de temporal.



# Agradecimientos

Al Servicio Meteorológico Nacional por los datos climáticos. A los fondos sectoriales CONACYT-SEMARNAT por el apoyo al proyecto:

**“Prospección territorial ante escenarios de cambio climático en cuencas de alta vulnerabilidad: bases para el manejo de información y la integración intersectorial” (Clave 0263006).**

## Gracias

Contacto  
[albaortegag@gmail.com](mailto:albaortegag@gmail.com)