



Determinación de zonas potenciales para especies vegetales de importancia económica en México; caso de estudio Trigo de temporal (*Triticum aestivum* L.), mediante el uso de gvSIG

Presenta: Dra. Antonia Macedo Cruz

Ing. Alfredo González Ramos

Desarrollo en Software *libre*
como motor de cambio

26 – 28 AGOSTO 2015

FACULTAD DE GEOGRAFÍA, UAEM

TOLUCA, MÉXICO



Introducción

- La determinación de Zonas con Potencial Productivo de una especie vegetal de importancia económica o ecológica, contribuye a **incrementar el rendimiento del cultivo, conservar el entorno que lo rodea y proponer especies** que representen una alternativa viable para los productores.
- Además es una estrategia de soporte para la planificación agrícola.

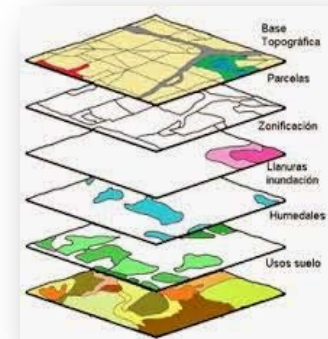


INIFAP, SAGARPA, SIAP, FAO; Sanchez-Cohen et al., 2015.



Introducción

- El Uso de los Sistemas de Información Geográfica, ha permitido la reducción de costos y tiempo en la generación de cartografía.
- Las bases de datos espaciales de los factores agroclimáticos y agroecológicos tales como: clima, edafología, topografía, suelos, uso del suelo, así como los requerimientos de los cultivos, permiten realizar de forma automática y precisa la definición de la aptitud natural de los terrenos para la producción de especies vegetales de interés.





Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

Metodología / Materiales y Métodos

- **Requerimientos agroecológicos del Cultivo (Trigo).**
 - Literatura del cultivo, INIFAP, SAGARPA, FAO, Investigadores.
- **Recopilación y procesamiento de la Información Climatológica.**
 - Servicio Meteorológico Nacional SMN – Comisión Nacional del Agua CNA 1951 - 2010.
- **Recopilación y procesamiento de la información Edafológica.**
 - INEGI cartas edafológicas escala 1:250,000
- **Modelo de Elevación Digital.**
 - Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI 90 x 90 metros





Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

Metodología / Materiales y Métodos

- **Cobertura de Uso del Suelo y Vegetación.**
INEGI Los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 - Serie V
- **Software gvSIG**

Software libre más usado a nivel mundial, especializado en SIG.



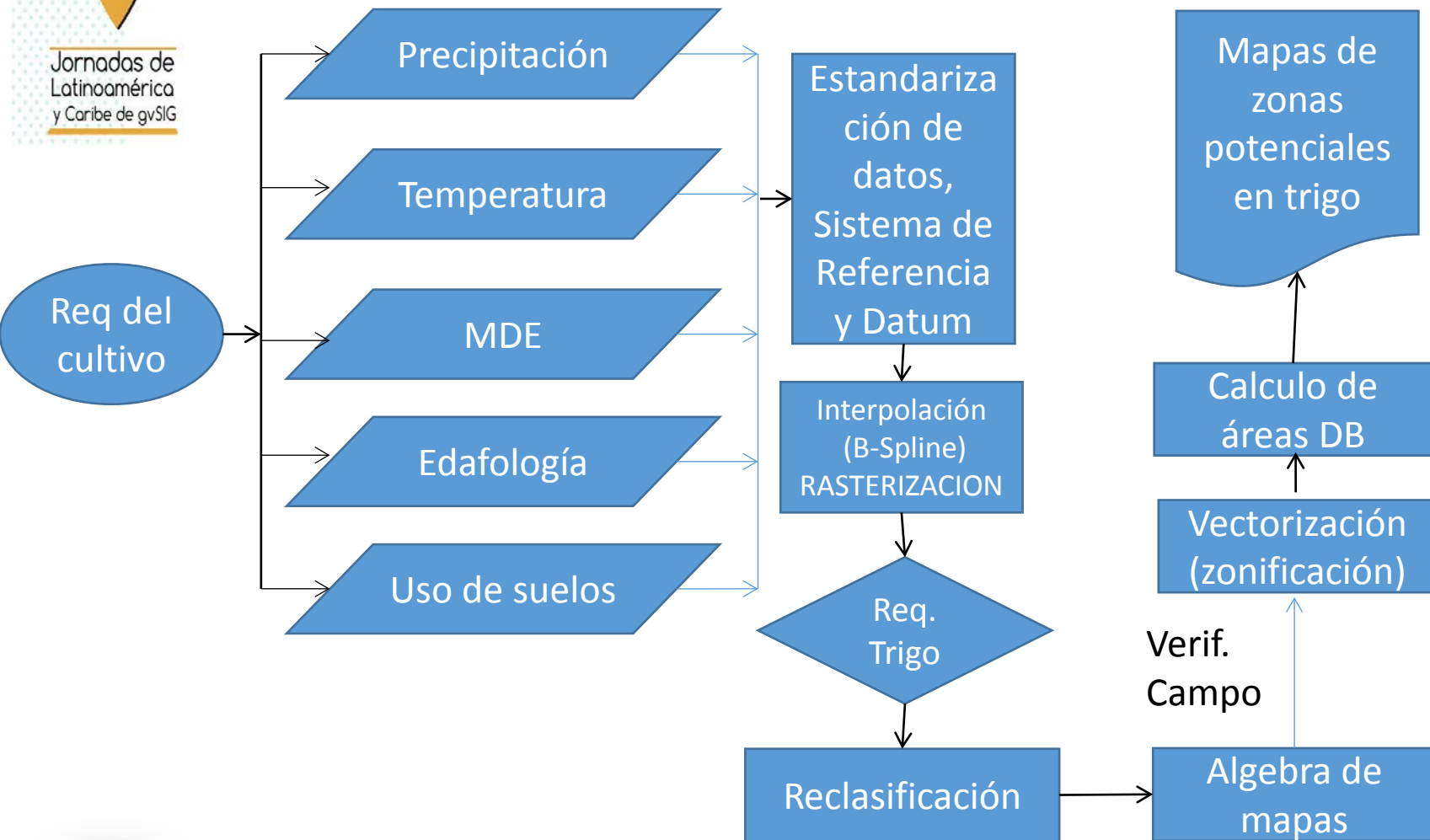
Determinación de Zonas Potenciales para Especies Vegetales de Importancia Económica en México





Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

METODOLOGÍA PARA LA Zonificación de áreas potenciales mediante gvSIG



Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

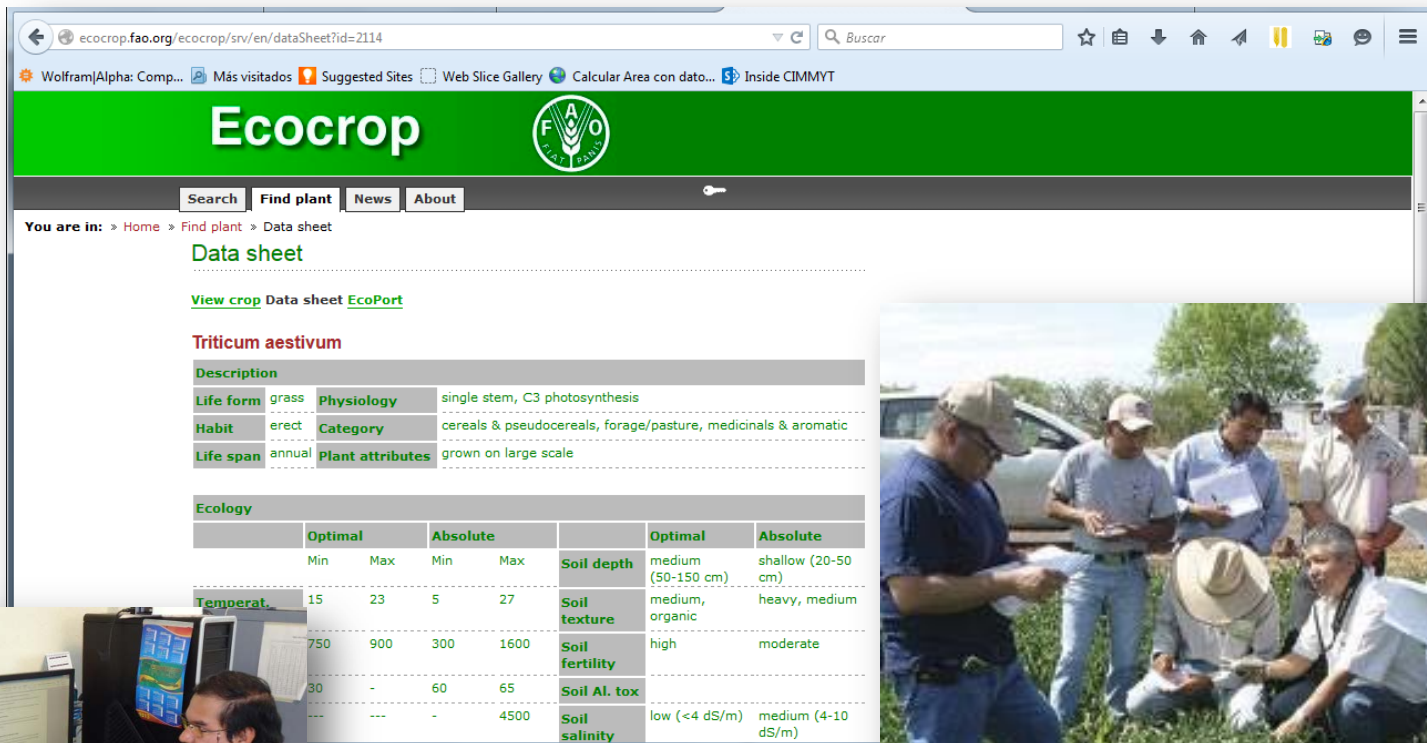
Desarrollo en Software *libre*
como motor de cambio



Requerimientos del cultivo

Metodología / Materiales y Métodos

<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home>



The screenshot shows the Ecocrop website interface. The header is green with the 'Ecocrop' logo and the FAO logo. Below the header, there are navigation tabs: Search, Find plant, News, and About. The main content area displays the 'Data sheet' for 'Triticum aestivum'. It includes a description table, an ecology table, and a table for plant attributes.

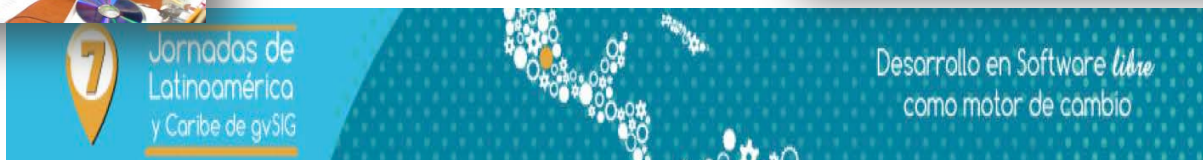
Triticum aestivum

Description

Life form	grass	Physiology	single stem, C3 photosynthesis
Habit	erect	Category	cereals & pseudocereals, forage/pasture, medicinals & aromatic
Life span	annual	Plant attributes	grown on large scale

Ecology

	Optimal		Absolute			Optimal	Absolute
	Min	Max	Min	Max			
Temperat.	15	23	5	27	Soil depth	medium (50-150 cm)	shallow (20-50 cm)
	750	900	300	1600	Soil texture	medium, organic	heavy, medium
	30	-	60	65	Soil fertility	high	moderate
	---	---	-	4500	Soil Al. tox		
					Soil salinity	low (<4 dS/m)	medium (4-10 dS/m)

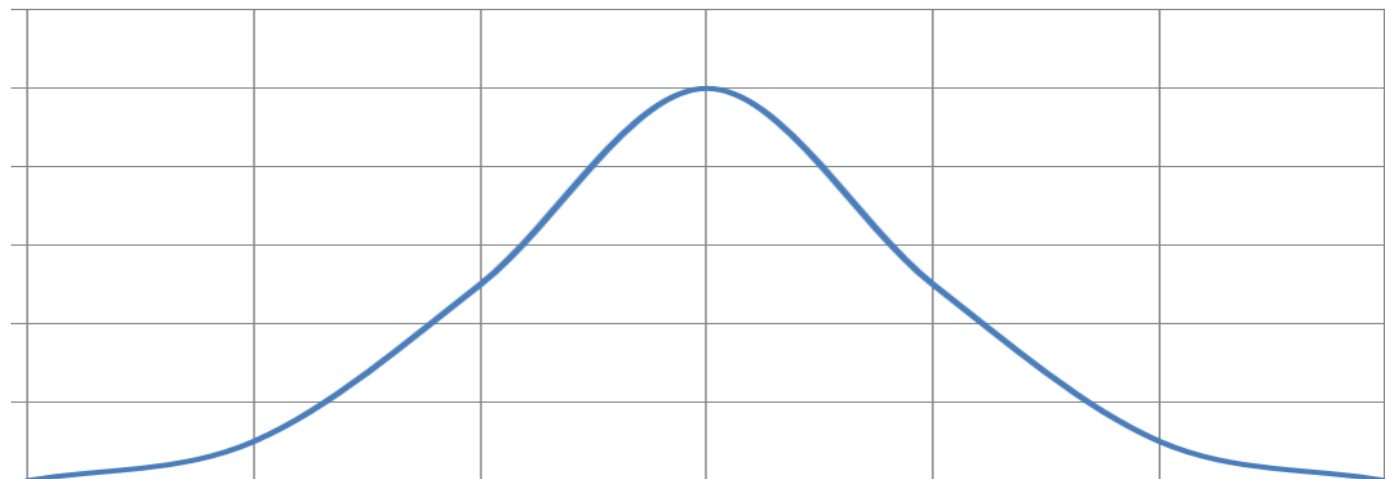


Determinación de Zonas Potenciales para Especies Vegetales de Importancia Económica en México



Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

Umbrales agroclimáticos y agroecológicos para la zonificación del Trigo (*Triticum aestivum* L.)



Fuente: Diseño propio con datos del INIFAP, 2012, Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. Y del Ecocrop de la FAO

	NO APTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	NO APTO
Altitud (m)	menor a 25		25 a 2800	2800 a 3500	mayor a 3500
Precipitación (mm)	menor a 500	500 a 700	700 a 1000	1000 a 1200	mayor a 1200
Temperatura (°C)	menor a 5	5 a 15	15 a 23	23 a 27	mayor a 27
Uso de Suelo	Se consideran zonas agrícolas de temporal, humedad, riego, riego eventual y riego suspendido.				
Suelo	Se excluyen litosoles, rankers, solonchaks y solonetz				



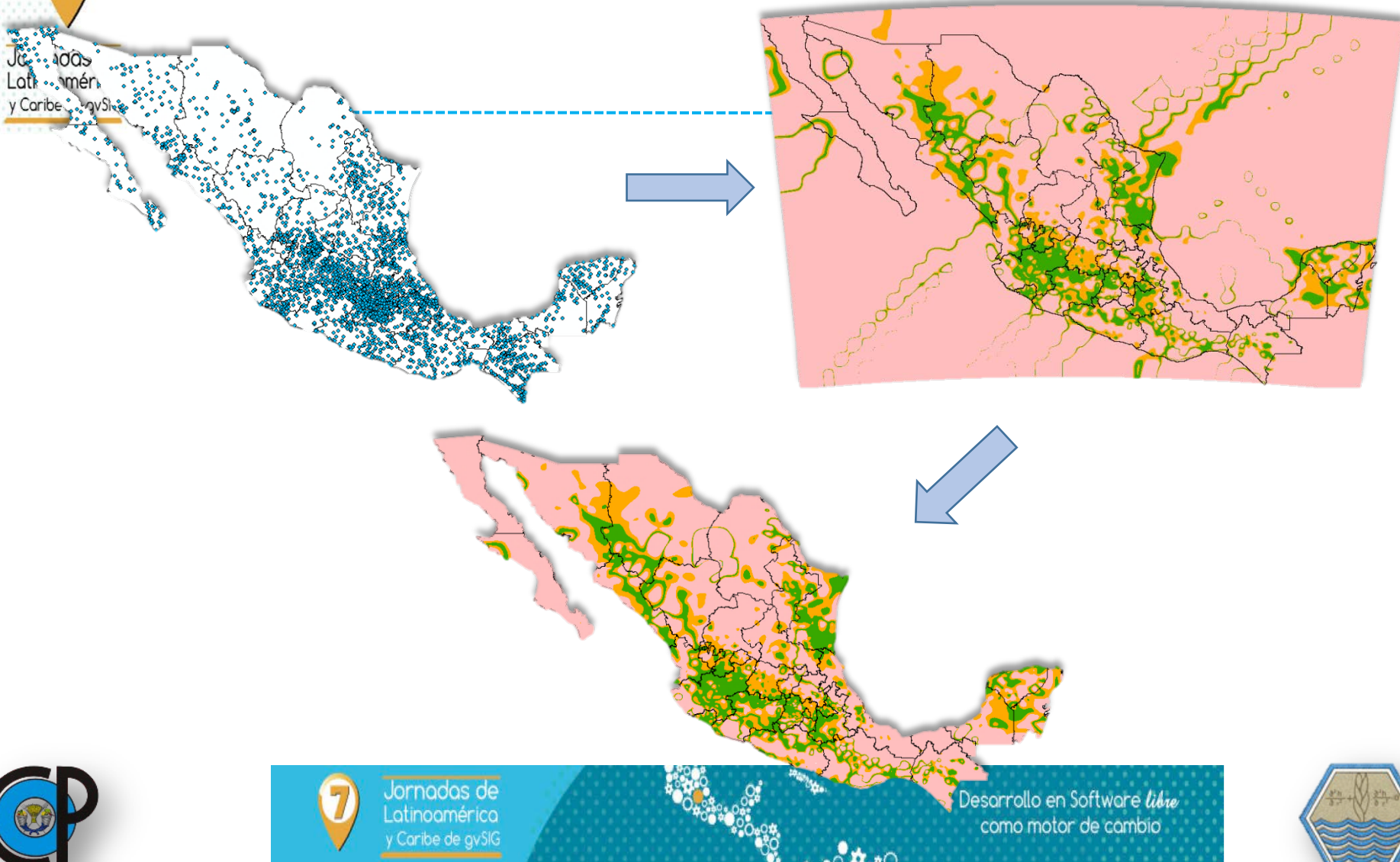
Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

Desarrollo en Software libre
como motor de cambio



Método de Interpolación_ Algoritmo de curvas adaptativas (SPLINE)

- Interpolación de datos de climatológicos



2,811 Estaciones Climatológicas
Precipitación Acumulada Anual

4,152 Estaciones Climatológicas
Temperatura Media Anual

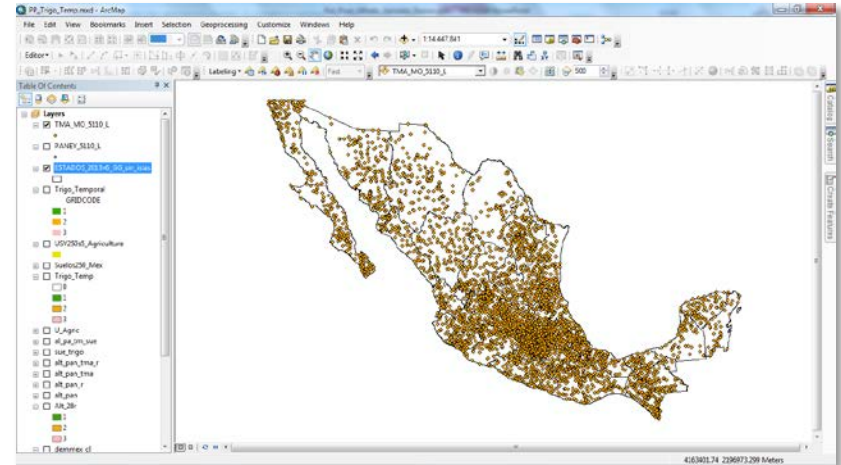
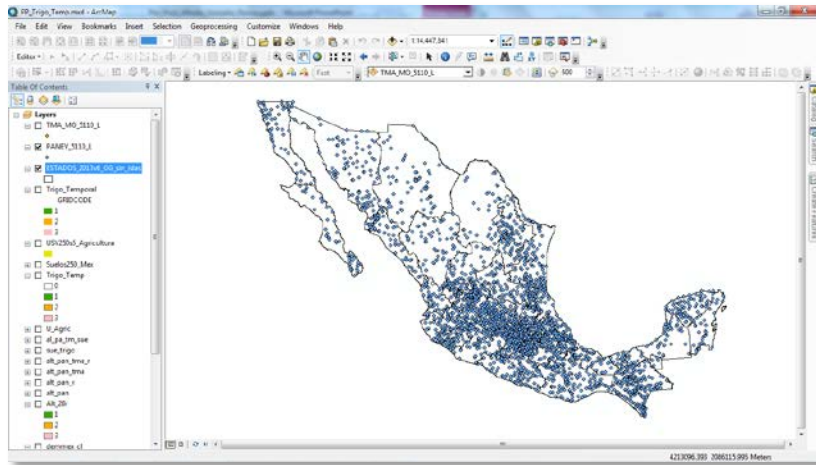


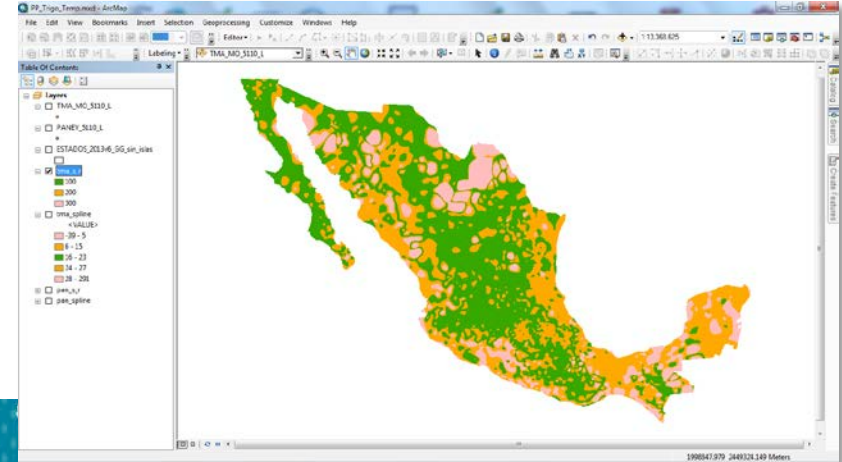
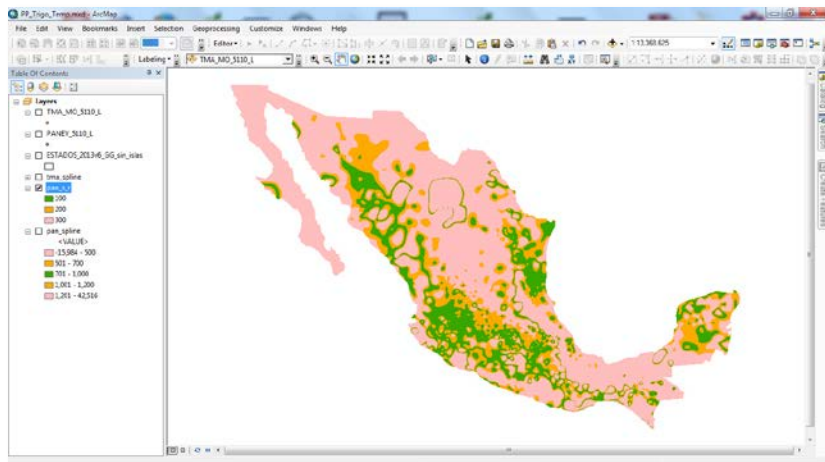
Imagen reclasificada



1951 - 2010



Imagen reclasificada



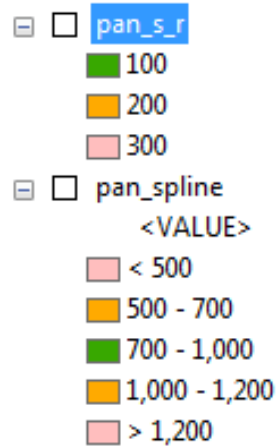
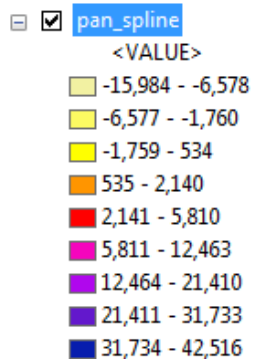
Método de Interpolación_ Algoritmo de curvas adaptativas (B-SPLINE)

Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

como motor de cambio

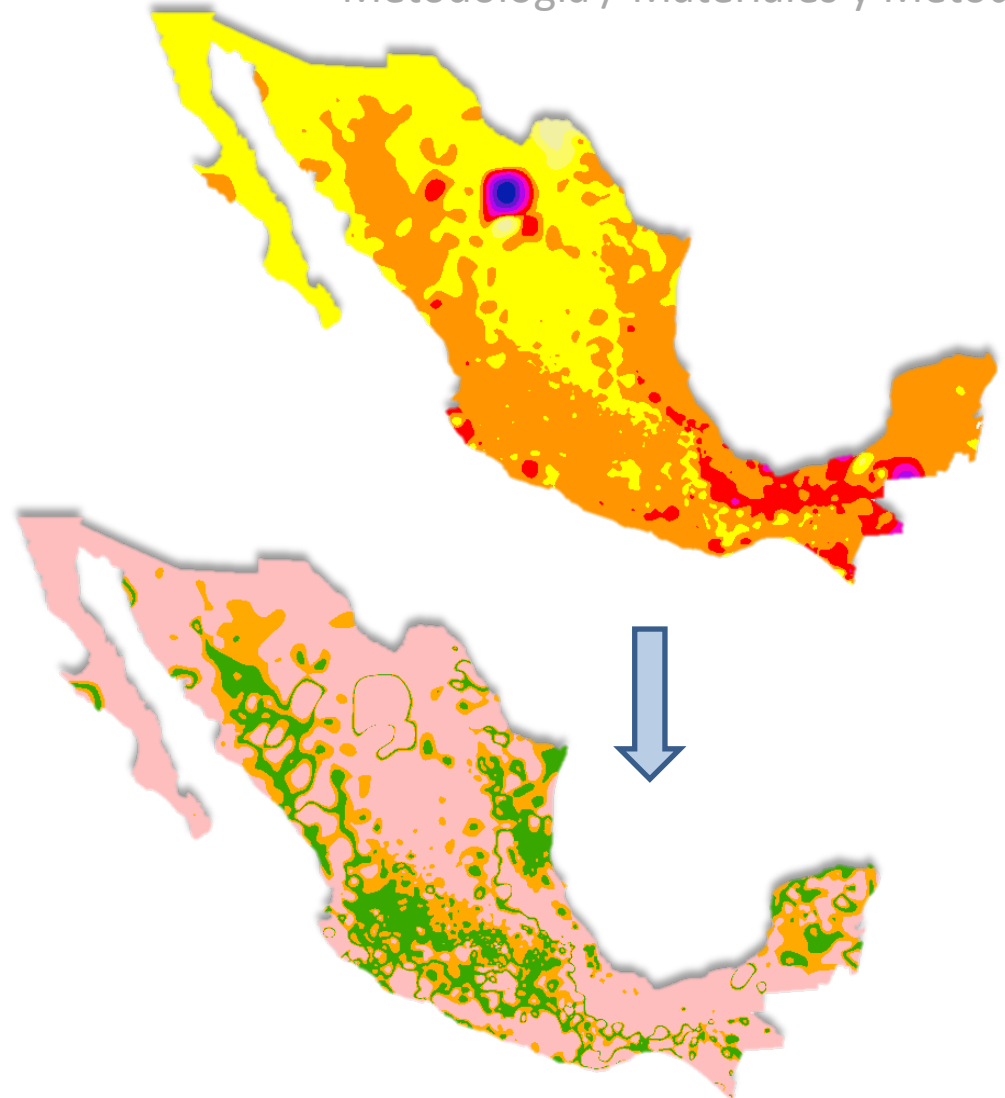
Precipitación Acumulada Anual

Reclasificación



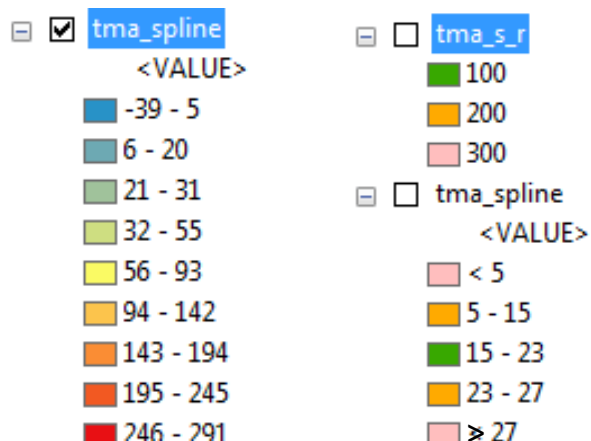
Trigo (*Triticum aestivum* L.)

Clase	Precipitación mm	Reclasificación
ALTO	700 - 1,000	100
MEDIO	500 - 700	200
MEDIO	1,000 - 1,200	200
NO APTO	< 500	300
NO APTO	> 1,200	300



Temperatura Media Anual

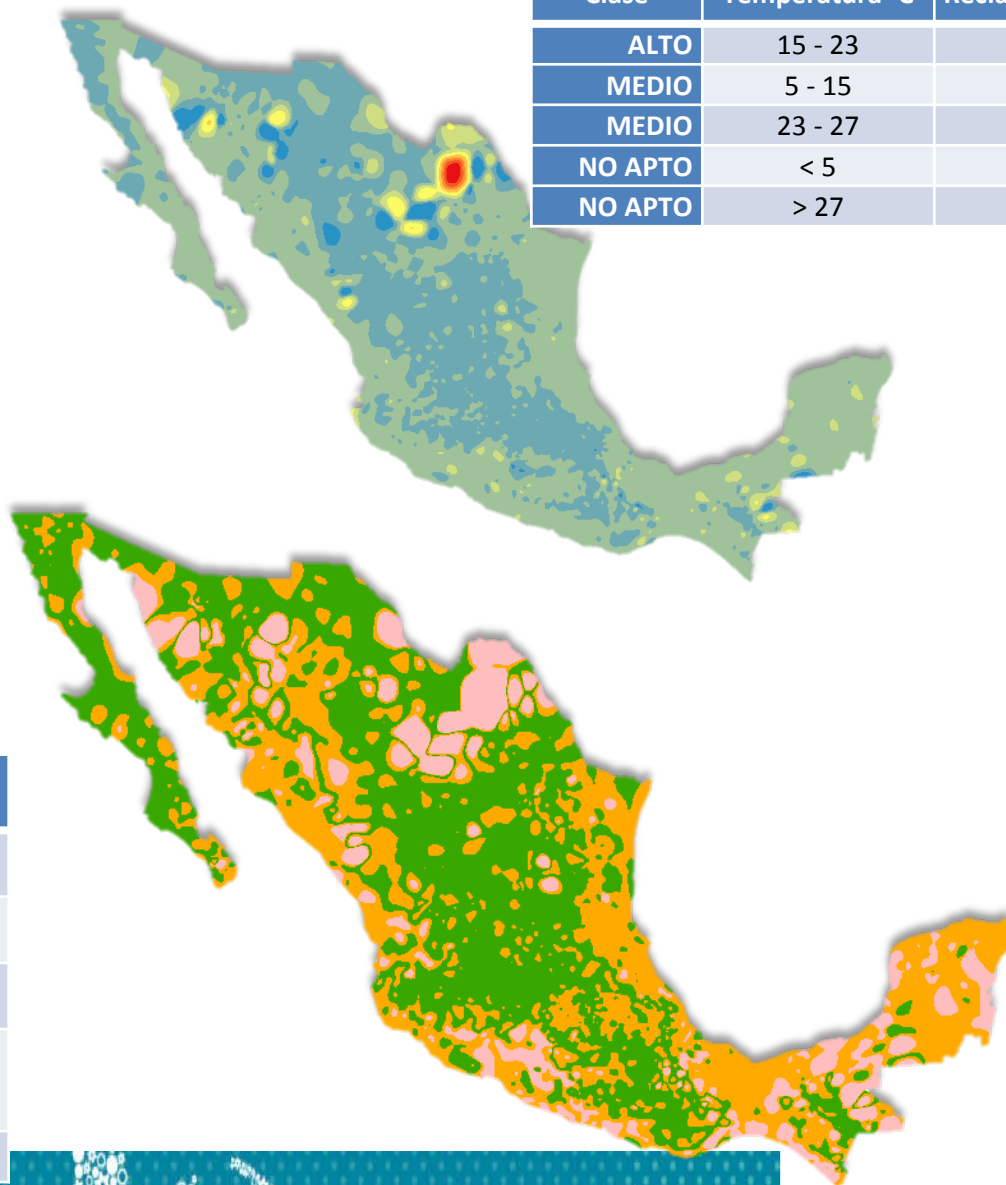
Reclasificación



Clase	Temperatura °C	Reclasificación
ALTO	15 - 23	100
MEDIO	5 - 15	200
MEDIO	23 - 27	200
NO APTO	< 5	300
NO APTO	> 27	300

Trigo (*Triticum aestivum* L.)

	NO APTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	NO APTO
Altitud (m)	< 25		25 – 2,800	2,800 – 3,500	> 3,500
Precipitación (mm)	< 500	500 - 700	700 – 1,000	1,000 – 1,200	> 1,200
Temperatura (°C)	< 5	5 - 15	15 - 23	23 - 27	> 27
Uso de Suelo	Se consideran zonas agrícolas de temporal, humedad, riego, riego eventual y riego suspendido.				
Suelo	Se excluyen litosoles, rankers, solonchaks y solonetz				

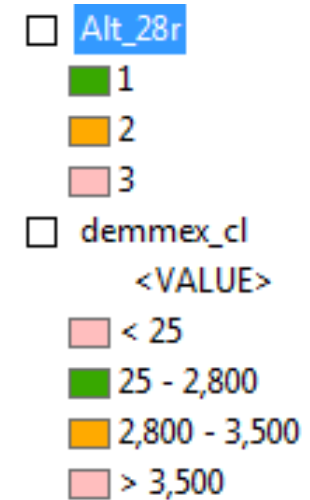


Desarrollo en Software *libre*
como motor de cambio

Metodología

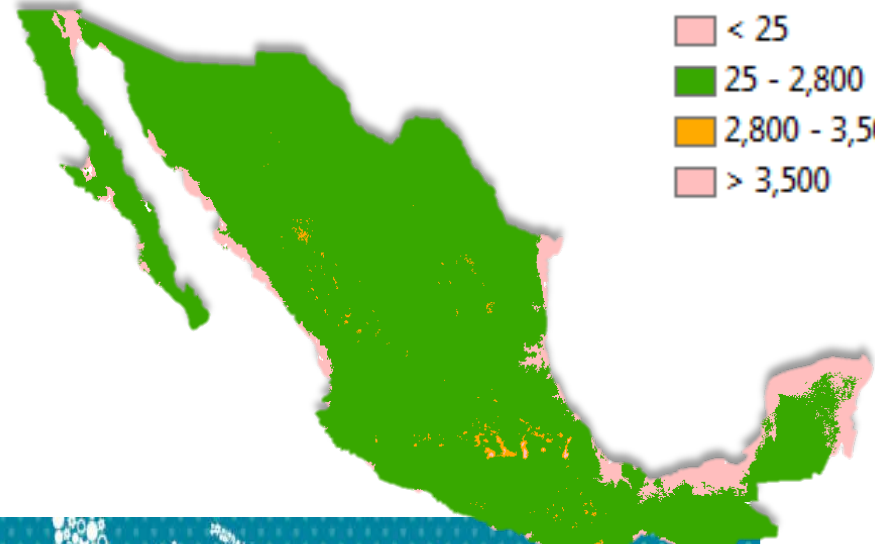
Modelo Digital de Elevación MED

Reclasificación



Trigo (*Triticum aestivum* L.)

	NO APTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	NO APTO
Altitud (m)	< 25		25 – 2,800	2,800 – 3,500	> 3,500
Precipitación (mm)	< 500	500 - 700	700 – 1,000	1,000 – 1,200	> 1,200
Temperatura (°C)	< 5	5 - 15	15 - 23	23 - 27	> 27
Uso de Suelo	Se consideran zonas agrícolas de temporal, humedad, riego, riego eventual y riego suspendido.				
Suelo	Se excluyen litosoles, rankers, solonchaks y solonetz				



Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

Desarrollo en Software *libre*
como motor de cambio

Suelos

Table

Suelos250_Mex

FID	Shape *	AREA	PERIMETER	SUELOS_	SUELOS_ID	SUE1	SUE_TRIGO	GRUPO	DESCRIPCIO	TEX	FASFIS	FASQUIM	OBSERVA
2129	Polygon	0.007029	0.404259	21296	2458	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	2	0	0	
2136	Polygon	0.001196	0.172057	21365	2480	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	2	0	0	
2138	Polygon	0.012749	0.988307	21383	51	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	2	6	0	
2148	Polygon	0.006568	1.63103	21487	2513	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	2	0	0	
2156	Polygon	0.006176	0.594598	21562	5201	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	2	6	0	
2157	Polygon	0.007432	0.839935	21574	65	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	2	5	0	
2158	Polygon	0.000099	0.045592	21590	2537	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	3	0	0	
2159	Polygon	0.002653	0.403826	21600	2540	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	2	0	0	
2184	Polygon	0.001179	0.20626	21849	88	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	2	6	0	
2208	Polygon	0.001289	0.278885	22086	2684	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	2	0	0	
2285	Polygon	0.000288	0.114923	22861	119	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	3	7	0	
2317	Polygon	0.000855	0.18353	23179	407	HI	1	FEOZEM	FEOZEM LUVICO	2	7	0	
0	Polygon	0.000258	0.089781	2	1	I	0	LITOSOL	LITOSOL	1	0	0	
11	Polygon	0.001513	0.20137	13	12	I	0	LITOSOL	LITOSOL	1	0	0	
19	Polygon	1.16403	52.847599	21	20	I	0	LITOSOL	LITOSOL	1	0	0	
24	Polygon	0.000224	0.063747	24	3	I	0	LITOSOL	LITOSOL	2	0	0	
25	Polygon	0.000285	0.07782	29	25	I	0	LITOSOL	LITOSOL	1	0	0	
43	Polygon	0.049319	2.79845	43	13	I	0	LITOSOL	LITOSOL	1	0	0	
48	Polygon	0.032083	1.83307	50	36	I	0	LITOSOL	LITOSOL	1	0	0	
78	Polygon	0.000563	0.091656	80	35	I	0	LITOSOL	LITOSOL	2	0	0	
95	Polygon	0.000178	0.053437	97	45	I	0	LITOSOL	LITOSOL	2	0	0	
108	Polygon	0.002848	0.248071	110	57	I	0	LITOSOL	LITOSOL	1	0	0	
109	Polygon	0.00026	0.063025	111	56	I	0	LITOSOL	LITOSOL	2	0	0	
129	Polygon	0.07829	2.57552	131	74	I	0	LITOSOL	LITOSOL	1	0	0	
139	Polygon	0.001912	0.235761	141	82	I	0	LITOSOL	LITOSOL	2	0	0	
146	Polygon	0.000747	0.127685	148	87	I	0	LITOSOL	LITOSOL	2	0	0	

(0 out of 24211 Selected)

Suelos250_Mex



Trigo (*Triticum aestivum* L.)

Valor de 1 para los tipos de suelo no excluidos y valor de 0 para los suelos excluidos

Uso de Suelo	Se consideran zonas agrícolas de temporal, humedad, riego, riego eventual y riego suspendido.
Suelo	Se excluyen litosoles, rankers, solonchaks y solonetz

Suelos

Reclasificación



sue_trigo

1



Suelos250_Mex

DESCRIPCIO

- ACRISOL FERRICO
- ACRISOL HUMICO
- ACRISOL ORTICO
- ACRISOL PLINTICO
- ANDOSOL HUMICO
- ANDOSOL MOLICO
- ANDOSOL OCRICO

Trigo (*Triticum aestivum* L.)

	NO APTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	NO APTO
Altitud (m)	< 25		25 – 2,800	2,800 – 3,500	> 3,500
Precipitación (mm)	< 500	500 - 700	700 – 1,000	1,000 – 1,200	> 1,200
Temperatura (°C)	< 5	5 - 15	15 - 23	23 - 27	> 27
Uso de Suelo	Se consideran zonas agrícolas de temporal, humedad, riego, riego eventual y riego suspendido.				
Suelo	Se excluyen litosoles, rankers, solonchaks y solonetz				



Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

Desarrollo en Software *libre*
como motor de cambio

Metodología

Uso del Suelo y Vegetación



Reclasificación



U_Agric

1



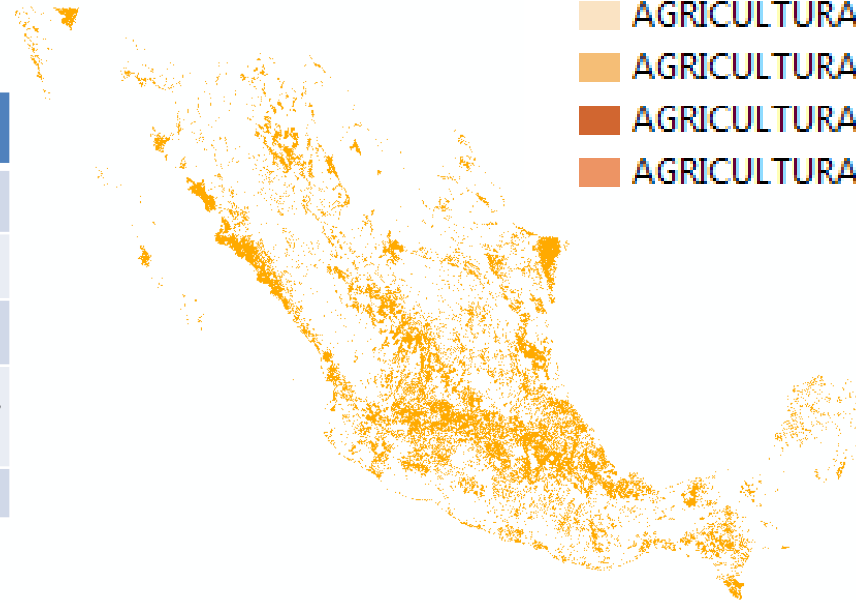
usv250s5_union_gg

DESCRIPCIO

- AGRICULTURA DE HUMEDA
- AGRICULTURA DE HUMEDA
- AGRICULTURA DE HUMEDA
- AGRICULTURA DE HUMEDA
- AGRICULTURA DE HUMEDA
- AGRICULTURA DE HUMEDA

Trigo (*Triticum aestivum* L.)

	NO APTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	NO APTO
Altitud (m)	< 25		25 – 2,800	2,800 – 3,500	> 3,500
Precipitación (mm)	< 500	500 - 700	700 – 1,000	1,000 – 1,200	> 1,200
Temperatura (°C)	< 5	5 - 15	15 - 23	23 - 27	> 27
Uso de Suelo	Se consideran zonas agrícolas de temporal, humedad, riego, riego eventual y riego suspendido.				
Suelo	Se excluyen litosoles, rankers, solonchaks y solonetz				

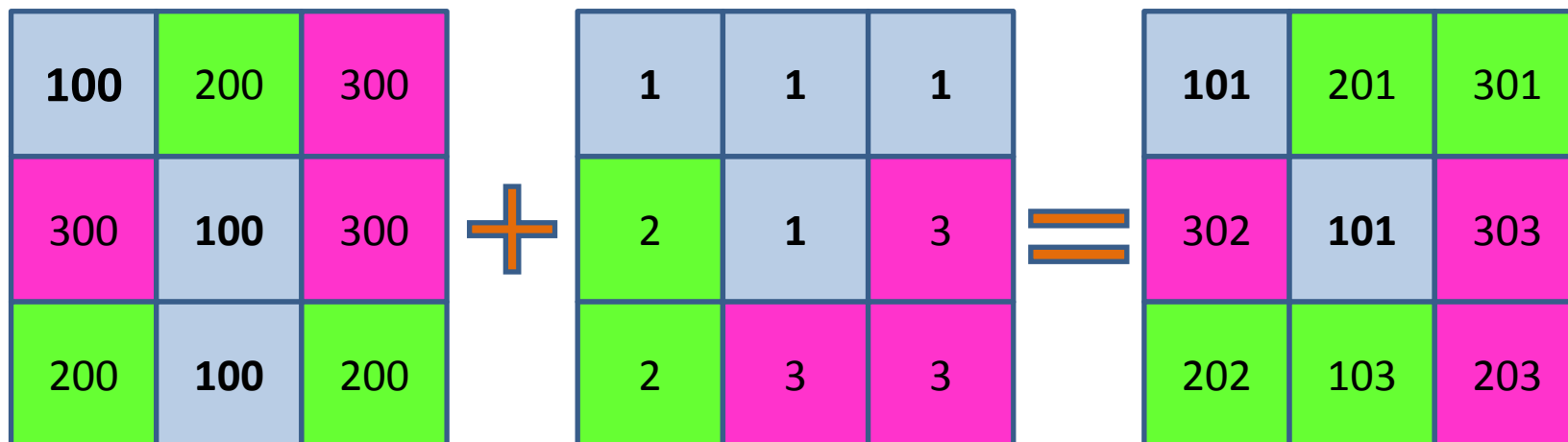


Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

como motor de cambio

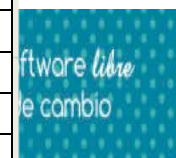
Algebra de Mapas

Consiste en realizar operaciones básicas con imágenes:
MULTIPLICACIÓN – DIVISIÓN – SUMA - RESTA



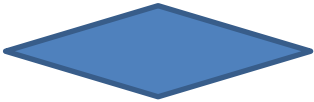
Matriz de decisión de doble entrada

Variable A (Mapa 1)	Variable B (Mapa 2)			
	Clase	Alto (A)	Medio (M)	No Apto (NA)
		Combinación		
	Alto (A)	A-A	A-M	A-NA
	Medio (M)	M-A	M-M	M-NA
	No Apto (NA)	NA-A	NA-M	NA-NA



Algebra de Mapas

PAN



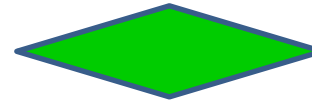
TMA



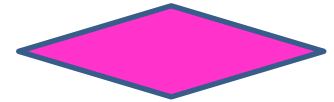
DEM - Altitud



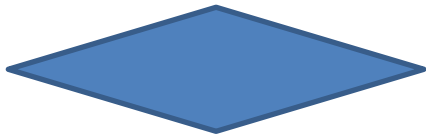
Suelos



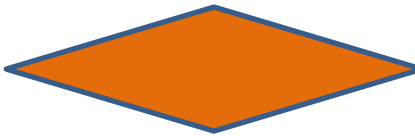
Uso del Suelo y Vegetación



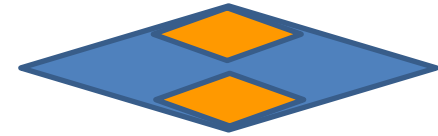
Precipitación Acumulada Anual



Temperatura Media Anual



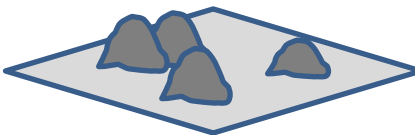
PAN-TMA



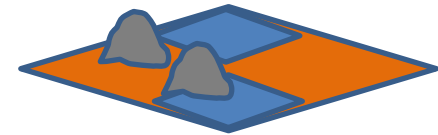
PAN - TMA



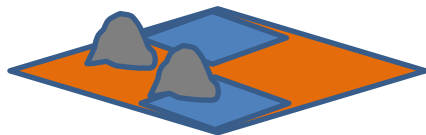
Altitud



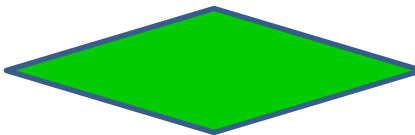
PAN-TMA-Alt



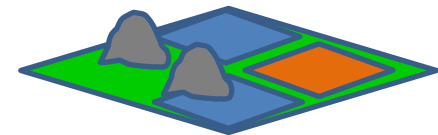
PAN-TMA-Alt



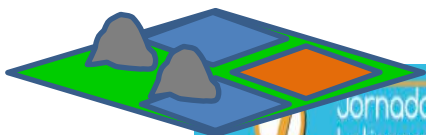
Suelos



PAN-TMA-Alt-Sue



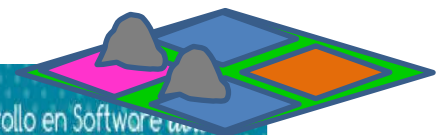
PAN-TMA-Alt-Sue



Uso del Suelo



Trigo de Temporal



Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

Desarrollo en Software
como motor de cambio

Determinación de Zonas Potenciales para Especies Vegetales de Importancia Económica en México

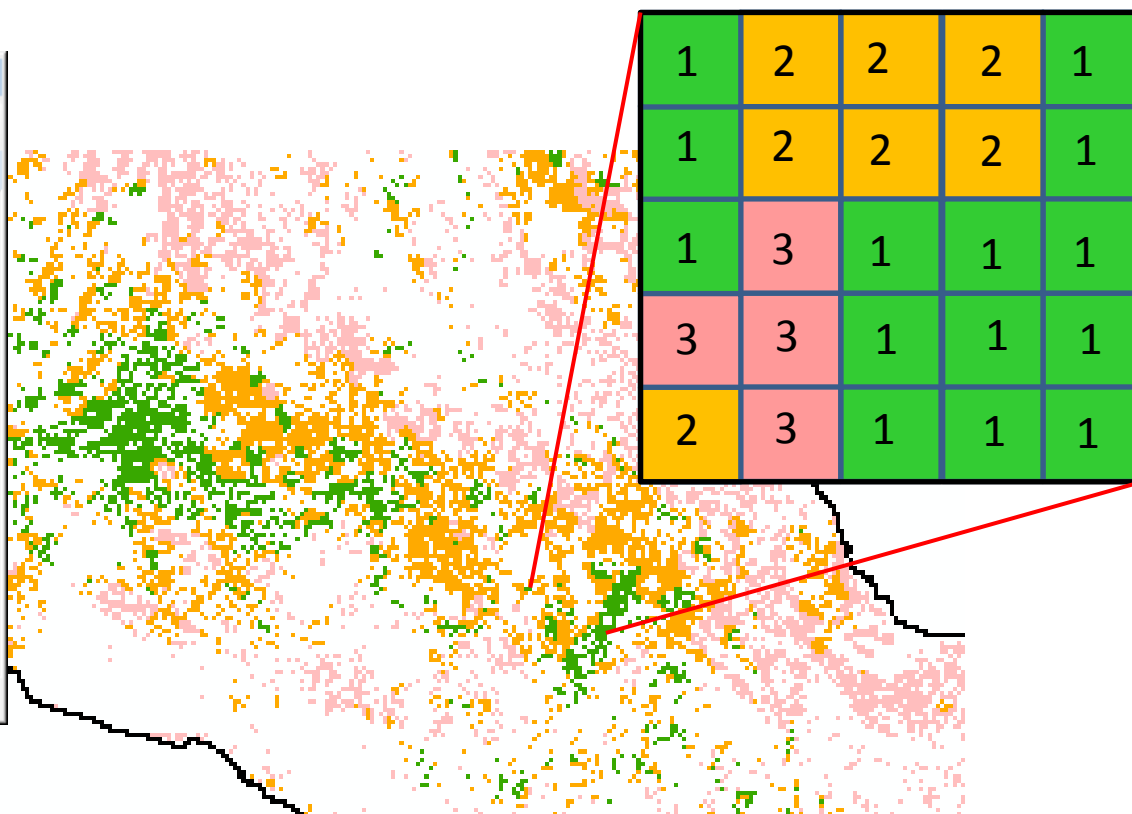
Trigo de Temporal

Formato RASTER

FID	Shape *	ID	GRIDCODE
2924	Polygon	386	1
2925	Polygon	386	1
2926	Polygon	386	1
2926	Polygon	386	1
2926	Polygon	386	1
2927	Polygon	386	1
339	Polygon	595	2
387	Polygon	672	2
399	Polygon	686	2
442	Polygon	737	2
443	Polygon	738	2

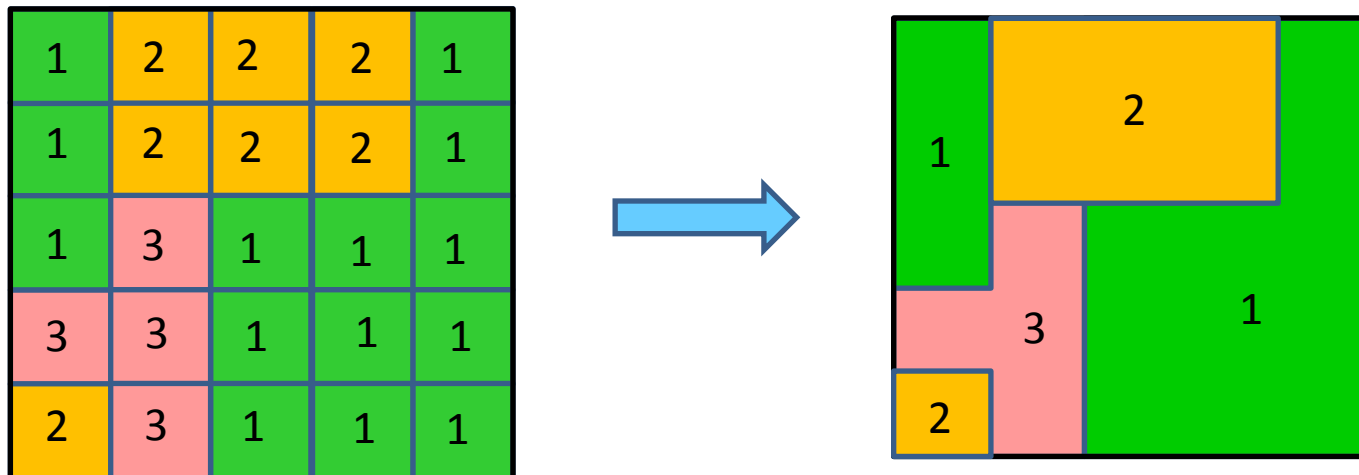
(0 out of 29355 Selected)

Trigo_Temporal



Vectorización

Transformar de formato Raster (píxeles) a Vector (polígonos – líneas)



Vectorización

Ventajas

- Calcular Áreas y Perímetros.
- Adición de bases de datos alfanuméricas.

Table

Trigo_Temporal

FID	Shape *	ID	GRIDCODE
2924	Polygon	386	1
2925	Polygon	386	1
2926	Polygon	386	1
2926	Polygon	386	1
2926	Polygon	386	1
2927	Polygon	386	1
339	Polygon	595	2
387	Polygon	672	2
399	Polygon	686	2
442	Polygon	737	2
443	Polygon	738	2

(0 out of 29355 Selected)

Trigo_Temporal

Table

trigo_muni

GRIDCODE	POTENCIAL	AREA_ha	PERIMET_m	CVE_ENT	CVE_MUN	NOM_MUN	clave	NOM_ENT
3	NO APTO	80.195414	4336.83651	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	40.212471	2891.437782	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	312.366578	9111.97533	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	215.372461	7070.278888	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	117.467368	4598.274272	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	359.679492	8909.922529	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	40.212473	2891.437862	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	37.612361	2873.789568	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	456.985875	8857.679288	02	002	Mexicali	02002	Baja California
3	NO APTO	40.212473	2891.437862	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	692.605262	11557.397022	02	004	Tijuana	02004	Baja California
3	NO APTO	37.612361	2873.789568	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	40.212473	2891.437862	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	37.612347	2873.788887	02	004	Tijuana	02004	Baja California
3	NO APTO	58.733684	3065.516181	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	139.147722	5441.622297	02	002	Mexicali	02002	Baja California
3	NO APTO	40.212527	2891.439721	02	004	Tijuana	02004	Baja California
3	NO APTO	58.733684	3065.516181	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	270.095507	7791.900185	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	40.21249	2891.438472	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	58.733684	3065.516181	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	121.237491	5814.527757	02	003	Tecate	02003	Baja California
3	NO APTO	262.00425	7087.936284	02	004	Tijuana	02004	Baja California

(0 out of 37088 Selected)

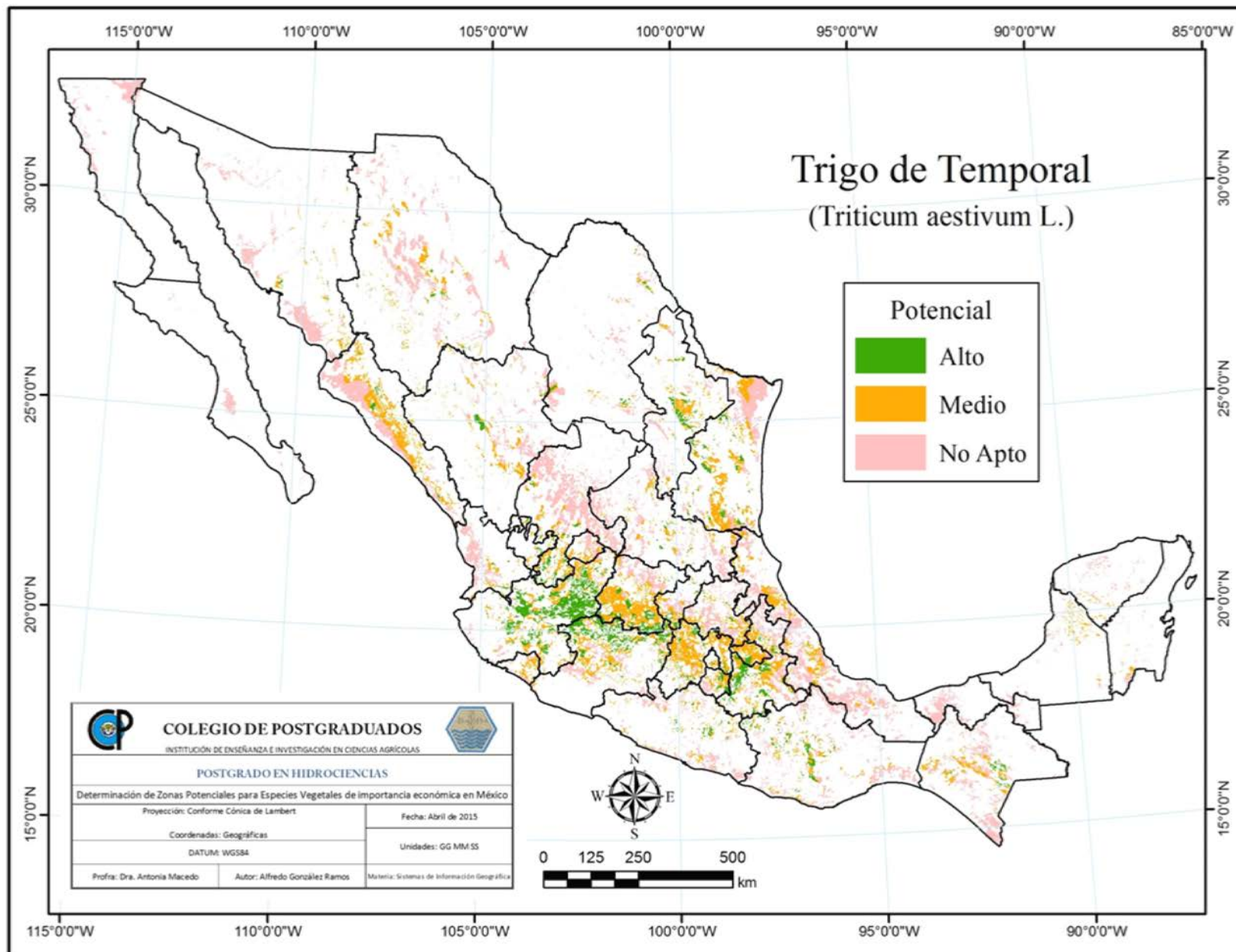
trigo_muni



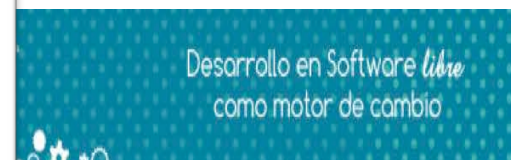
Jornadas de
Latinoamérica
y Caribe de gvSIG

Desarrollo en Software libre
como motor de cambio

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN



Resultados y Conclusión

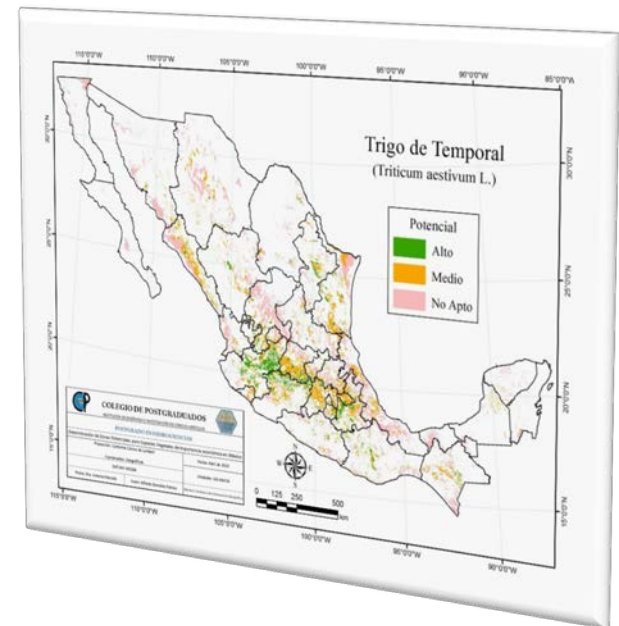
| trigo_temp | Sum_Trigo_Temp |


Desarrollo en Software *libre*
como motor de cambio

Determinación de Zonas Potenciales para Especies Vegetales de Importancia Económica en México

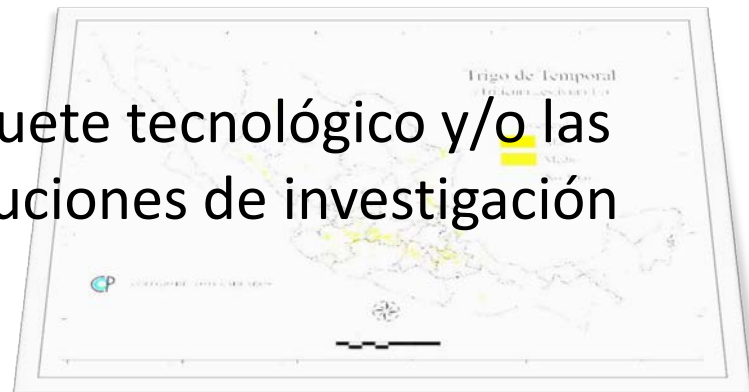
Resultados y Conclusión

- Como Zonas de Potencial productivo se entiende la delimitación espacial de áreas o zonas donde se reúnen las condiciones edafoclimáticas para realizar con mayor probabilidad de éxito la producción de especies agrícolas de interés comercial e importancia en la región.
- Vocación del suelo.
- Mapas hipotéticos/simulación.
- Reconversión productiva.



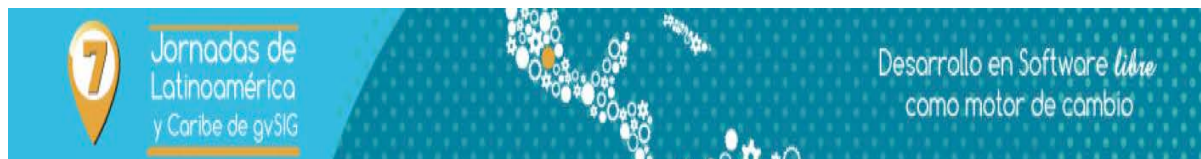
Resultados y Conclusión

- Puede emplearse la metodología para identificar zonas de riesgo de plagas y enfermedades.
- No se deben interpretar los resultados como sitios donde actualmente se cultiva la especie de interés de estudio.
- Se debe contar con un paquete tecnológico y/o las recomendaciones de instituciones de investigación agropecuaria.



Resultados y Conclusión

- La METODOLOGIA se puede utilizar a nivel estatal, distrital y municipal.
- Solo como apoyo para la toma de decisiones.
- Evaluación en campo (NO SE INCLUYEN DETALLES EN EL PRESENTE DOCUMENTO)



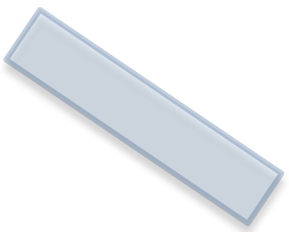
Bibliografía y Consultas

- García Nieto Hilario, López Blanco Jorge, Moreno Sánchez Rafael, Villers Ruis María de Lourdes y García Daguer Rolando R. Potencial agrícola del distrito de desarrollo rural 004, Celaya, Guanajuato, México. Una aplicación del enfoque de límites de transición gradual (fuzzy) utilizando SIG.
- García Nieto Hilario, García R. R., Chacón, M. R., Mejía, A. C., y González R. A. 1996. Zonas Potenciales para la Producción de las Principales Especies Vegetales en el Estado de Guanajuato. Reporte Estatal Publicación Técnica No. 3 SAGAR – INIFAP, CIRCE-Campo Experimental Bajío, Celaya, gto.
- García, Nieto, Hilario, García, Daguer, Rolando R., Moreno, Sánchez, Rafael, López, Blanco, Jorge, Villers, Ruíz, María de Lourdes. Enfoques Fuzzy y Booleano convencional para clasificar la aptitud agrícola de las tierras Agricultura Técnica en México [en línea] 2001, 27 (julio-diciembre) : [Fecha de consulta: 14 de abril de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60827203> ISSN 0568-2517
- González, Ramos Alfredo. Los Sistemas de Información Geográfica como Herramientas para la Planificación del Desarrollo Agropecuario: estudio de caso, SICONPOT. Tesis de Licenciatura. UNAM FES Aragón. Abril 2008.



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0) – descarga. Acceso marzo de 2015.
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/descarga.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Marco Geoestadístico Municipal, México. Descarga. Acceso marzo de 2015.
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenido/s/geoestadistica/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. Publicación Especial N° 8, Primera edición marzo del 2012.
- Ortiz V., R., Moreno, S. y Martínez P., R. A. 1992. Determinación del Potencial Productivo de Especies Vegetales para el estado de Puebla. SARH-INIFAP-CIRCE-Campo Experimental Cholula, Puebla, Pue. México. 103p (Publicación Técnica No. 1)
- BRMRS, 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Informe sobre recursos mundiales de suelos. 103, FAO, Roma
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN) – Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Normales Climatológicas 1951 – 2010. Descarga. Acceso marzo de 2015.
http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=28
- Sanchez-Cohen et al., 2015. Impacto of crop sensitivity to water stress in rain feed areas of México. Scientific article, Revista Chapingo, zonas aridas; 10.5154/r.rchza.2015.05.005





Muchas Gracias

CAMPUS MONTECILLO



POSTGRADO EN
HIDROCIENCIAS



DRA. ANTONIA MACEDO CRUZ
Email: macedoan@colpos.mx



Jornadas de
Latinoamérica

7 años de una gran tradición



Desarrollo en Software *libre*
como motor de cambio