

El Agua en el Sector Agropecuario en Colombia

CATEDRA JULIO GARAVITO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
4 de Mayo de 2016

Ing. César Augusto Terán Chaves

Ph.D. Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

M.Sc. Financieras y de Sistemas

Especialista en Desarrollo de Software

Microsoft Certified Solution Developer

Ing. Agrícola



SC-CER228920

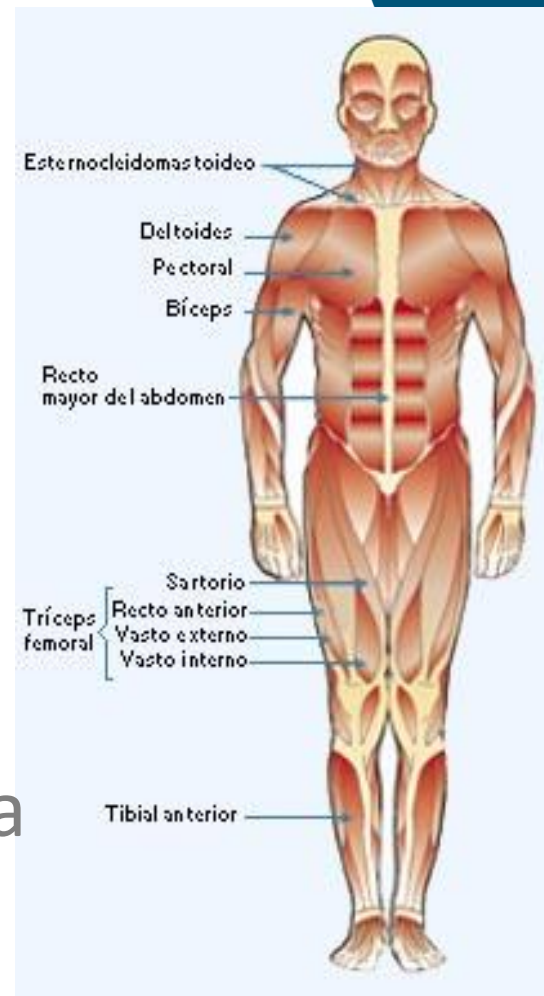


Contenido

- **Introducción**
- El Agua en la Tierra
- El Agua en el Sector Agropecuario
- El Agua en Colombia
- El Agua en el Sector Agropecuario Colombiano
- Importancia del agua en el Agro
- El desarrollo agropecuario a partir del Agua
- Investigaciones desarrolladas (Estudios de Caso)
- Que esperar ? El Futuro del Agua en el Sector Agrícola
- Cómo enfrentar los fenómenos de Variabilidad y Cambio Climático en el Sector Agrícola.
- **Conclusiones y Recomendaciones**

Introducción

- El Agua Fuente de Vida !!
- El cuerpo humano está compuesto de entre un 55 % y un 78 % de agua, dependiendo de sus medidas y complexión. Para evitar desordenes, el cuerpo necesita alrededor de 2,5 litros diarios de agua; la cantidad exacta variará en función del nivel de actividad, la temperatura, la humedad y otros factores.



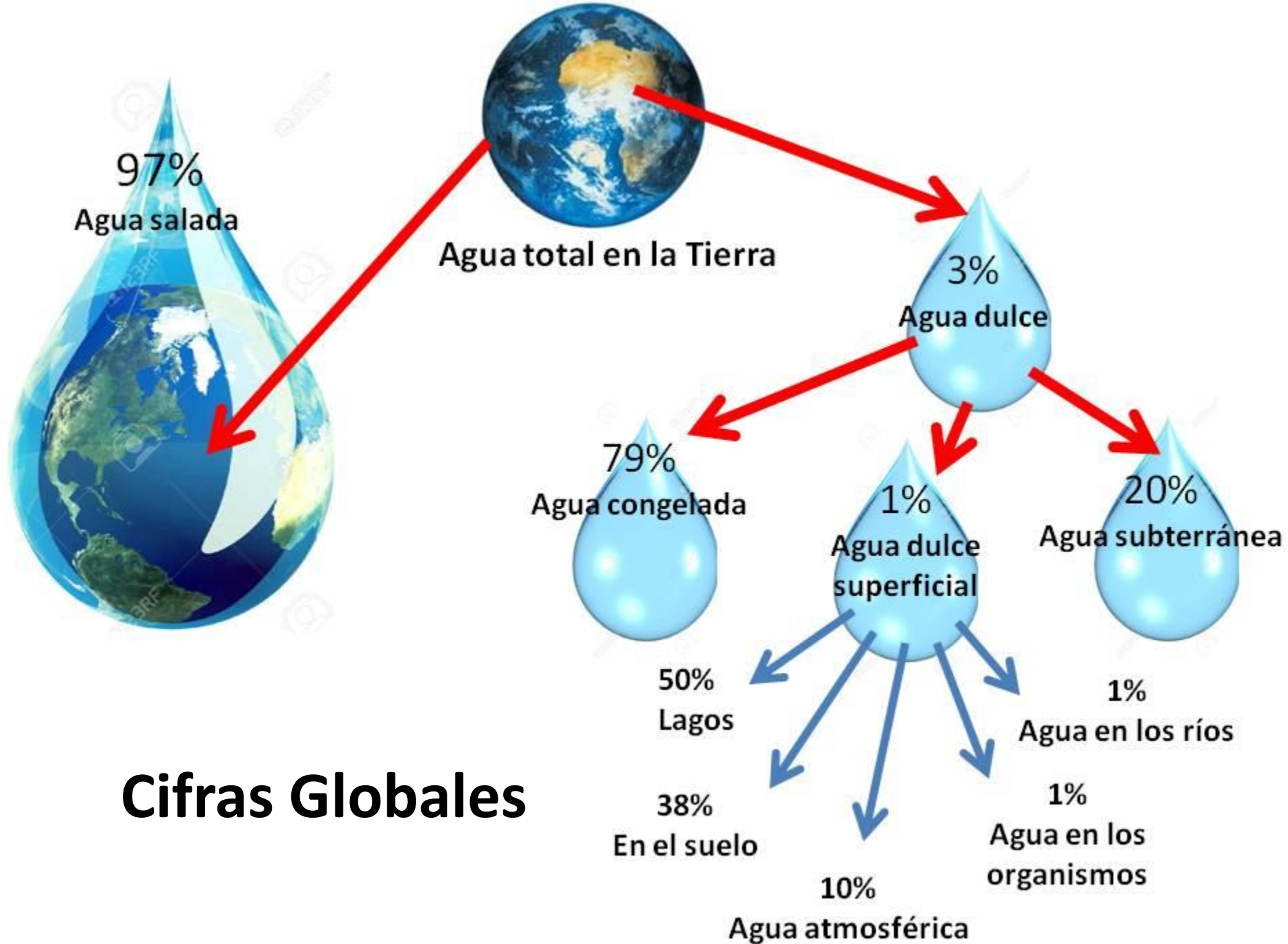
El Agua en la Tierra



El Agua en la Tierra



Distribución del agua en la Tierra				
Situación del agua	Volumen en km ³		Porcentaje	
	Agua dulce	Agua salada	de agua dulce	de agua total
Océanos y mares	-	1.338.000.000	-	96,5
Casquetes y glaciares polares	24.064.000	-	68,7	1,74
Agua subterránea salada	-	12.870.000	-	0,94
Agua subterránea dulce	10.530.000	-	30,1	0,76
Glaciares continentales y Permafrost	300.000	-	0,86	0,022
Lagos de agua dulce	91.000	-	0,26	0,007
Lagos de agua salada	-	85.400	-	0,006
Humedad del suelo	16.500	-	0,05	0,001
Atmósfera	12.900	-	0,04	0,001
Embalses	11.470	-	0,03	0,0008
Ríos	2.120	-	0,006	0,0002
Agua biológica	1.120	-	0,003	0,0001
Total agua dulce	35.029.110		100	-
Total agua en la tierra		1.386.000.000	-	100

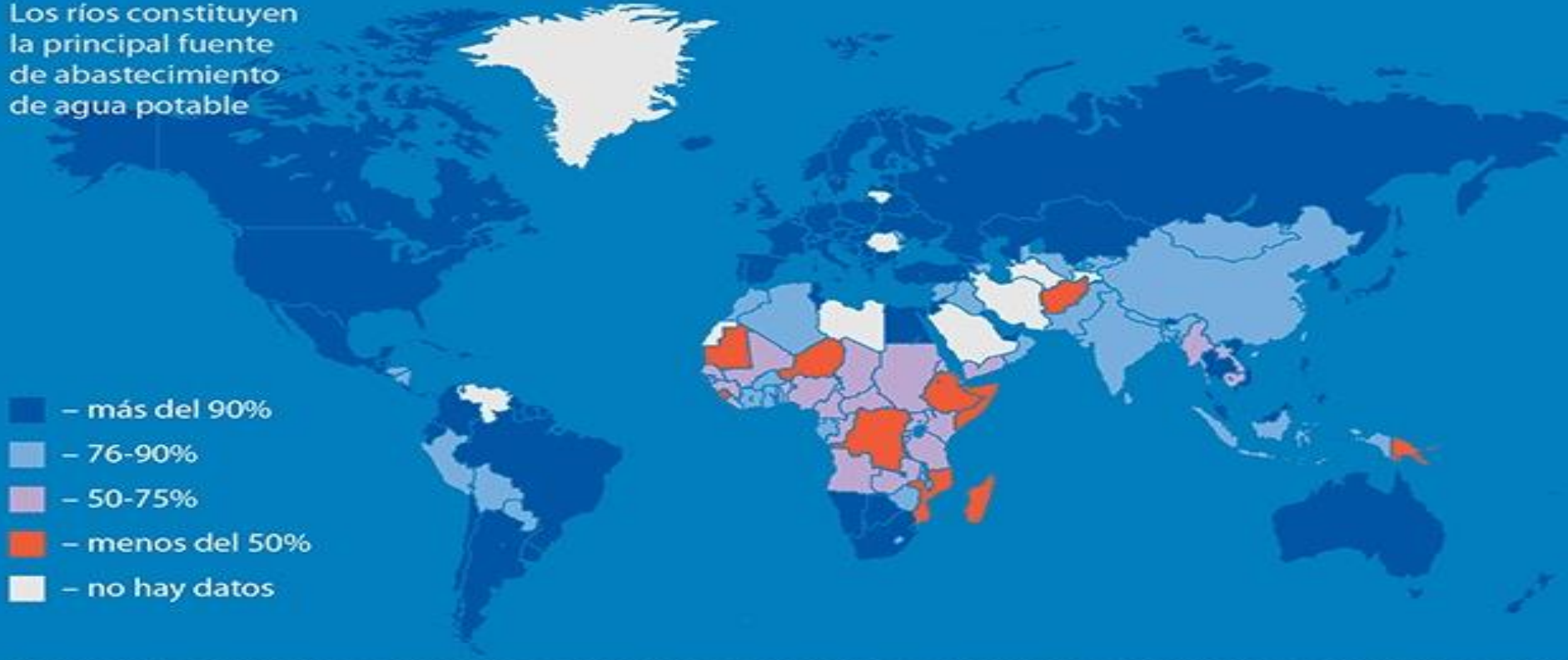


Problemas de escasez de agua potable

Escasez de agua Potable

Porcentaje de población que consume agua de buena calidad

Los ríos constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua potable



- más del 90%
- 76-90%
- 50-75%
- menos del 50%
- no hay datos

Donde viven las personas con mayores carencias de agua potable

(millones de personas)



Países con mayores déficit hídricos

WATER STRESS BY COUNTRY

ratio of withdrawals to supply

- Low stress (< 10%)
- Low to medium stress (10-20%)
- Medium to high stress (20-40%)
- High stress (40-80%)
- Extremely high stress (> 80%)

This map shows the average exposure of water users in each country to water stress, the ratio of total withdrawals to total renewable supply in a given area. A higher percentage means more water users are competing for limited supplies. Source: WRI Aqueduct, Gassert et al. 2013

El consumo es proporcional a la riqueza

Correlación entre Consumo de Agua y Riqueza de un País.

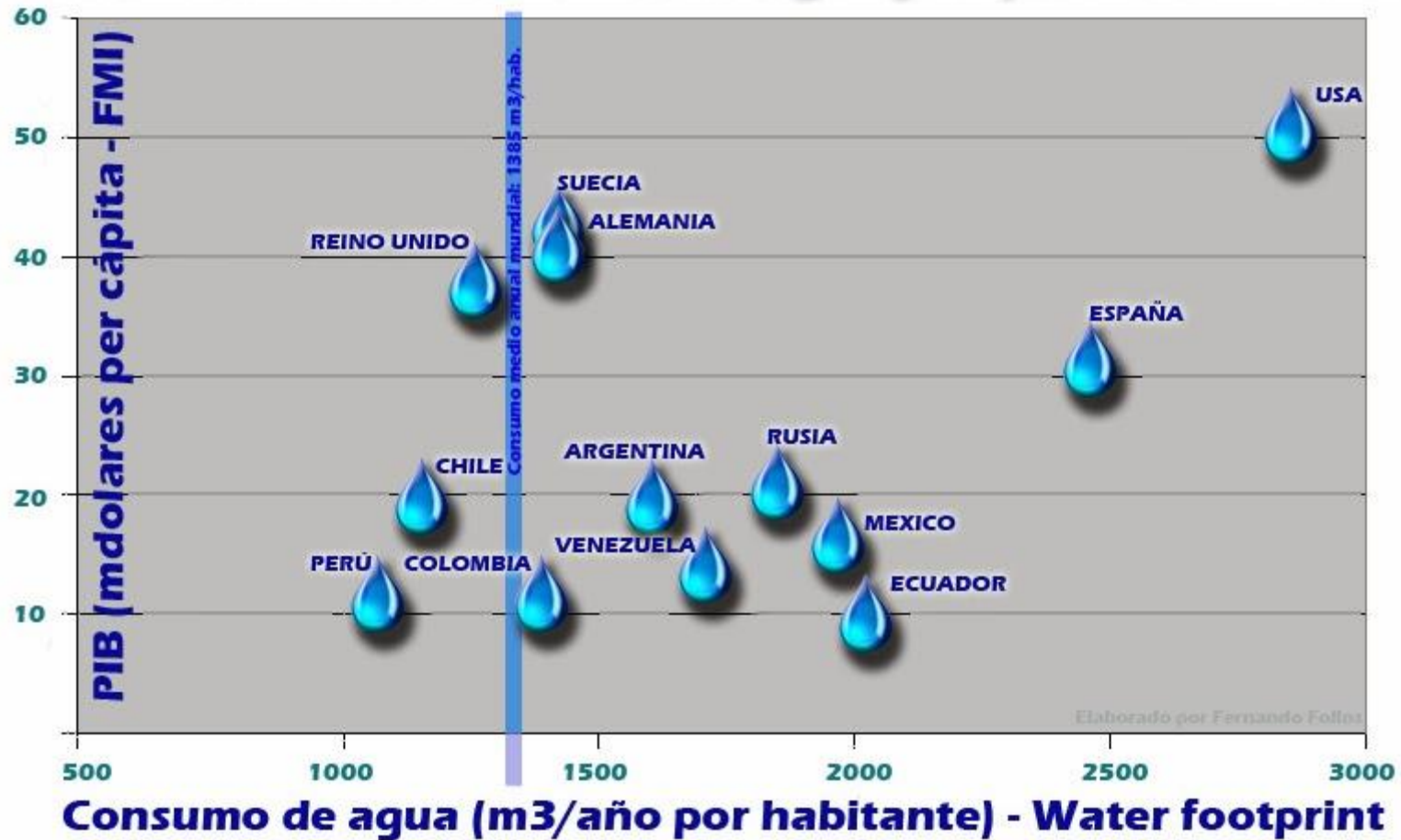


Table 1.6. **Water prices in selected major cities, 2013**

Total annual charges

City	USD/m ³	City	USD/m ³	City	USD/m ³			
Austria	Graz	4.59	Hungary	Budapest	3.21	Norway	Bergen	4.03
	Innsbruck	5.00		Debrecen	2.43		Oslo	4.32
	Linz	3.18		Miskolc	2.59		Trondheim	5.00
	Salzburg	6.15		Pécs	3.48	Poland	Bydgoszcz	3.64
	Vienna	5.20		Kaposvár	2.05		Wroclaw	2.77
Belgium	Louvain	5.52	Israel	Jerusalem	2.76		Radom	2.75
	Antwerp	4.29	Italy	Bologna	2.40		Tarnow	2.86
	Brussels	4.95		Milan	0.83	Portugal	Lisbon	2.57
	Liège	6.24		Naples	1.78		Porto	2.39
	Kortrijk	5.62		Rome	1.78		Braga	2.38
	Genk	5.11		Turin	2.25		Coimbra	2.69
	Charleroi	5.95	Korea	Seoul	0.53		Faro	2.32
Canada	Calgary	3.98		Busan	0.65	Spain	Barcelona	3.40
	Winnipeg	3.76		Daegu	0.55		Bilbao	2.16
	Regina	4.52		Incheon	0.61		Madrid	2.17
	Richmond	5.04		Gwangju	0.50		Sevilla	2.99
	Durham	3.27		Daejeon	0.49		Valencia	2.69
Denmark	Aalborg	9.48		Ulsan	0.83	Sweden	Stockholm	2.52
	Aarhus	9.80		Gyeonggi	0.59		Göteborg	4.59
	Copenhagen	7.63	Japan	Nagoya	1.67		Malmö	3.22
	Esbjerg	8.52		Osaka	1.53		Uppsala	4.55
	Odense	9.37		Hiroshima	1.90		Linköping	4.64
Finland	Espoo	4.63		Fukuoka	2.24	Switzerland	Geneva	4.52
	Helsinki	4.63		Sapporo	2.27		Zürich	4.65
	Oulu	5.21		Sendai	2.79		Lausanne	4.36
	Tampere	4.32		Tokyo	2.18		Basel	4.57
	Turku	5.19		Yokohama	2.02		Bern	6.22
	Vantaa	4.63	Mexico	San Luis Potosí	4.25	England and Wales	Birmingham	5.02
France	Bordeaux	4.43		Guadalajara	0.87		Cardiff	5.85
	Lille	5.03		León, Guanajuato	4.87		London	3.98
	Lyon	4.04		Monterrey	4.72		Manchester	5.77
	Paris	4.16		Puebla	8.62		Leeds	5.18
	Strasbourg	4.19	Netherlands	Amsterdam	4.53	United States	New York	3.94
	Reims	4.32		Rotterdam	4.71		Washington, DC	4.18
	Nancy	4.15		Den Haag	5.00		Los Angeles	2.72
	Le Havre	5.83		Utrecht	4.28		Chicago	1.46
	Marseille	4.75		Eindhoven	3.35		Denver	2.64
	Brest	6.15		Maastricht	4.16		Miami	1.01

Colombia 0.88 USD/m³

Source: International Water Association (2014), International Statistics for Water Services.

El Agua en el Sector Agropecuario

- Algunas Cifras de importancia:
- El sector agropecuario es el mayor consumidor de agua (65%)
- El sector industrial consume (25%)
- El consumo doméstico, comercial, y urbano (10%)



El Agua en el Sector Agropecuario

- La productividad de las tierras de riego es aproximadamente tres veces superior a la de las de secano.
- La inversión en la mejora del riego supone una garantía frente a las variaciones pluviométricas y estabilidad de la producción agrícola.
- Entre los efectos indirectos adicionales del fomento de aguas se encuentran la mejora de la nutrición a lo largo del año, un mercado laboral rural más activo, una menor emigración y una menor presión agrícola sobre las tierras marginales.

El Agua en el Sector Agropecuario

Escasez de agua como resultado de producción de alimentos

Escasez de agua como resultado de producción de alimentos

Parte considerable del agua consumida se destina a la producción de alimentos



2-3

litros de agua consumidos por una persona al día



2000-5000

litros de agua para la producción de alimentos diarios para una persona



15 000

litros de agua utilizados para producir 1 kg de carne de vaca



1500

litros de agua utilizados para producir 1 kg de trigo



40%

en la producción mundial de alimentos corresponde a cultivos agrícolas

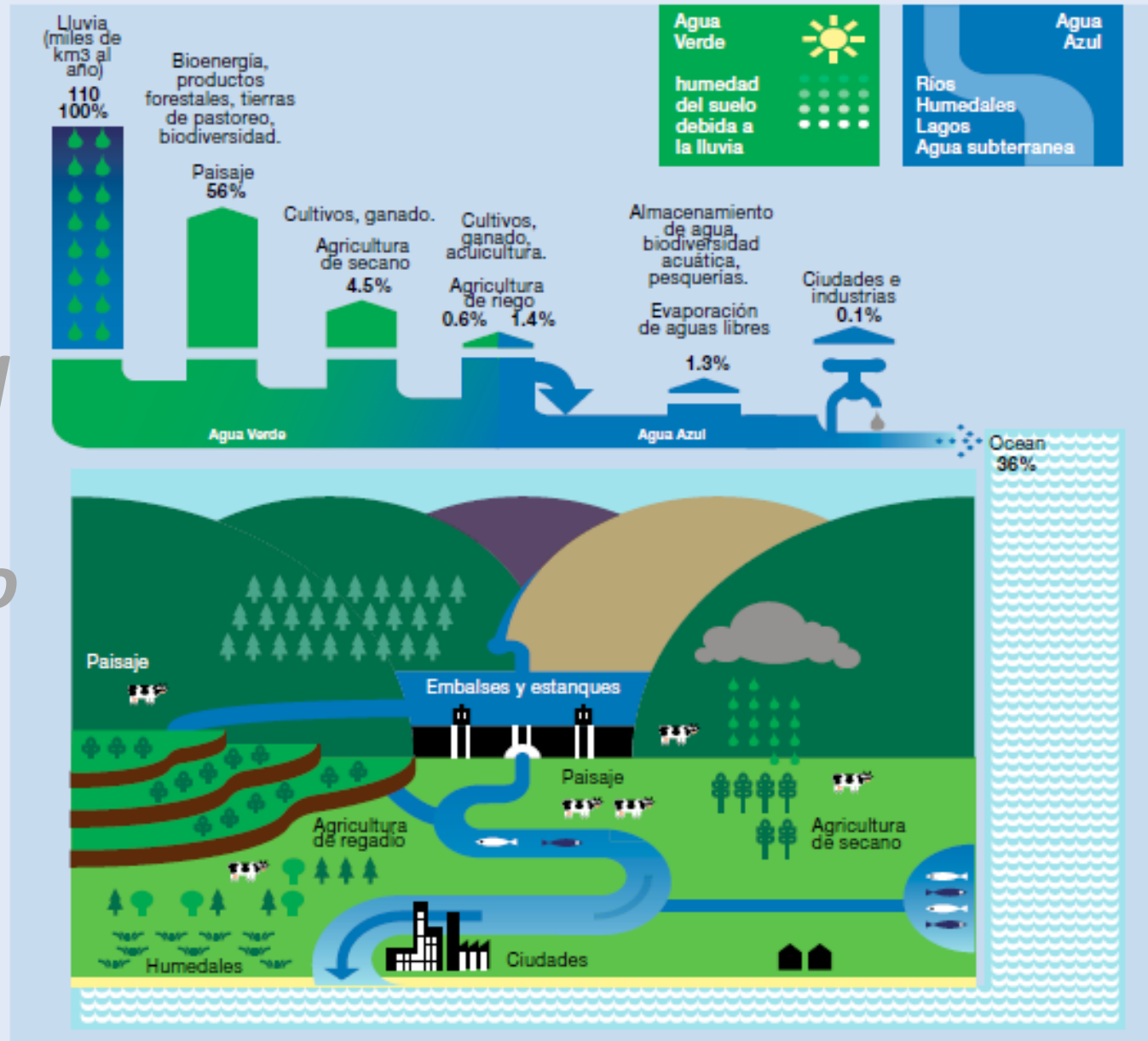
70%

del agua dulce es destinado al riego agrícola



Según pronósticos, la demanda alimentaria de la población mundial aumentará un 70% para 2050

Uso mundial del agua



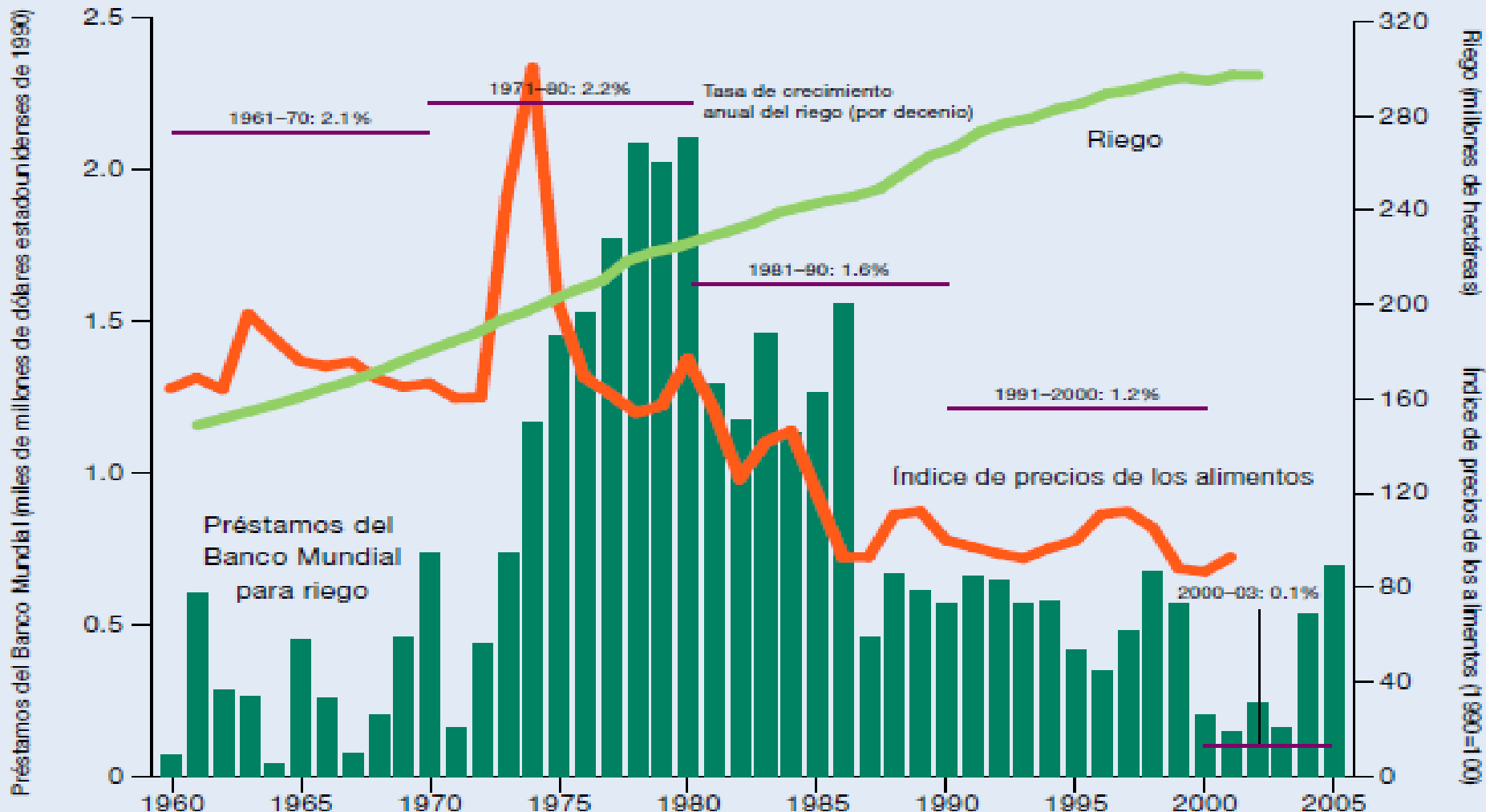
El Agua en el Sector Agropecuario

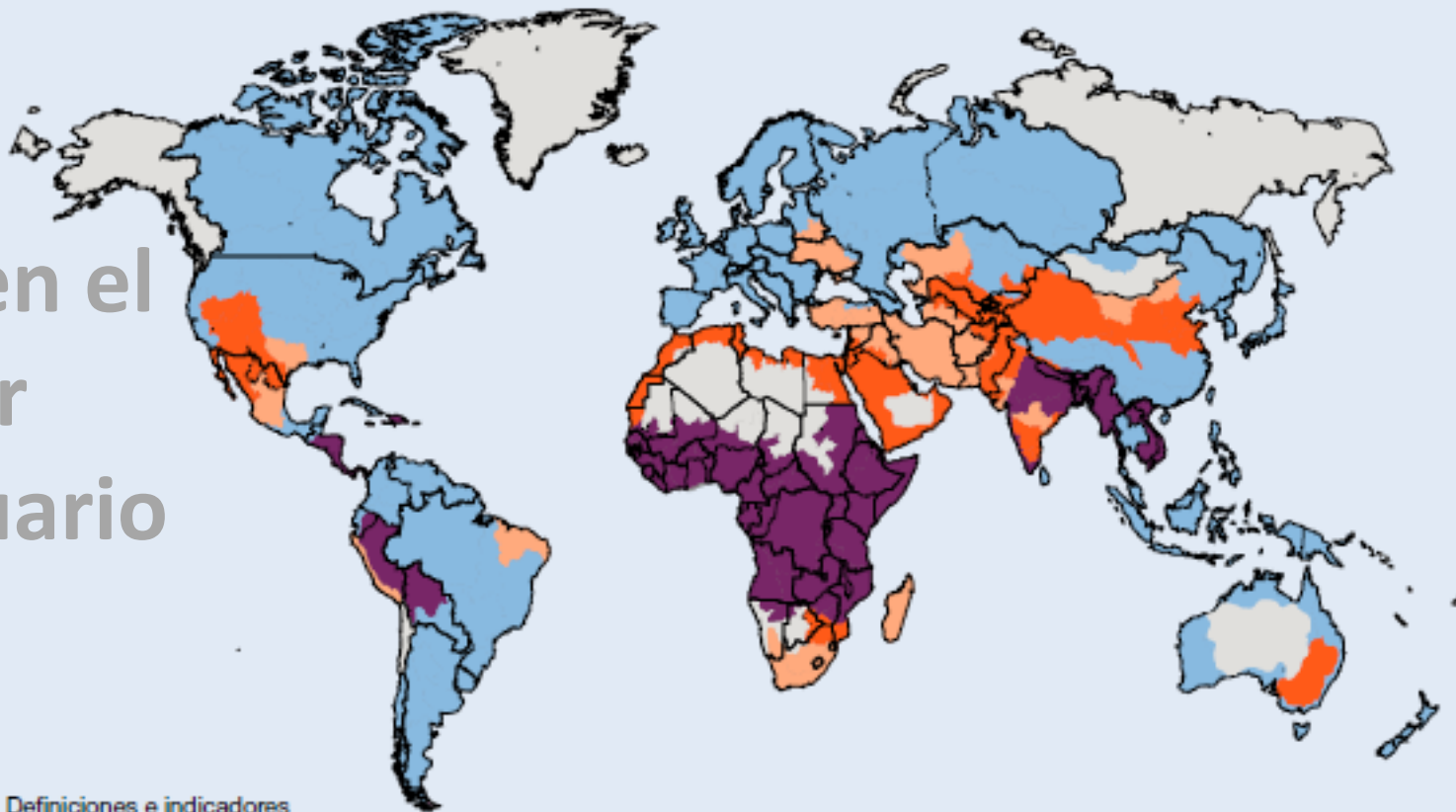
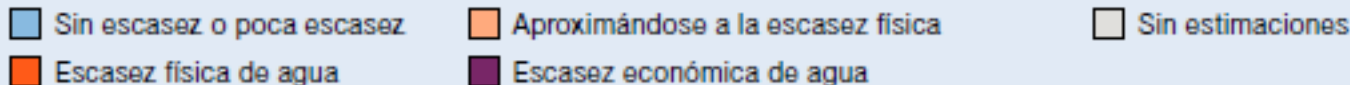
Fuente: Cálculos para la Evaluación exhaustiva de la Gestión del Agua en la Agricultura basados en datos de T. Oki y S. Kanai, 2006, "Global Hydrological Cycles and World Water Resources," Science 313 (5790): 1068-72; UNESCO-UN World Water Assessment Programme, 2006, Water: A Shared Responsibility, The United Nations World Water Development Report 2, New York, UNESCO and Berghahn Books.

El Agua en el Sector Agropecuario

Figura 1

Riego expandiéndose, precio de los alimentos cayendo





Definiciones e indicadores

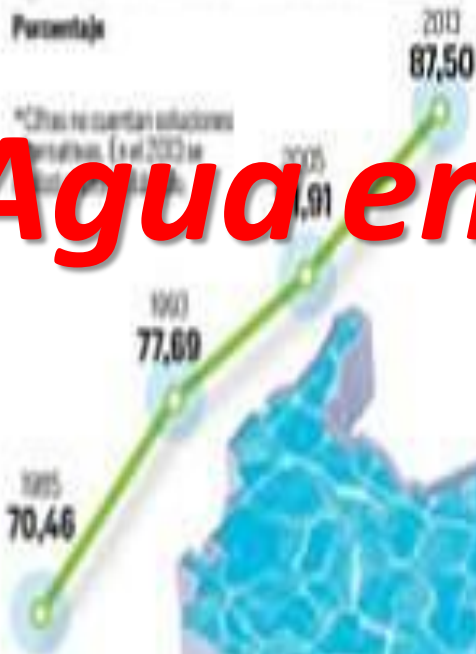
- *Con poca o sin escasez.* Recursos hídricos abundantes con relación a su uso, donde se extrae menos de un 25% de agua proveniente de ríos para uso de la población.
- *Escasez física* (el aprovechamiento de los recursos hídricos se está acercando a límites sostenibles o los ha sobrepasado). Más del 75% de los flujos de ríos se destinan a fines agrícolas, industriales y domésticos (teniendo en cuenta el reciclaje de los flujos de retorno). Tal definición – la de relacionar la disponibilidad de agua con la demanda – implica que las zonas secas no necesariamente presentan escasez de agua.
- *Aproximándose a la escasez física.* Se extrae más del 60% de los caudales de ríos. Estas cuencas experimentarán escasez física de agua en el corto plazo.
- *Escasez económica de agua* (el capital financiero, institucional y humano, limitan el acceso al agua, aunque el agua esté disponible en la naturaleza como para satisfacer las demandas de la población local). Los recursos hídricos son abundantes con respecto a su uso, y menos del 25% del agua de los ríos se extrae para uso de la población, pero existe subnutrición.

El Agua en el Sector Agropecuario

El Agua en Colombia

Evolución de la cobertura de acueducto en Colombia

Porcentaje



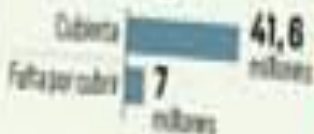
*Cifras no cuentan soluciones alternativas. Excl. 2013 se

Excl. 2013 se

Excl. 2013 se

Excl. 2013 se

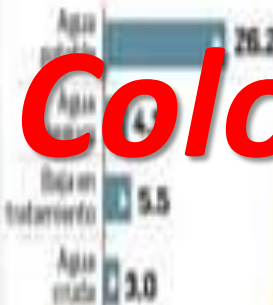
Populación total de Colombia con servicio de agua



*Cifras incluyen soluciones alternativas.

Calidad del agua en Colombia

Millones de habitantes, según la calidad de agua que consumen.



Cobertura de agua por regiones

Fuentes: Ministerio del Ambiente, Instituto Nacional de Estadística, Comisión de Regulación de Agua y Petróleo, Universidad del Valle



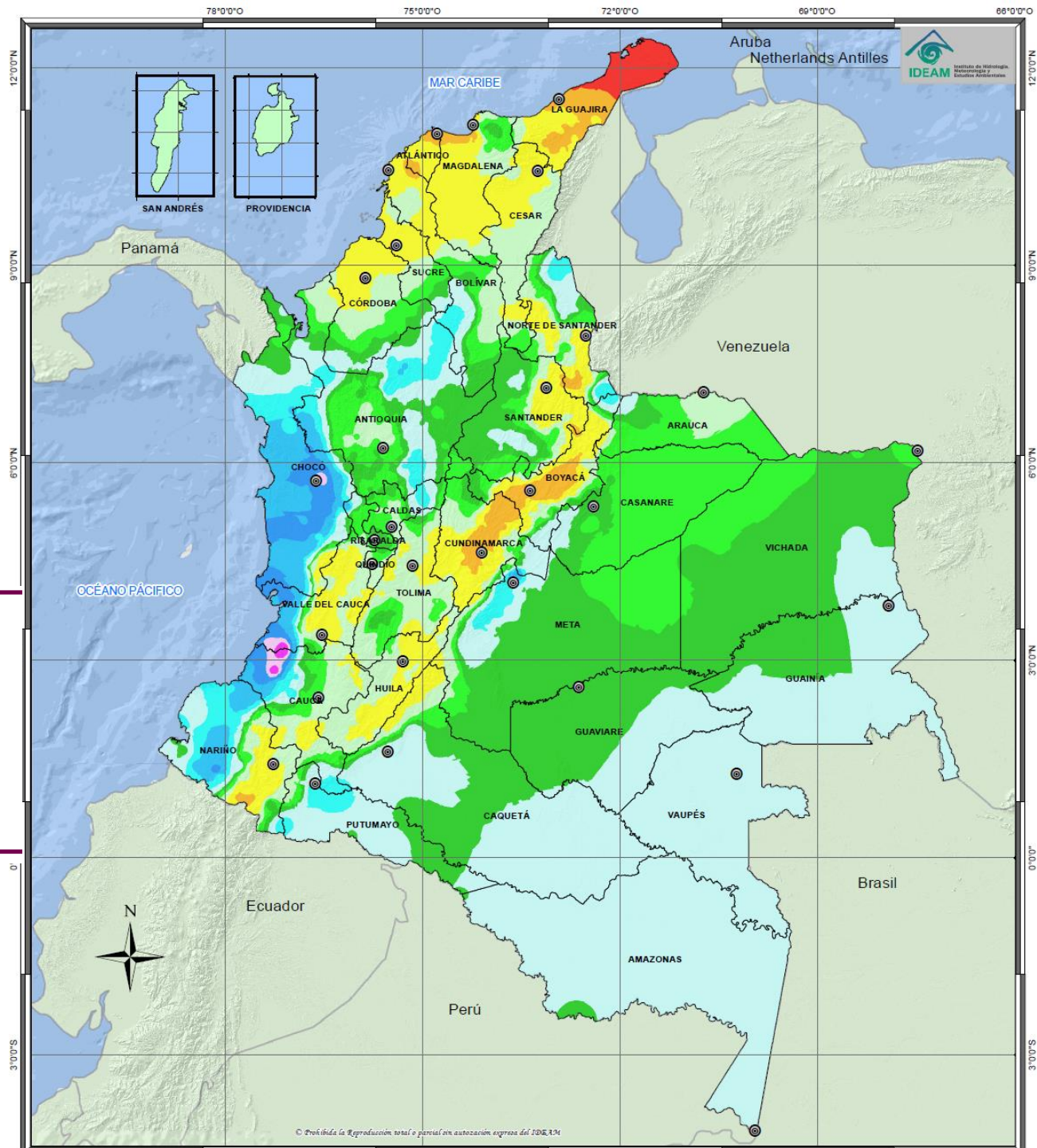
Países con mayores recursos hídricos

Orden	Código FAO	País	Precipitación Promedio 1961 -1990	Recursos Superficiales Internos	Recursos Subterráneos Internos	Recursos Totales Internos	Recursos Naturales Externos	Total Recursos Naturales	Total Recursos Reales
			(Km3/año)	(Km3/año)	(Km3/año)	(Km3/año)	(Km3/año)	(Km3/año)	(Km3/año)
1	21	Brazil	15236	5418	1874	5418	2815	8233	8.233
2	185	Federación Rusa	7855	4037	788	4313	195	4507	4.507
3	33	Canadá	5352	2840	370	2850	52	2902	2.902
4	101	Indonesia	5147	2793	455	2838	0	2838	2.838
5	41	China	5995	2712	829	2812	17	2830	2.830
6	44	Colombia	2975	2112	510	2112	20	2132	2.132
7	231	Estados Unidos	5800	1862	1300	2000	71	2071	2.071
8	170	Perú	1919	1616	303	1616	297	1913	1.913
9	100	India	3559	1222	419	1261	647	1908	1.897

Distribución Espacial de la Precipitación en Colombia


INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM
 PRECIPITACIÓN MEDIA TOTAL ANUAL. PROMEDIO MULTIANUAL 1981 - 2010.
 REPÚBLICA DE COLOMBIA
 2014

Leyenda y Convenciones
Leyenda (mm)
 0 - 500
 500 - 1000
 1000 - 1500
 1500 - 2000
 2000 - 2500
 2500 - 3000
 3000 - 4000
 4000 - 5000
 5000 - 7000
 7000 - 9000
 9000 - 11000
 > 11000



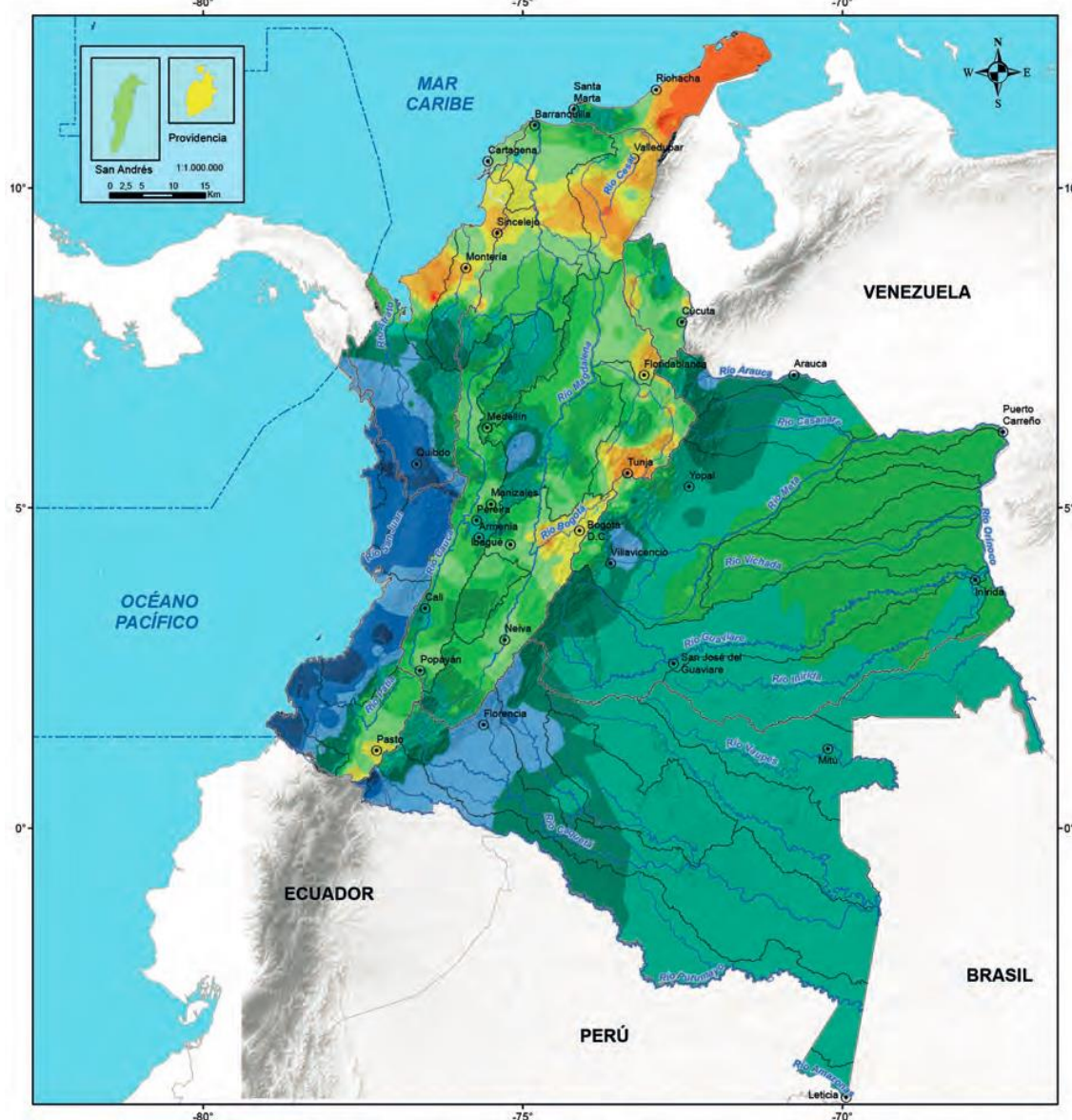
El Agua en Colombia

- El Módulo hídrico en Colombia

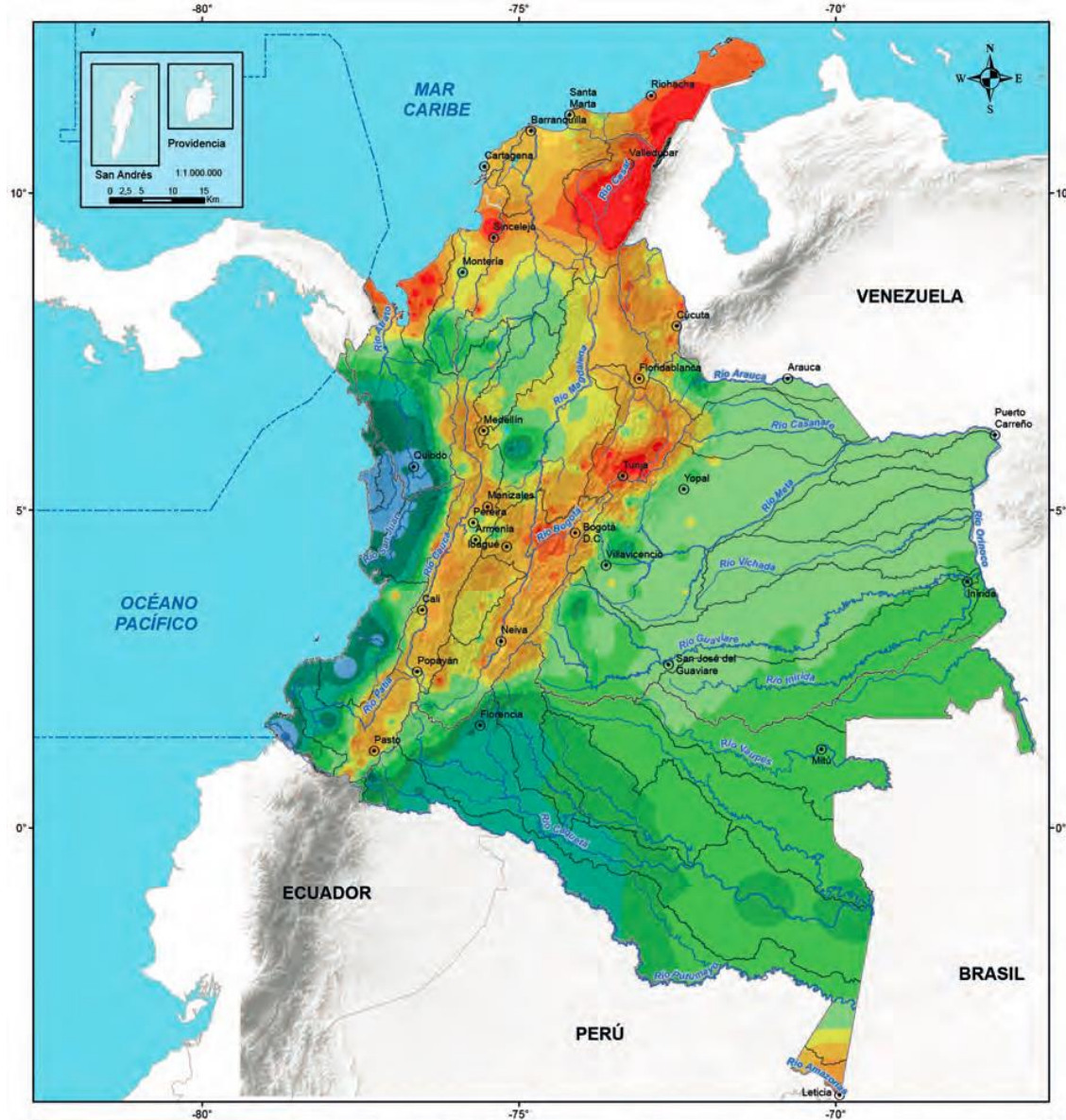
Tabla 2.2 Rendimientos promedio por área hidrográfica

	Área hidrográfica	Área (km ²)	Rendimiento (l/s/km ²)
1	Caribe	102.868	56,4
2	Magdalena - Cauca	271.132	31,7
3	Orinoco	347.228	48,4
4	Amazonas	342.010	69,1
5	Pacífico	77.309	116,2

El Módulo hídrico en Colombia



El Módulo hídrico en Colombia



ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA 2014
RENDIMIENTO HÍDRICO TOTAL
CONDICIONES DE AÑO SECO

Rendimiento medio anual (litros/seg/km²)

0 - 3	50 - 70
3 - 6	70 - 100
6 - 10	100 - 150
10 - 15	150 - 200
15 - 20	Mayor a 200
20 - 30	
30 - 40	
40 - 50	

Convenciones

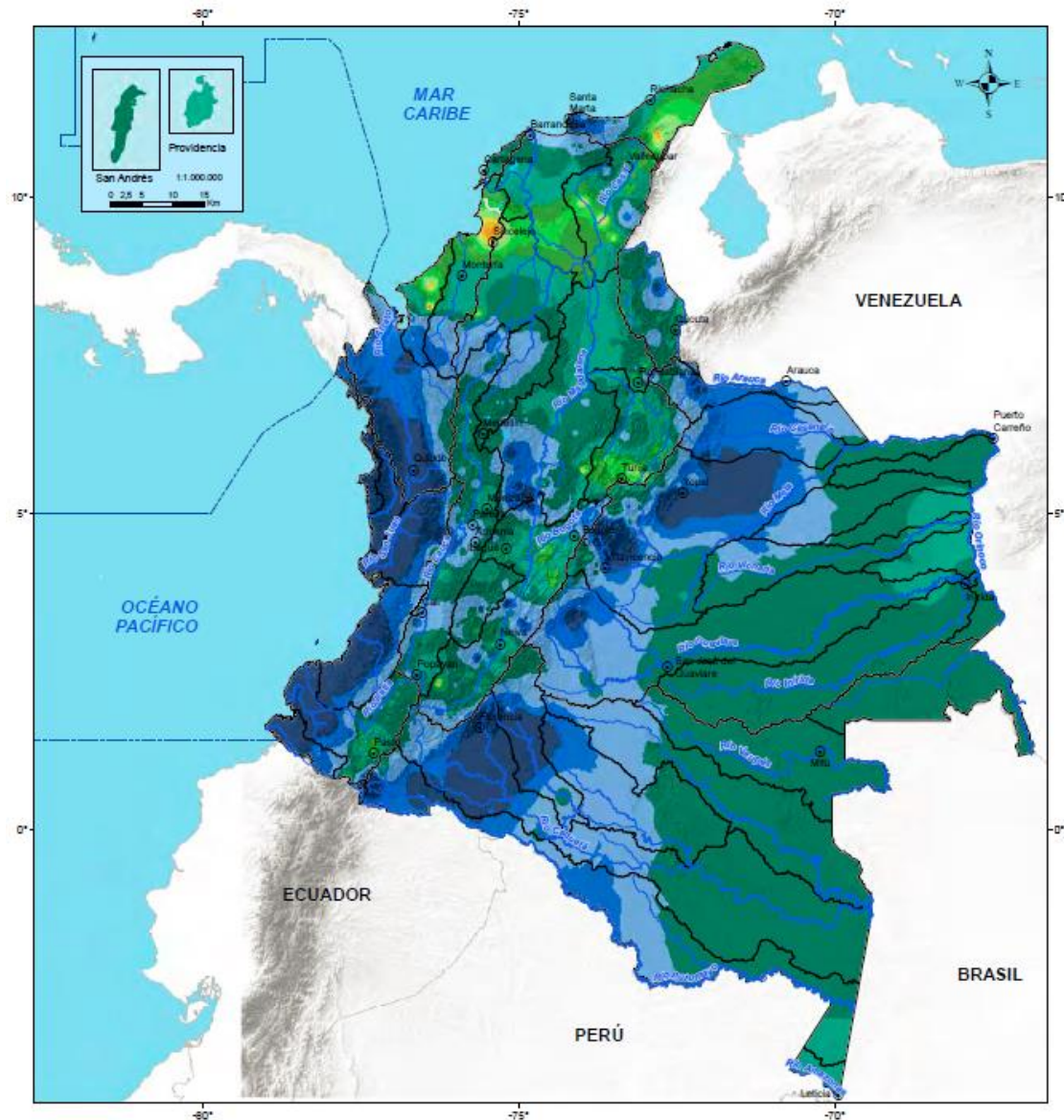
- Capital Departamental
- Límite Internacional Marítimo
- ~ Ríos
- ☪ Cuerpos de agua
- Área Hidrográfica
- ⊖ Zona Hidrográfica

Información de Referencia

Escala 1:11.000.000

PROYECCIÓN Conforme de Gauss
DATUM MAGNA - SIRGAS
COORDENADAS 4° 35' 46,32" Lat N
GEOGRÁFICAS 74° 54' 39,62" Lon O
Fuente: IDEAM 2014
Cartografía Básica IGAC

El Módulo hídrico en Colombia



A photograph of a large agricultural field with a center pivot irrigation system. In the foreground, a black riser pipe with a rotating wheelhead is visible, spraying water in a circular pattern. The field is filled with lush green crops, likely corn. In the background, there are palm trees and a range of mountains under a clear sky. The text "El Agua en el Sector Agropecuario Colombiano" is overlaid in the center in a bold, red, italicized font.

***El Agua en el Sector Agropecuario
Colombiano***

El Agua en el Sector Agropecuario Colombiano

- **Distritos en pequeña escala: Área aprovechable entre 30 y 500 has.**
- **Distritos en mediana escala: Área aprovechable entre 501 y 5.000 has.**
- **Distritos en gran escala: Área aprovechable mayor a 5.000 has.**

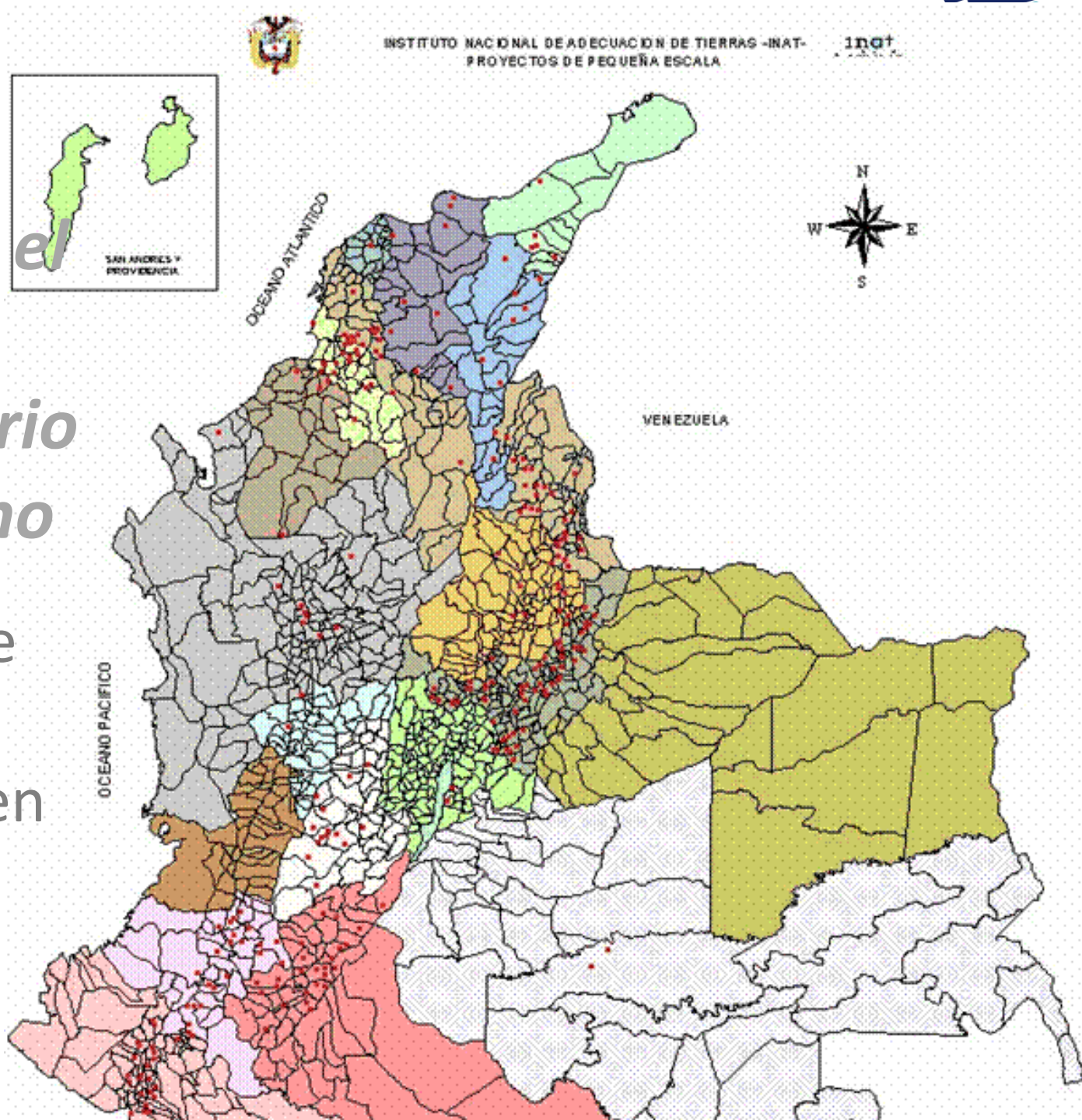
El Agua en el Sector Agropecuario Colombiano

- Distritos de Riego y Drenaje.
- AREA TOTAL ADECUACIÓN: 1'086.800 ha. (14,3%)
- Área Potencial: 6'513.200 ha.
- Ranchería, 18.536 ha.
- Triangulo del Tolima, 20.402 ha.
- Tesalia Paicol. 3.823 ha.
- DISTritos DE GRAN
Y MEDIANA IRRIGACIÓN: 363.838 Ha.
- DISTritos DE PEQUEÑA IRRIGACIÓN:
512 Distritos, 5.798 Ha.

Construcción

El Agua en el Sector Agropecuario Colombiano

- Distritos de Pequeña Irrigación en Colombia





SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA



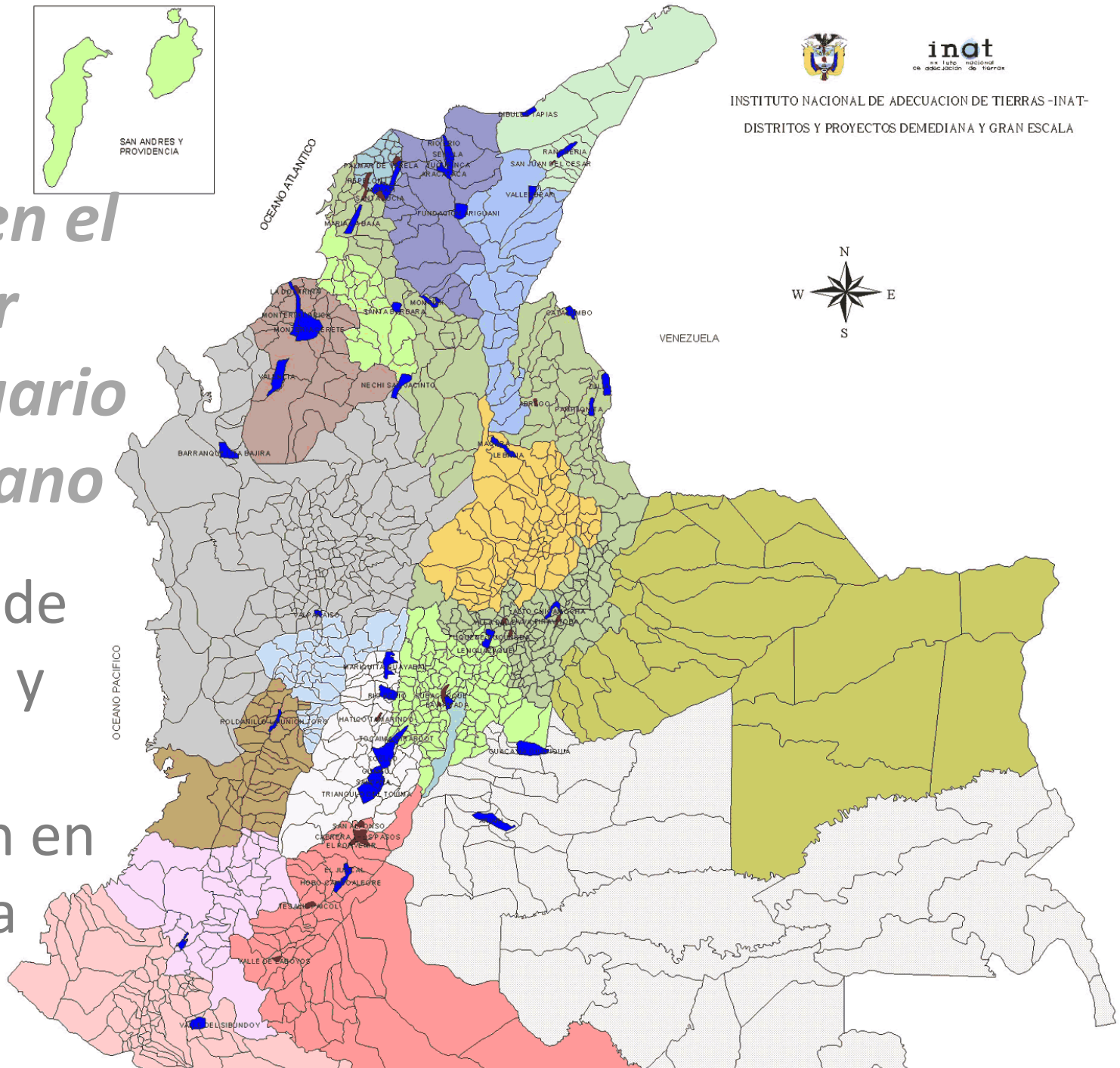
inat
INSTITUTO NACIONAL DE ADECUACION DE TIERRAS

INSTITUTO NACIONAL DE ADECUACION DE TIERRAS - INAT-
DISTRITOS Y PROYECTOS DEMEDIANA Y GRAN ESCALA



El Agua en el Sector Agropecuario Colombiano

- Distritos de Mediana y Gran Irrigación en Colombia

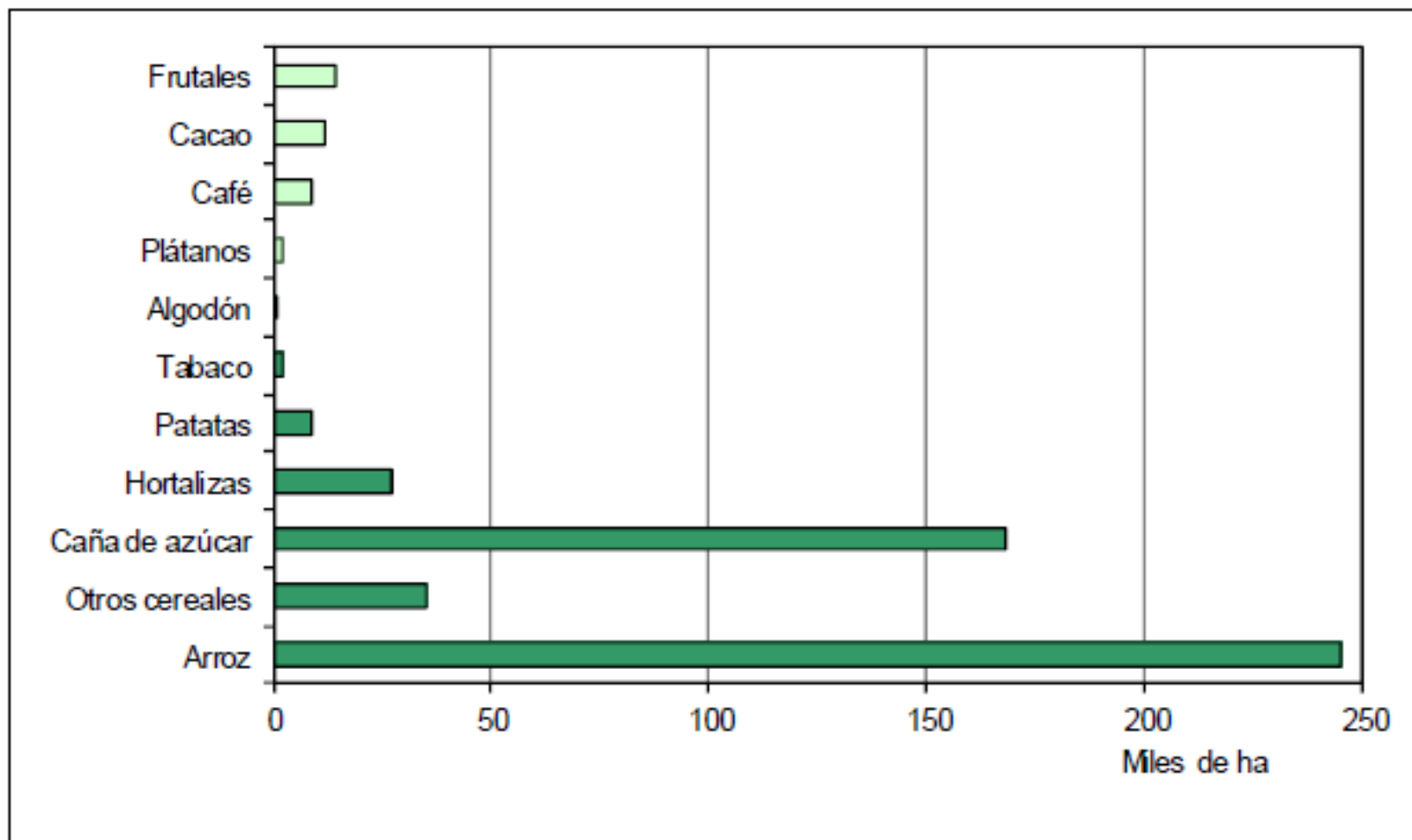


El Agua en el Sector Agropecuario Colombiano

FIGURA 3

Cultivos cosechados en superficies equipadas para el riego con dominio total

Superficie total cosechada: 524 000 ha en 2011 (intensidad de cultivo sobre superficie efectivamente regada: 133%)



Problemática del Agua

- Degradación de cuencas hidrográficas.
- Estacionalidad de la producción agropecuaria.
- Degradación física, química y biológica de corrientes y cuerpos de agua.
- Bajo cubrimiento de los distritos de Riego y Drenaje.
- Baja cultura del uso del agua.
- Degradación de propiedades físicas del suelo.

Riesgos inherentes al Agua

- Inundaciones
- Sequías
- Baja eficiencia del uso del agua
- Baja disponibilidad del recurso hídrico
- Pérdida de la calidad del líquido.
- Erosión, deslizamientos y remoción en masa
- SITUACIÓN ACTUAL DEL CLIMA
- Fenómenos de Variabilidad Climática (ENOS).
- Cambio Climático Global (CCG).

El desarrollo Agropecuario a partir del Agua

- ACCIONES POLÍTICAS

- Políticas favorables a la irrigación
- Fomento al riego (financiación, asistencia técnica, capacitación, etc.)
- Infraestructura del riego y drenaje

- INVESTIGACIÓN

- Búsqueda de soluciones para minimizar los riesgos, optimizar los recursos y prever el futuro.

Investigaciones Desarrolladas

- ESTUDIOS DE CASO
 - Disponibilidad hídrica en la sabana de Bogotá.
 - Requerimientos hídricos en especies priorizadas.
 - Análisis agroclimático de la región de La Mojana.
 - Validación, ajuste y transferencia de tecnología del riego en distritos de pequeña irrigación.
 - Manejo del recurso hídrico a nivel predial en la zona árida del alto Patía.
 - Manejo del riego y la fertirrigación en tomate bajo cubierta.
 - Manejo del riego en Cebolla Ocañera y otros cultivos, etc.
 - Determinación de la huella hídrica y modelación de la producción de biomasa de cultivos forrajeros a partir del agua.


Análisis Agroclimático



El oro de la cultura Zenú representa con gran realismo la fauna de la región de "La Mojana"

Remate de Bastón (Ancho 15.5 cm, Alto 142 cm). Museo del Oro (Santafé de Bogotá).

Región de la Mojana



ADAPTABILIDAD DE LA PRODUCCION AGROPECUARIA SOSTENIBLE EN LOS ECOSISTEMAS DE LA MOJANA

Análisis Agroclimático de la Región de la Mojana

- **OBJETIVO GENERAL**
- Analizar el comportamiento agroclimático de la región de La Mojana para estimar a partir de dichos estudios las relaciones del clima con la biósfera.



Localización de la Región

Está ubicada en la región caribe en los departamentos de:

Sucre	72%
Bolívar	16%
Córdoba	10%
Antioquia	2%

Tiene una extensión de: 513.474 ha.

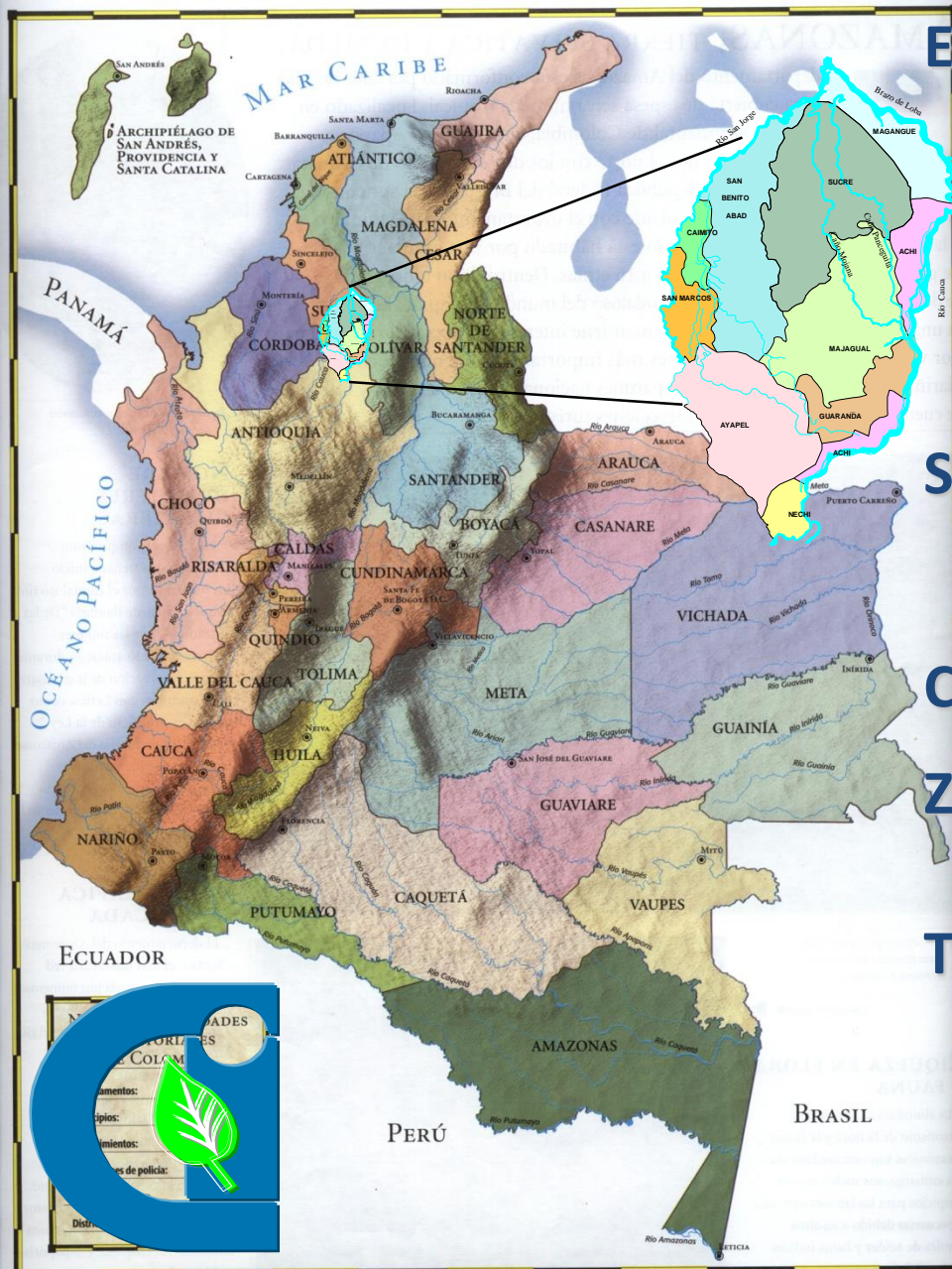
Se ubica entre las coordenadas geográficas: $8^{\circ} 01'$ y $9^{\circ} 10'$ de latitud Norte, y los $74^{\circ} 27'$ y $75^{\circ} 08'$ de longitud oeste.

Clasificación según Holdridge: Bósque húmedo Tropical (bhT)

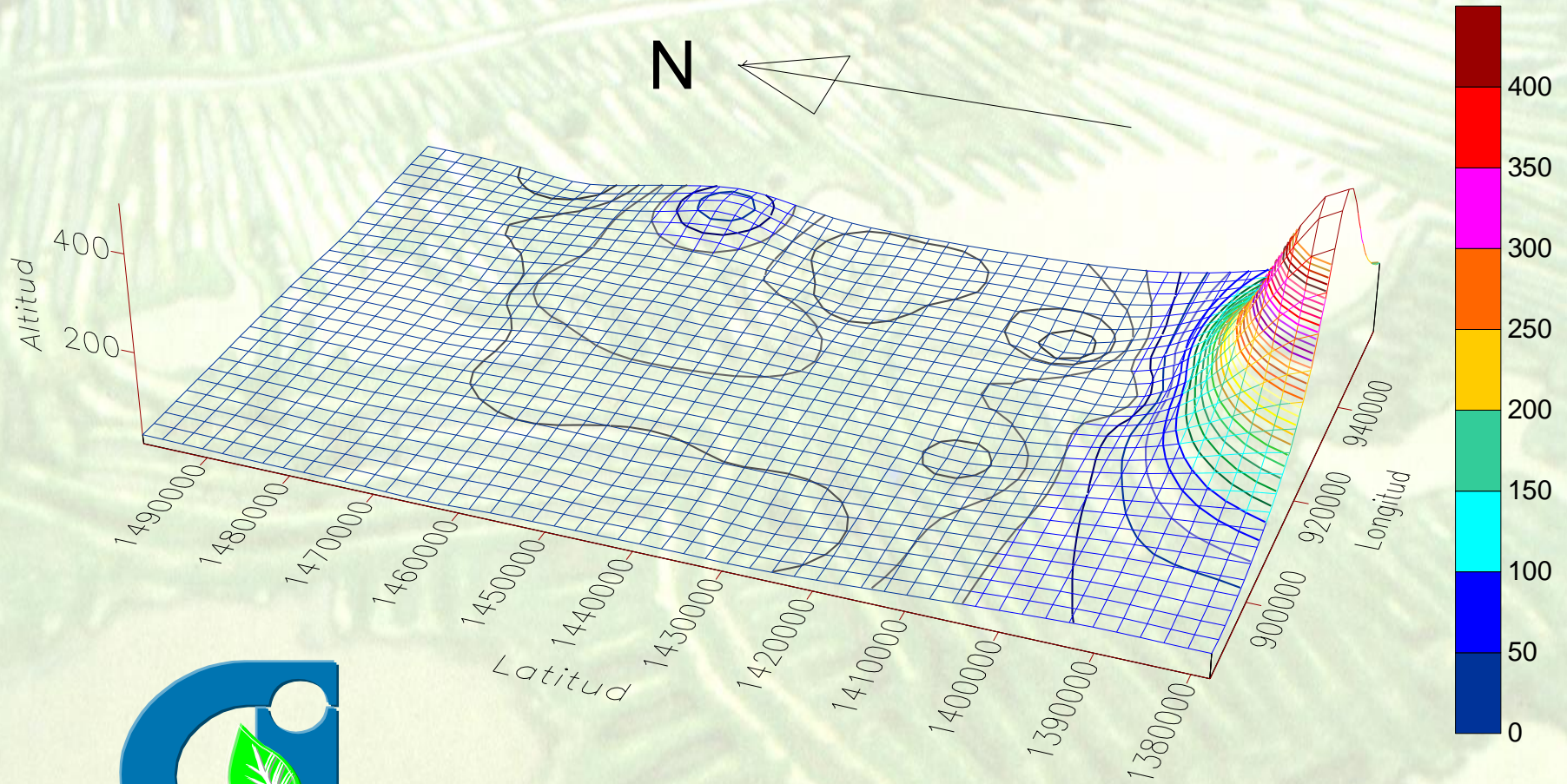
Zonificación agroecológica: W (planicie aluvial pobremente drenada), Kb (planicie aluvial).

Taxonomía de los suelos:

Endoaquept, Fluvaquents, Udipsamments.



MDT de *La Mojana*

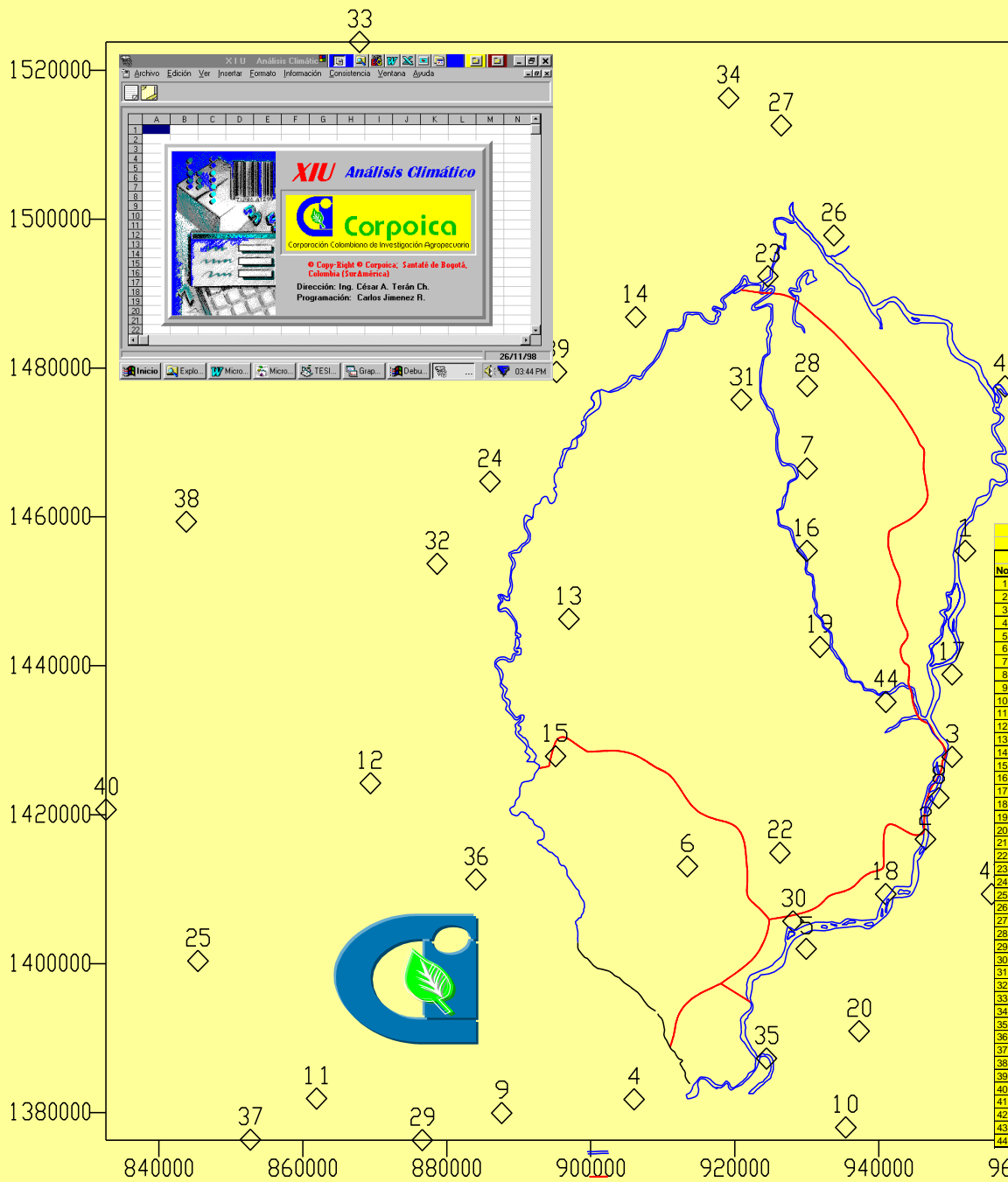


Información utilizada

- Información climática (IC) y agronómica (IA)
- Precipitación decadal con el 75% de probabilidad de ocurrencia.
- Evapotranspiración de referencia originada de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), humedad relativa (%), velocidad del viento diarios (m/s) y brillo solar (horas/día) decadales.
- Suelos y cobertura vegetal y uso de suelo, Capacidad máxima de retención de agua.



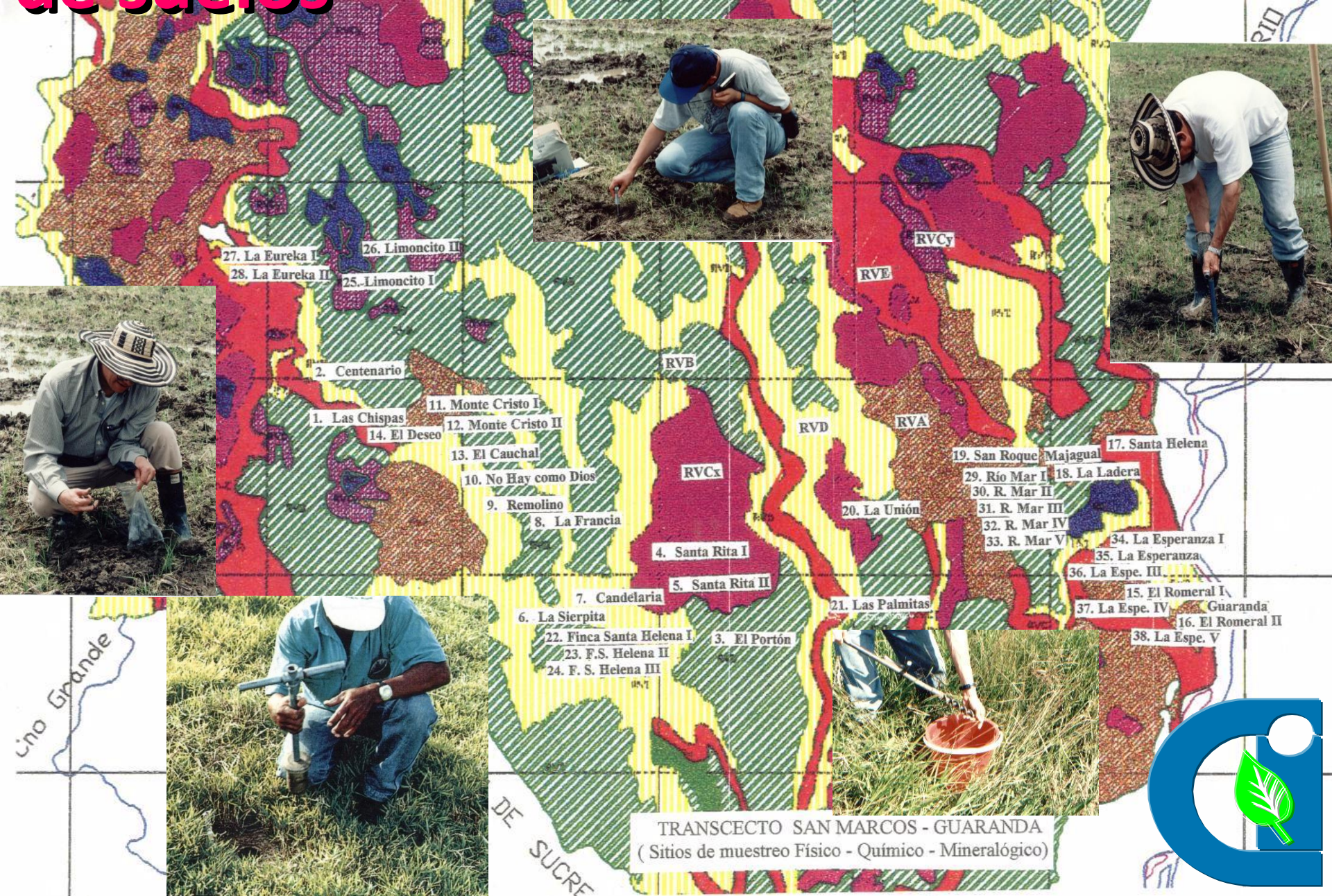
Estaciones climáticas usadas (Ideam)



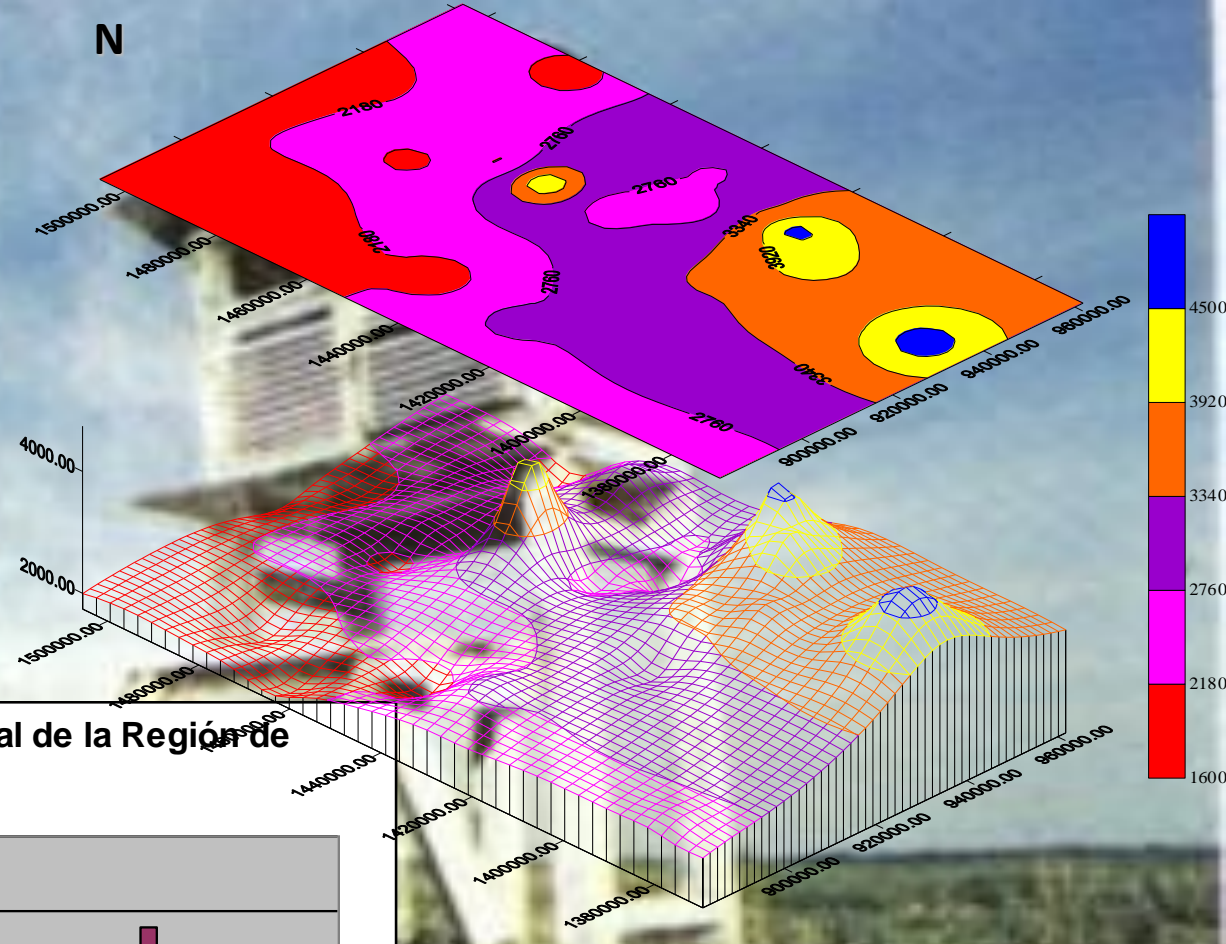
Estaciones climatológicas seleccionadas por concurrencia y espacialidad en la Región de la Mojaña
Proyecto Análisis Agroclimático de la región de la Mojaña.

No	Código	TE	Estación	Subcuenca	Dpto.	Municipio	Crd.N gr.min	Eleva msnm	F. Insta. año	F. Susp. año	Periodo mes	Registro	
1	2502003	PM	GUACAMAYO	CAUCA	BOLI	ACHI	0843	7431	80	966	7	994	28
2	2502033	PM	CAIMITAL	CARIBONA	BOLI	ACHI	0822	7434	30	966	9	994	28
3	2502039	PM	GUARANDA	CAUCA	BOLI	ACHI	0828	7432	25	966	8	994	28
4	2502037	PM	MONEDA HDA LA	CAUCA	ANTI	CAUCASIA	0803	7456	30	970	5	994	24
5	2502041	PM	CANDELARIA LA	CAUCA	BOLI	ACHI	0814	7443	40	966	7	994	28
6	2502048	PG	PAJAROS LOS	CGA DE AYAPEL	CORD	AYAPEL	0820	7452	25	968	10	994	26
7	2502050	PM	VILLA CECILIA HDA	BZO MONJANA	SUCR	SUCRE	0849	7443	50	968	5	994	26
8	2502051	PM	ALPES LOS	CAUCA	BOLI	ACHI	0825	7433	25	966	8	994	28
9	2502053	PM	ILUSION LA	CUACA	ANTI	CAUCASIA	0802	7506	60	970	5	994	24
10	2502054	PM	PATIO BONITO	Q SAN PABLO	ANTI	NECHI	0801	7440	500	970	5	994	24
11	2502070	PM	APARTADA LA	SAN JORGE	CORD	AYAPEL	0803	7520	50	973	11	994	21
12	2502071	PM	CINTURA	CNO CANALETE	CORD	PUEBLO NUEVO	0826	7516	25	973	11	994	21
13	2502074	PM	EUREKA HDA	CGA LA CRUZ	SUCR	SAN MARCOS	0838	7501	20	973	11	994	21
14	2502076	PM	SANTIAGO APOSTO	AY GRANDE COROZA	SUCR	SAN BENITO ABAD	0900	7456	25	973	11	994	21
15	2502078	PM	CECILIA	CGA DE AYAPEL	CORD	AYAPEL	0828	7502	20	973	12	994	21
16	2502079	PM	PALMARITO	CNO MOJANA	SUCR	MAJAGUAL	0843	7443	50	974	3	994	20
17	2502080	PM	BUELVISTA	CAUCA	BOLI	ACHI	0834	7432	20	974	4	994	20
18	2502081	PM	ASTILLEROS	CAUCA	BOLI	ACHI	0818	7437	10	974	4	994	20
19	2502082	PM	ZAPATA	CNO RIVIEJO	SUCR	MAJAGUAL	0836	7442	50	974	4	994	20
20	2502085	PM	REGENCIA	CARIBONA	BOLI	ACHI	0808	7439	100	974	5	994	20
21	2502091	PM	RIONUEVO	BZO QUITASOL	BOLI	BARRANCO DE LOBA	0849	7417	140	974	10	994	20
22	2502094	PM	VILLANUEVA	CAUCA	SUCR	MAJAGUAL	0821	7445	40	974	4	994	20
23	2502095	PM	SAN ANTONIO ALEX	SAN JORGE	BOLI	MAGANGUE	0903	7446	10	974	4	994	20
24	2502098	PM	CAIMITO	AY SAN JUAN	SUCR	CAIMITO	0848	7507	20	973	11	994	21
25	2502101	PM	BUENAVISTA	Q CANTARANA	CORD	BUENAVISTA	0813	7529	110	973	11	994	21
26	2502118	PM	STA CRUZ	BZO DE LOBA	BOLI	MOMPOS	0906	7441	20	974	3	994	20
27	2502134	PM	ESPERANZA LA	BZO DE LOBA	BOLI	MOMPOS	0914	7445	18	958	9	994	36
28	2502136	PM	CAMPO ALEGRE	CNO MOJANA	SUCR	SUCRE	0855	7443	20	974	4	994	20
29	2502139	PM	CAUCASIA	CAUCA	ANTI	CAUCASIA	0800	7512	70	959	2	994	35
30	2502153	PM	TALADRO EL	CAUCA	BOLI	ACHI	0816	7444	240	973	9	974	1
31	2502156	PM	ISLA DEL COCO	CNO MOJANA	SUCR	SUCRE	0854	7446	20	974	4	994	20
32	2502504	CP	APTO LA FLORIDA	AY MONTEGRANDE	SUCR	SAN MARCOS	0842	7511	30	932	1	994	62
33	2502508	SS	APTO RAFAEL BRA	COROZAL	SUCR	COROZAL	0820	7517	166	940	6	994	54
34	2502510	CP	APTO BARACOA	BZO DE LOBA	BOLI	MAGANGUE	0916	7449	18	954	1	994	40
35	2502514	CO	NECHI	NECHI	ANTI	CAUCASIA	0806	7446	200	970	6	994	24
36	2502515	CO	AYAPEL	CGA AYAPEL	CORD	AYAPEL	0819	7508	22	967	8	994	27
37	2502516	CO	CUBA HDA	SAN JORGE	CORD	MONTELIBANO	0800	7525	50	973	4	994	21
38	2502517	CO	COLOMBOY	AY MONTEGRANDE	CORD	SAHAGUN	0845	7530	125	973	10	994	21
39	2502518	CO	SAN BENITO ABAD	CGA DE MACHADO	SUCR	SAN BENITO ABAD	0856	7502	20	973	11	994	21
40	2502519	CO	PLANETA RICA	AY EL DESORDEN	CORD	PLANETA RICA	0824	7536	90	973	11	994	21
41	2502521	CO	PINILLOS	BZO DE LOBA	BOLI	PINILLOS	0855	7428	10	974	5	994	20
42	2502522	CO	NOROSI	Q NOROSI	BOLI	MORALES	0853	7403	160	974	8	994	20
43	2502523	CO	MONTECRISTO	Q MONTECRISTO	BOLI	ACHI	0818	7429	100	974	8	994	20
44	2502524	CO	MAJAGUAL	CNO MOJANA	SUCR	MAJAGUAL	0832	7437	20	974	11	994	20

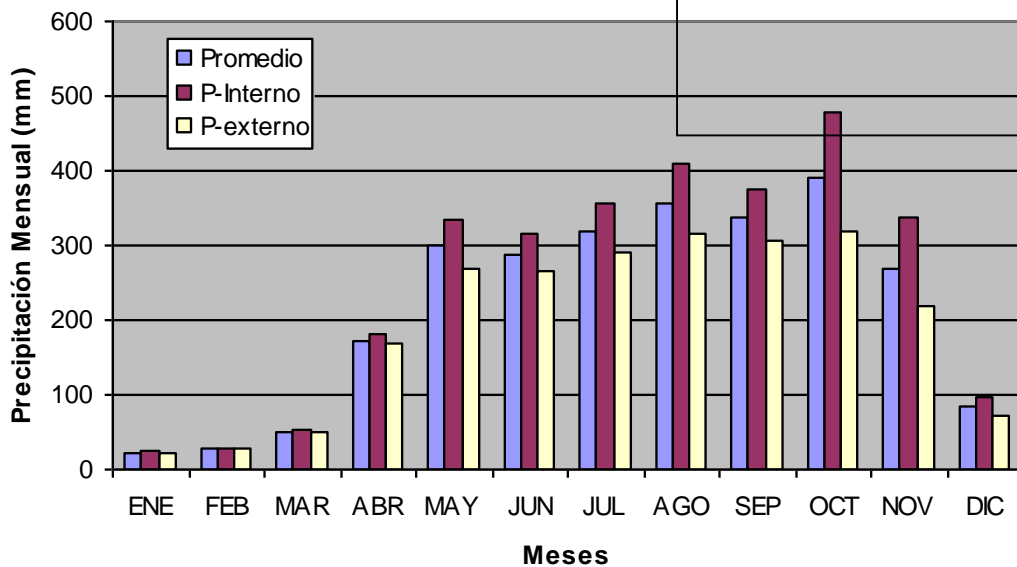
Transcecto para toma de información de suelos



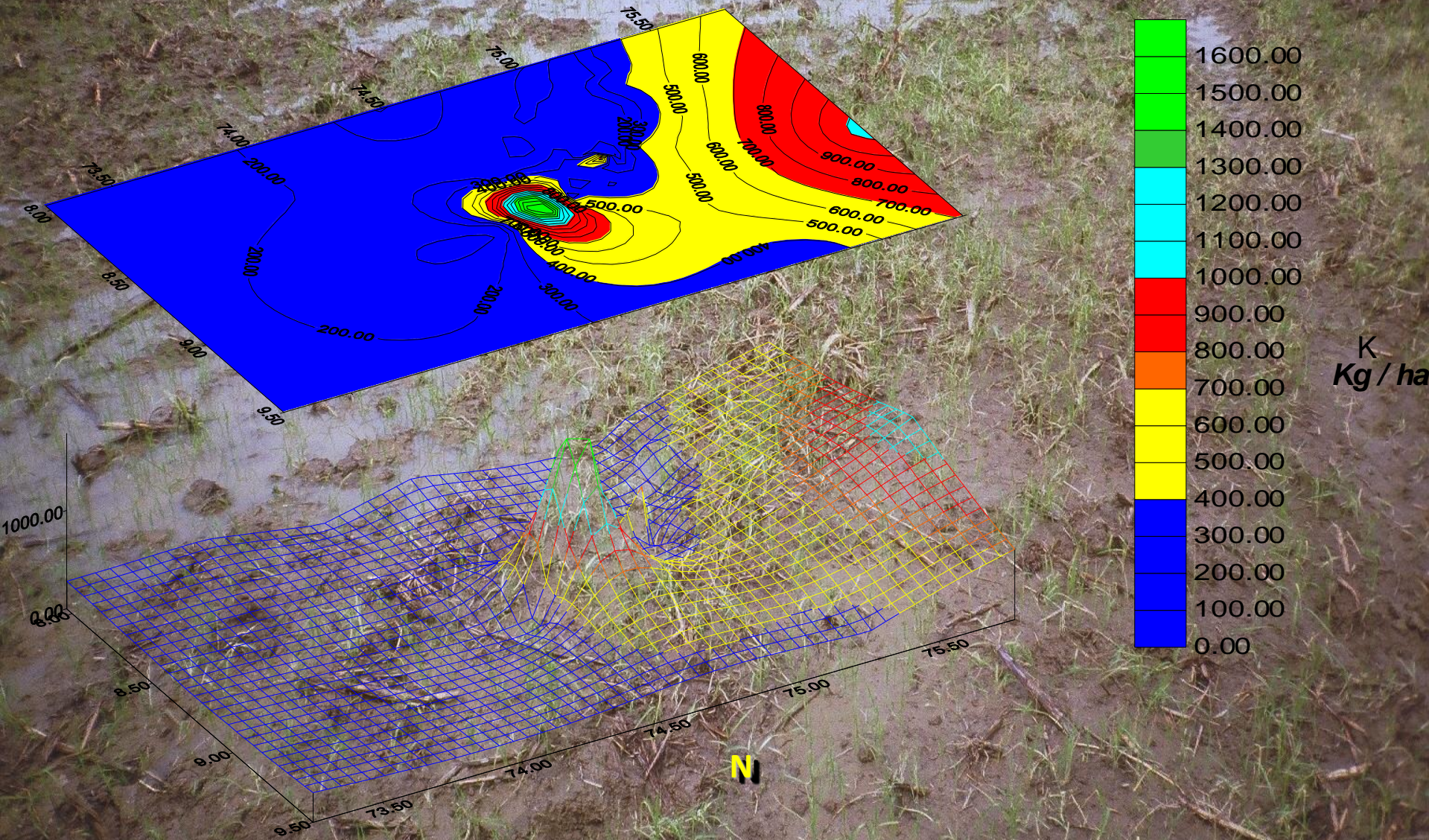
Distribución Espacial de la Precipitación



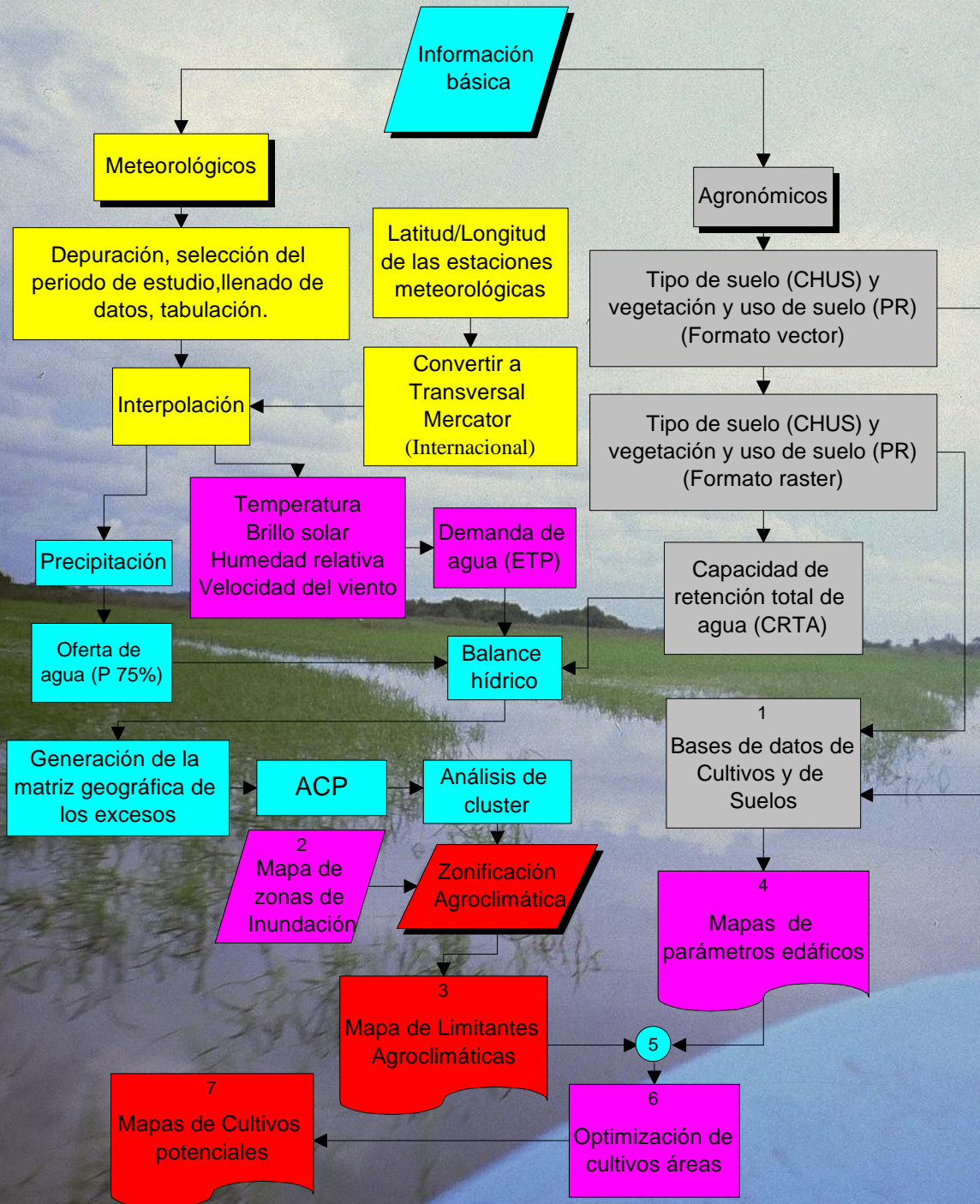
Precipitación Promedia Multianual de la Región de La Mojana



Variación de Potasio (K) R.L. Mojana



Metodología General del Análisis



La ecuación de Penman-Monteith

$$ET_0 = \frac{0.408 * (Rn - G) + \gamma * \frac{900}{T + 273} * U_2 * (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma * (1 + 0.34 * U_2)}$$

Donde:

ET₀: Evapotranspiración del cultivo de referencia [mm/día]

R_n: Radiación neta [MJ/mdía]

G: Flujo de calor del suelo [MJ/mdía]

T: Temperatura promedio [°C]

U₂: Velocidad del viento a dos metros de altura [m/s]

(e_a - e_d): Déficit de presión de vapor [Kpa]

Δ: Pendiente de la curva de presión de vapor [Kpa/°C]

γ: Constante psicrométrica [kpa/°C]

900: Factor de conversión.



Cálculo Etp

INICIO
Interpolación datos climáticos, elevación, latitud

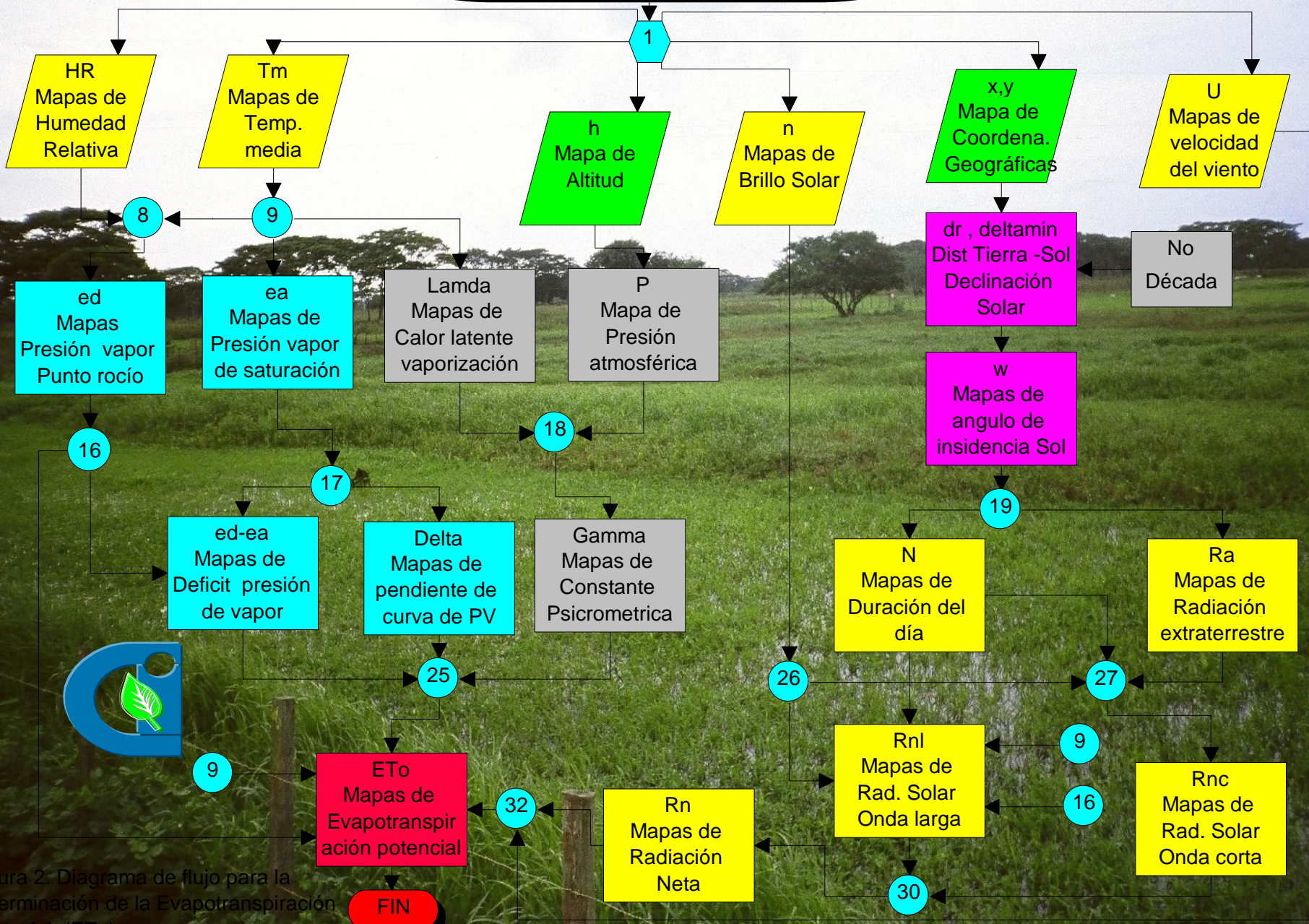
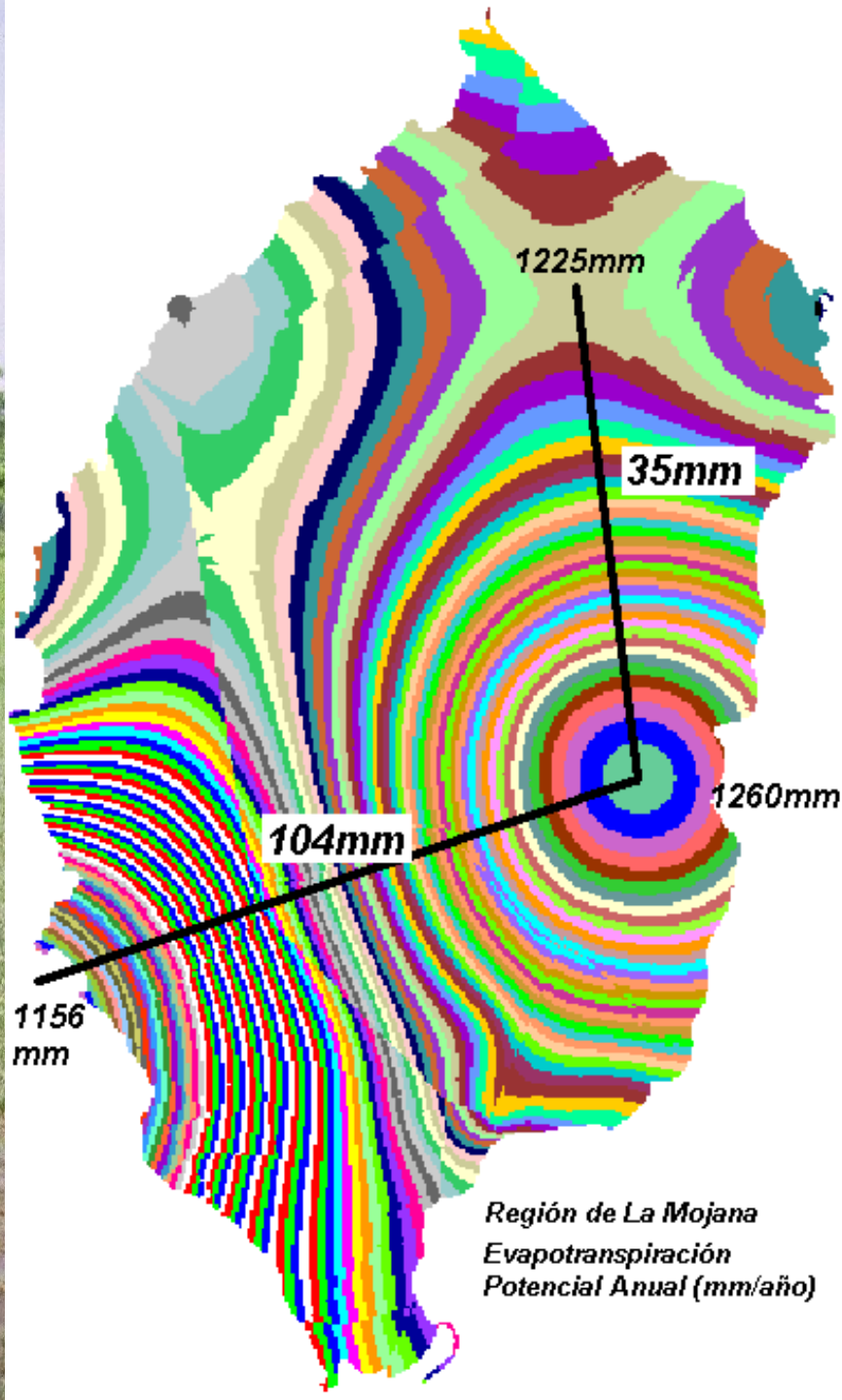


Figura 2. Diagrama de flujo para la determinación de la Evapotranspiración potencial (ETo)



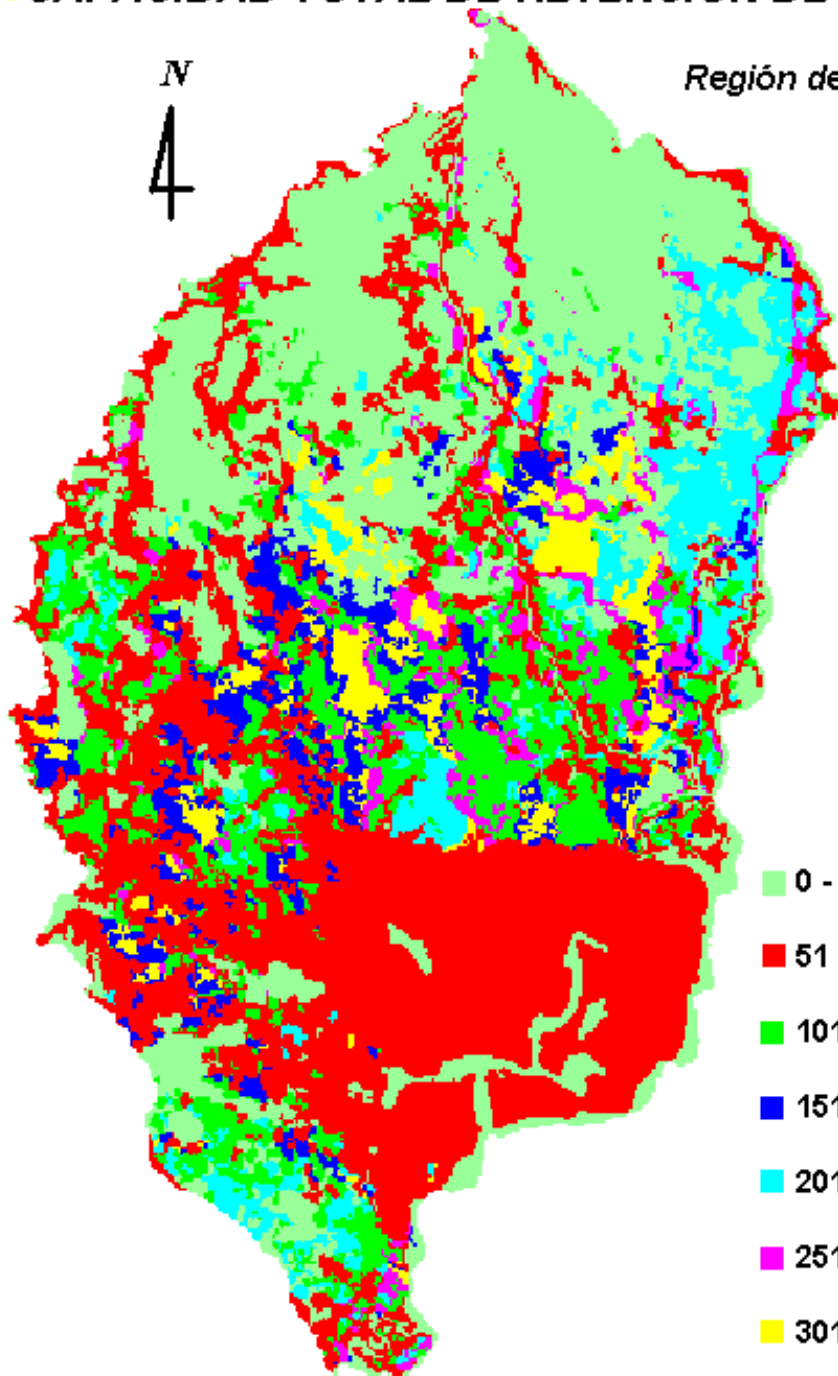
*Región de La Mojana
Evapotranspiración
Potencial Anual (mm/año)*



CAPACIDAD TOTAL DE RETENCION DE HUMEDAD

N
4

Región de La Mojana



- 0 - 50 mm
- 51 - 100 mm
- 101 - 150 mm
- 151 - 200 mm
- 201 - 250 mm
- 251 - 300 mm
- 301 - 360 mm



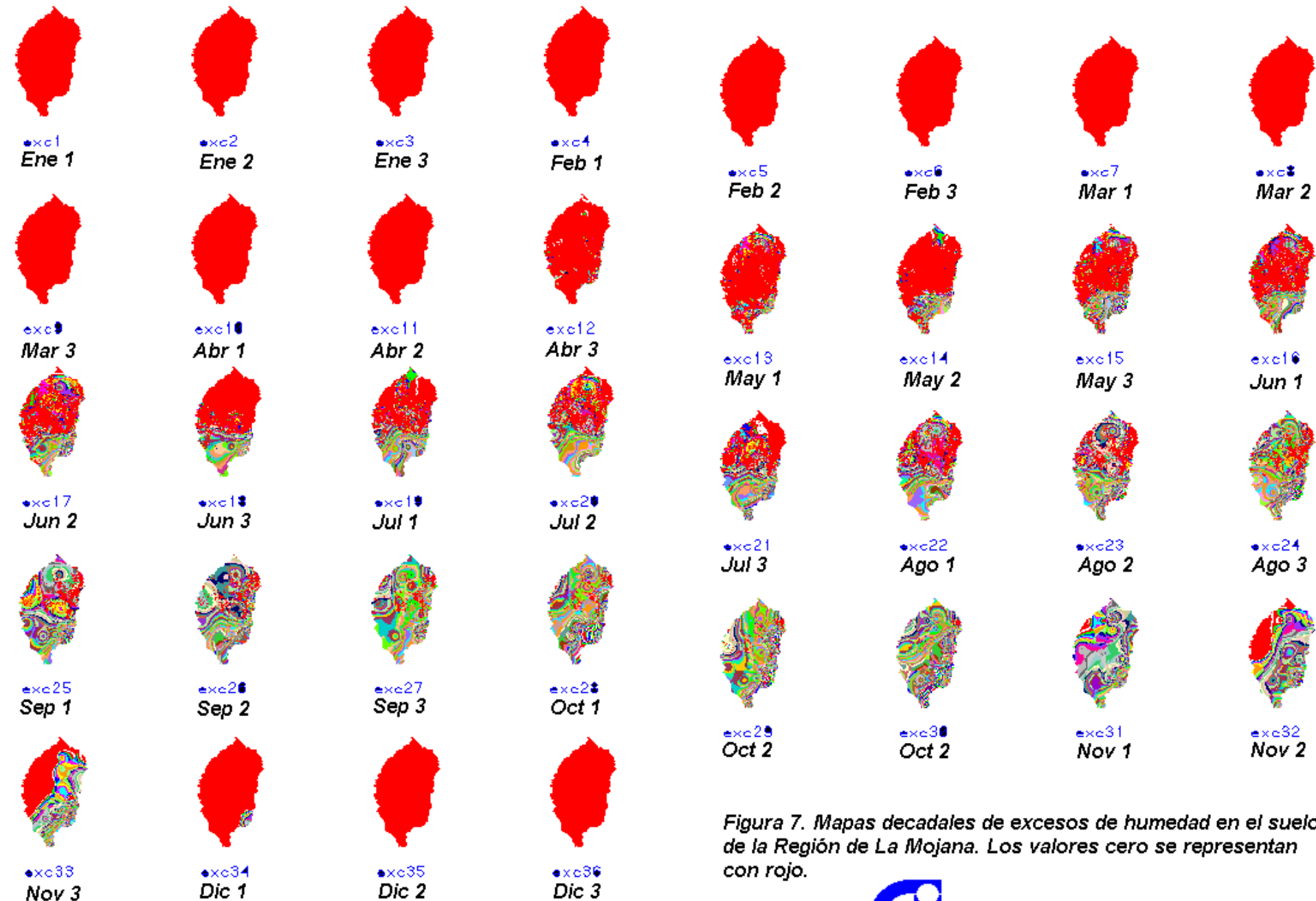


Figura 7. Mapas decadales de excesos de humedad en el suelo de la Región de La Mojana. Los valores cero se representan con rojo.



Corpoica

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

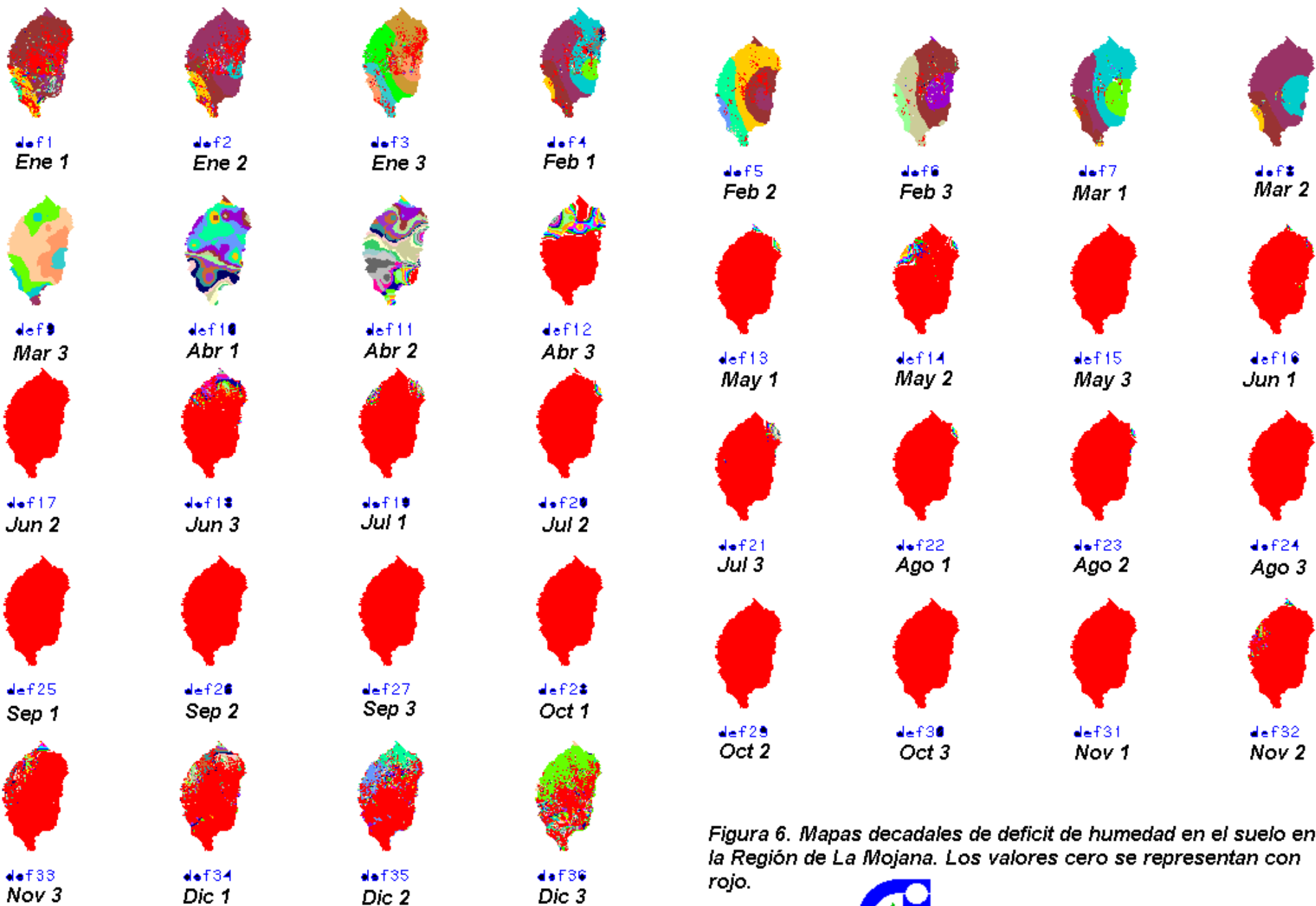


Figura 6. Mapas decadales de deficit de humedad en el suelo en la Región de La Mojana. Los valores cero se representan con rojo.



Corpoica

POICA

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

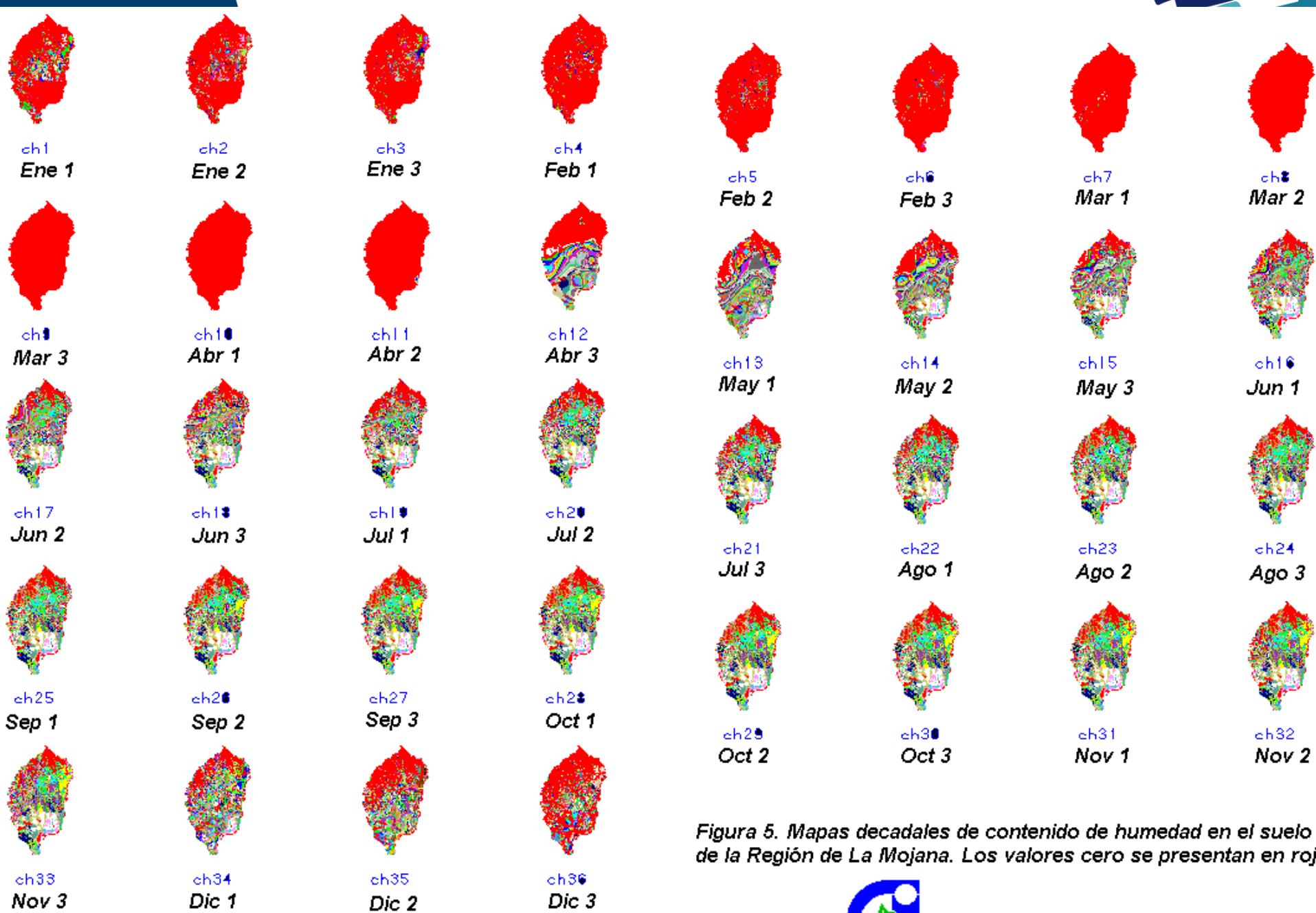


Figura 5. Mapas decadales de contenido de humedad en el suelo de la Región de La Mojana. Los valores cero se presentan en rojo

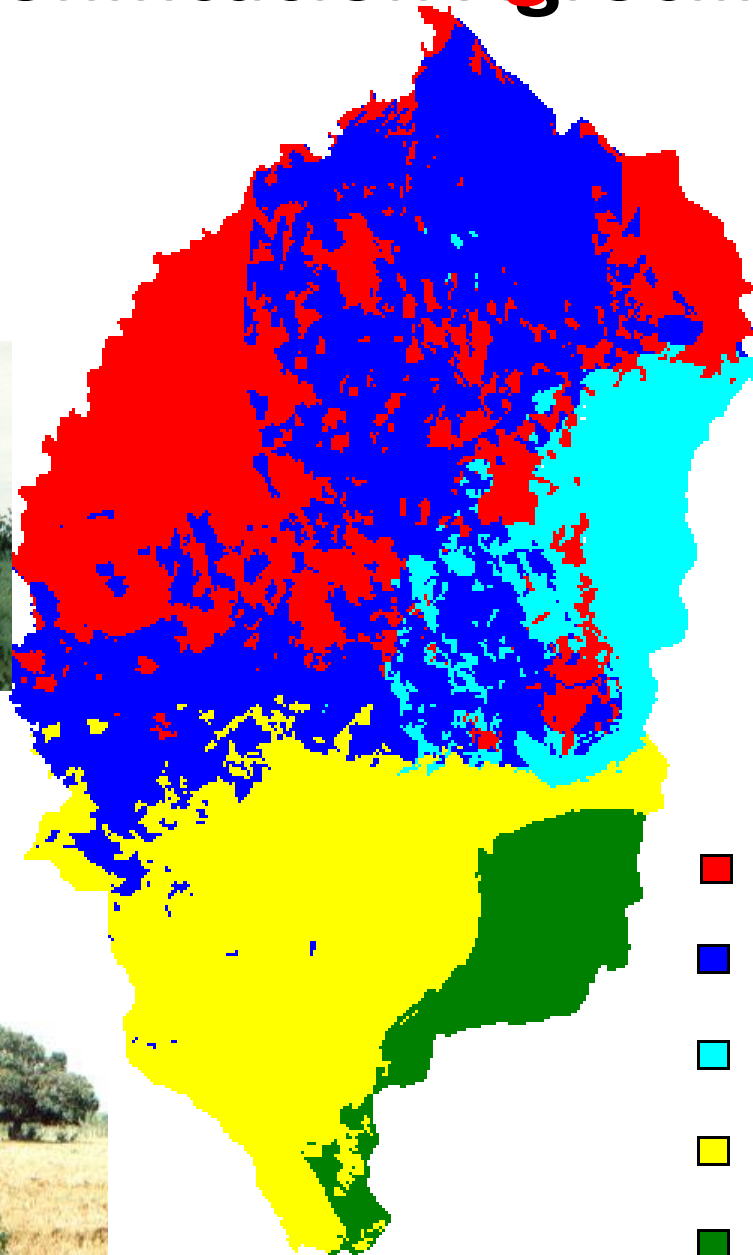







Corpoica

rpoica

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

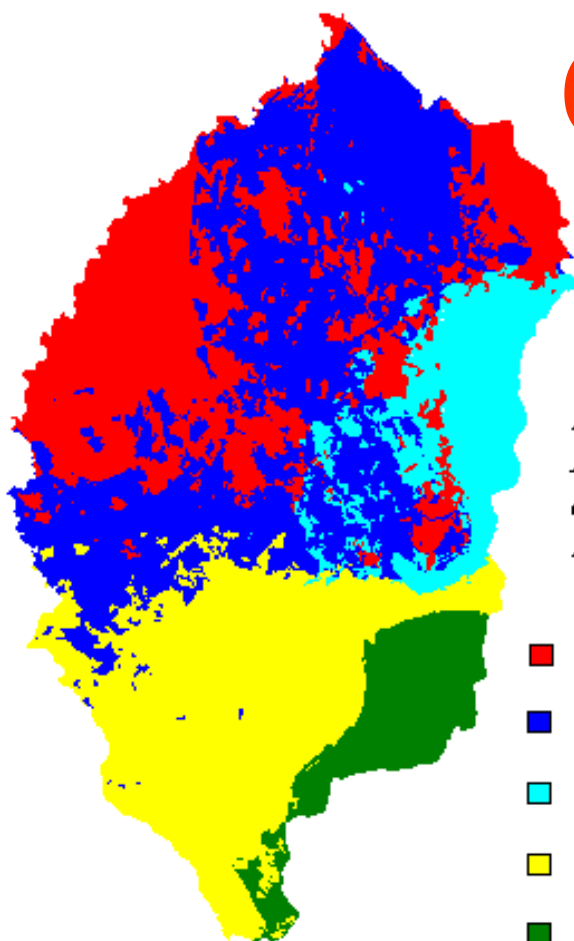
Zonificación Agroclimática



-  *Zona 1*
-  *Zona 2*
-  *Zona 3*
-  *Zona 4*
-  *Zona 5*



Características de las zonas



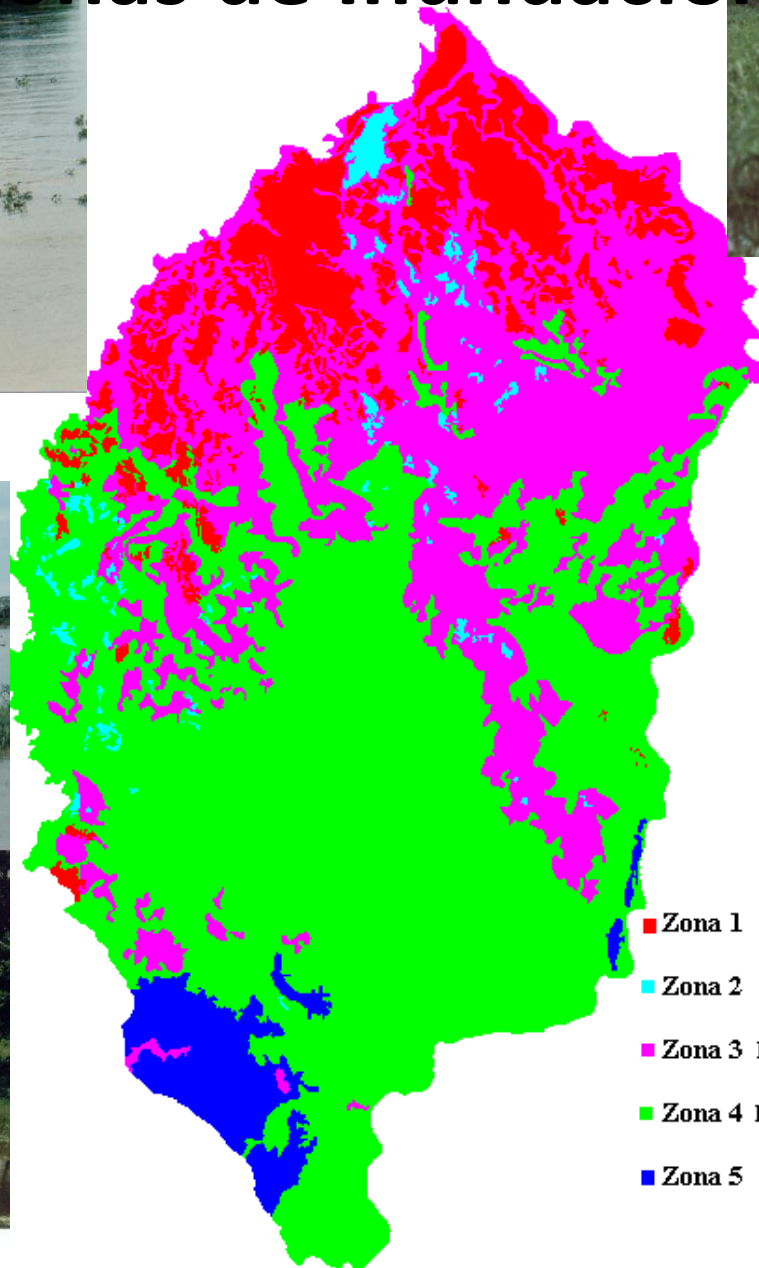
Zonificación Agroclimática de la región de La Mojana.

- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5



Zona #	Area (ha)	Excesos (mm/año)	P.Media (mm/año)	P.p(75%) (mm/año)	ETP (mm/año)	T.Media (°C)
1	123587	0-262	1797-2815	747-1335	1197-1261	28(93.3%)
2	172381	206-570	1916-3027	963-1651	1163-1261	28(84.4%) y 27(15.6%)
3	51175	189-691	2331-3335	1107-1618	1225-1260	28(100%)
4	117081	503-1197	2571-4109	1277-2180	1159-1259	27(51.8%) y 28(48%)
5	35075	1035-1939	3493-4697	1909-2788	1205-1255	27(12.9%) y 28(87%)

Zonas de Inundación



- Zona 1 C.A. Permanetes
- Zona 2 C.A. Temporales
- Zona 3 Inundación >6 mes
- Zona 4 Inundación <6mes
- Zona 5 Sin Inundación

Zonas Agroclimáticas considerando las áreas de Inundación de la Región de La Mojana

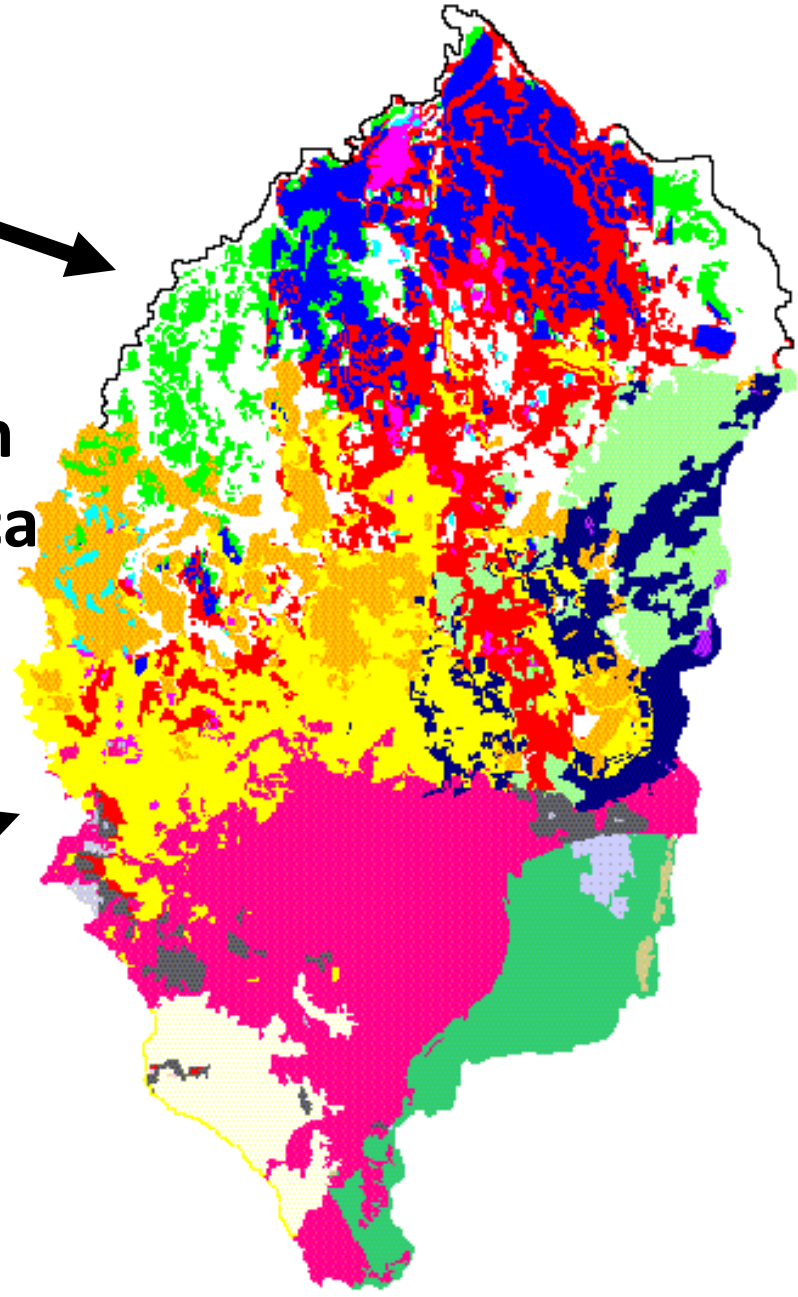
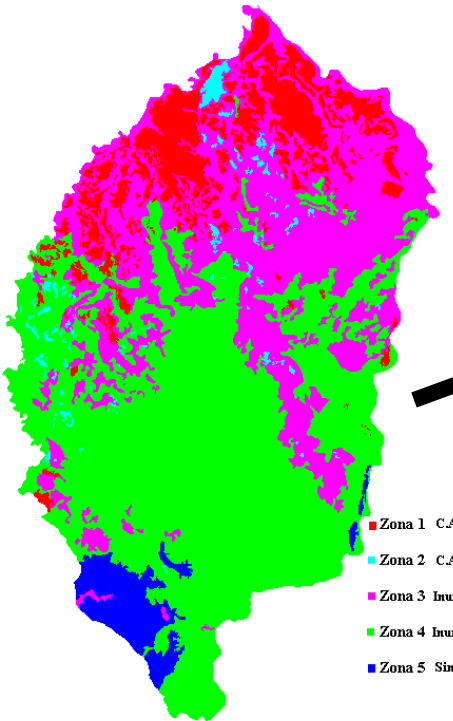
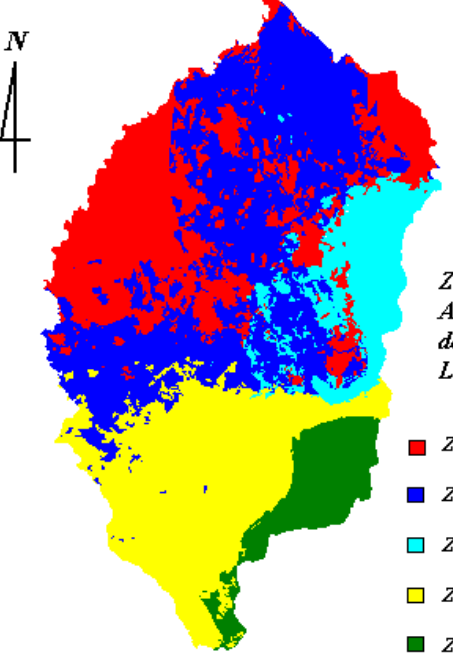
- Area 1
- Area 2
- Area 3
- Area 4
- Area 5
- Area 6
- Area 7
- Area 8
- Area 9
- Area 10
- Area 11
- Area 12
- Area 13
- Area 14
- Area 15
- Area 16
- Area 17
- Area 18
- Area 19
- Area 20
- Area 21

Zonificación Agroclimática de la región de La Mojana.

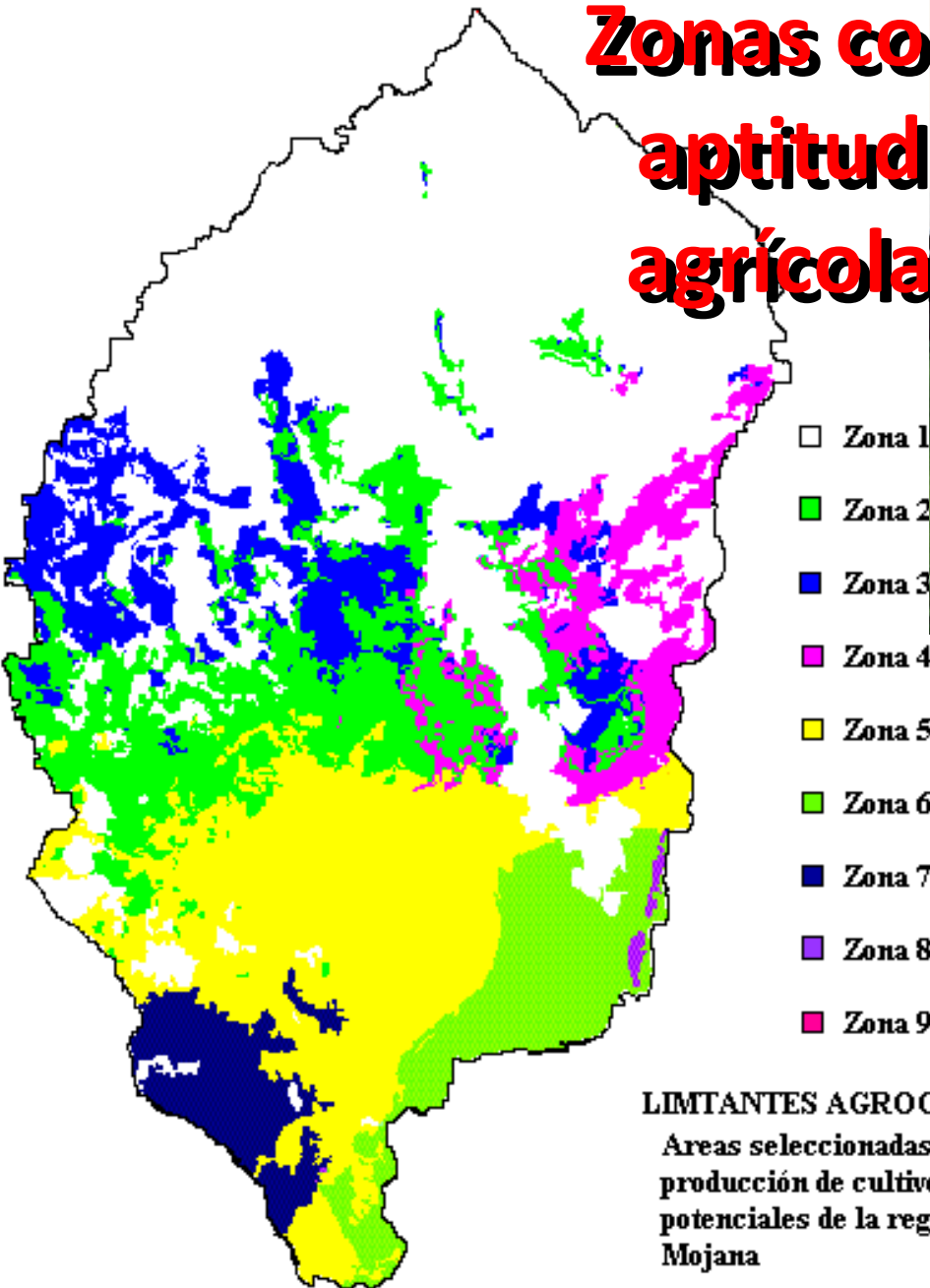
- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5

Zonificación Agroclimática X Zonas de Inundación

- Zona 1 C.A.Permanentes
- Zona 2 C.A.Temporales
- Zona 3 Inundación >6 mes
- Zona 4 Inundación <6mes
- Zona 5 Sin Inundación



Zonas con aptitud agrícola



- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6
- Zona 7
- Zona 8
- Zona 9

LIMITANTES AGROCLIMATICAS
Areas seleccionadas con fines de producción de cultivos modales y potenciales de la región de La Mojana

Area en color blanco representa las zonas aptas para establecer cultivos.



Corpoica

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



Adaptabilidad de Cultivos potenciales

(Insumos Bajos)

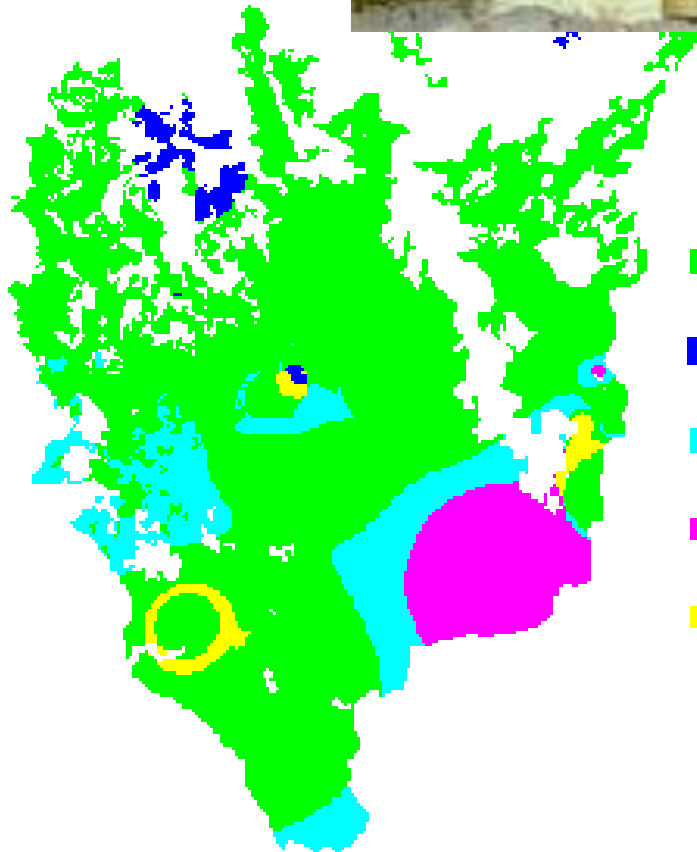
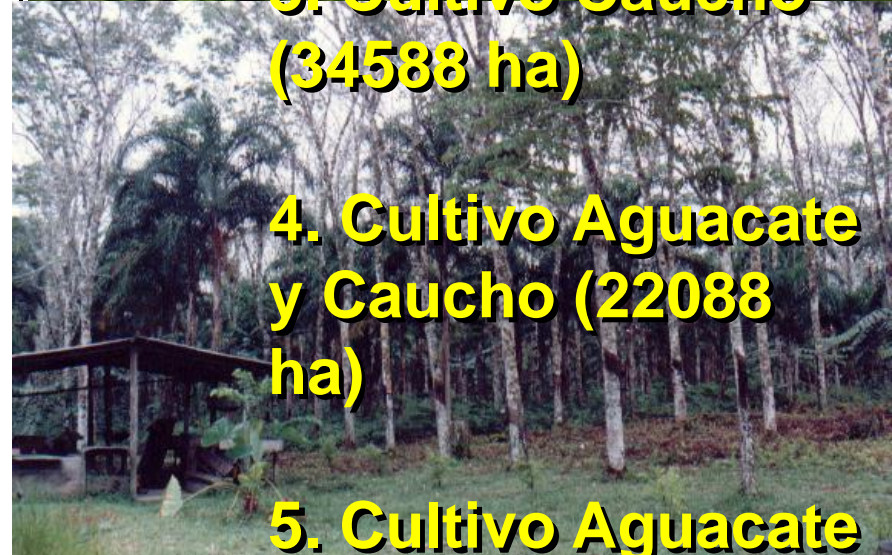
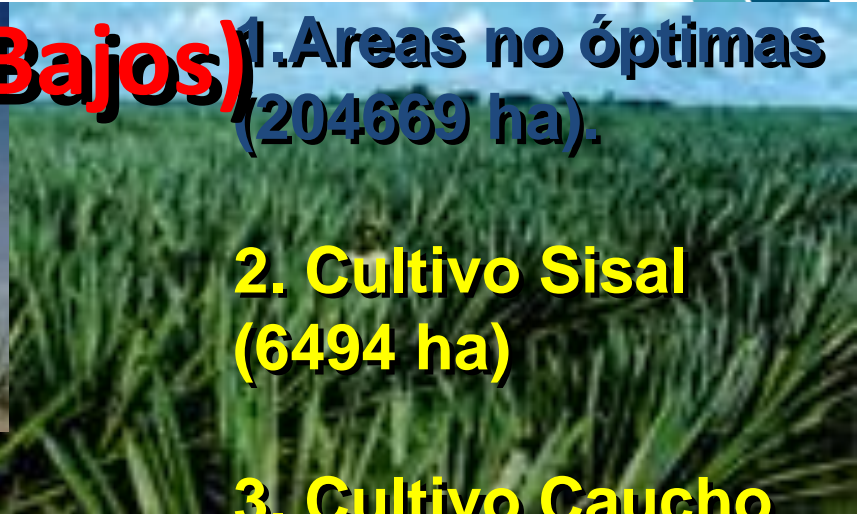
1. Areas no óptimas
(204669 ha).

2. Cultivo Sisal
(6494 ha)

3. Cultivo Caucho
(34588 ha)

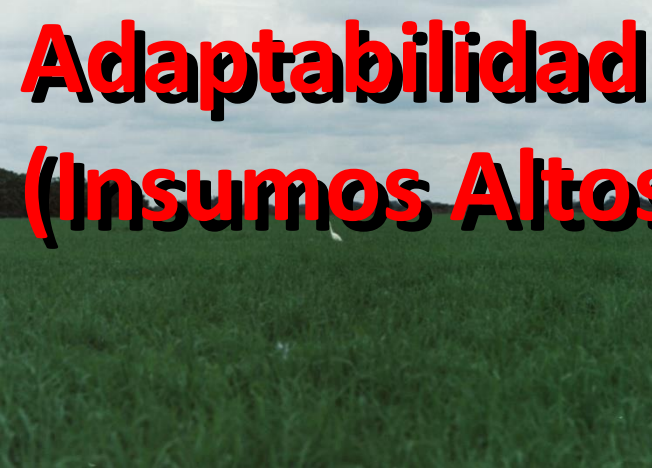
4. Cultivo Aguacate
y Caucho (22088
ha)

5. Cultivo Aguacate
(5175 ha)

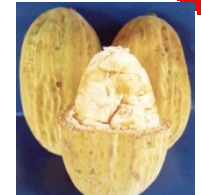
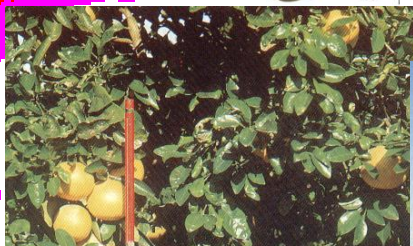


- ZONA #1
- ZONA # 2
- ZONA # 3
- ZONA # 4
- ZONA # 5

Adaptabilidad de Cultivos potenciales (Insumos Altos)

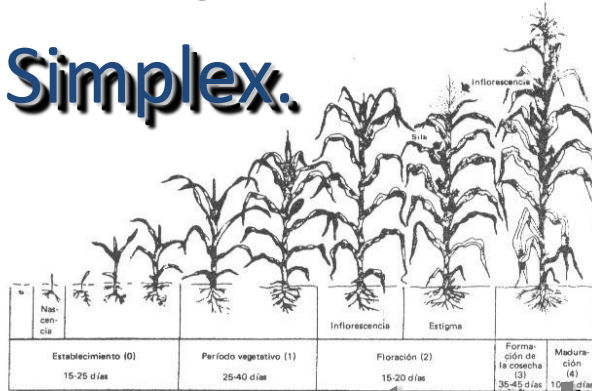


- ZONA #1
- ZONA #2
- ZONA #3
- ZONA #4
- ZONA #5
- ZONA #6
- ZONA #7
- ZONA #8

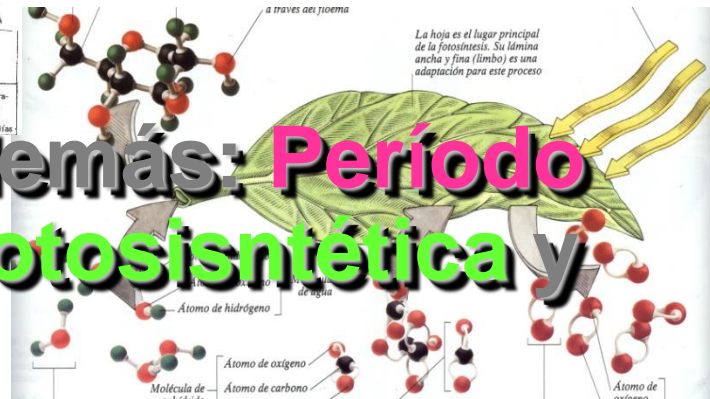


La Optimización Matemática

- Método Simplex.

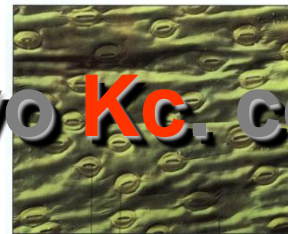


- Se tiene en cuenta además: **Período Vegetativo**, **Cadena Fotosintética** y **Rendimiento**.



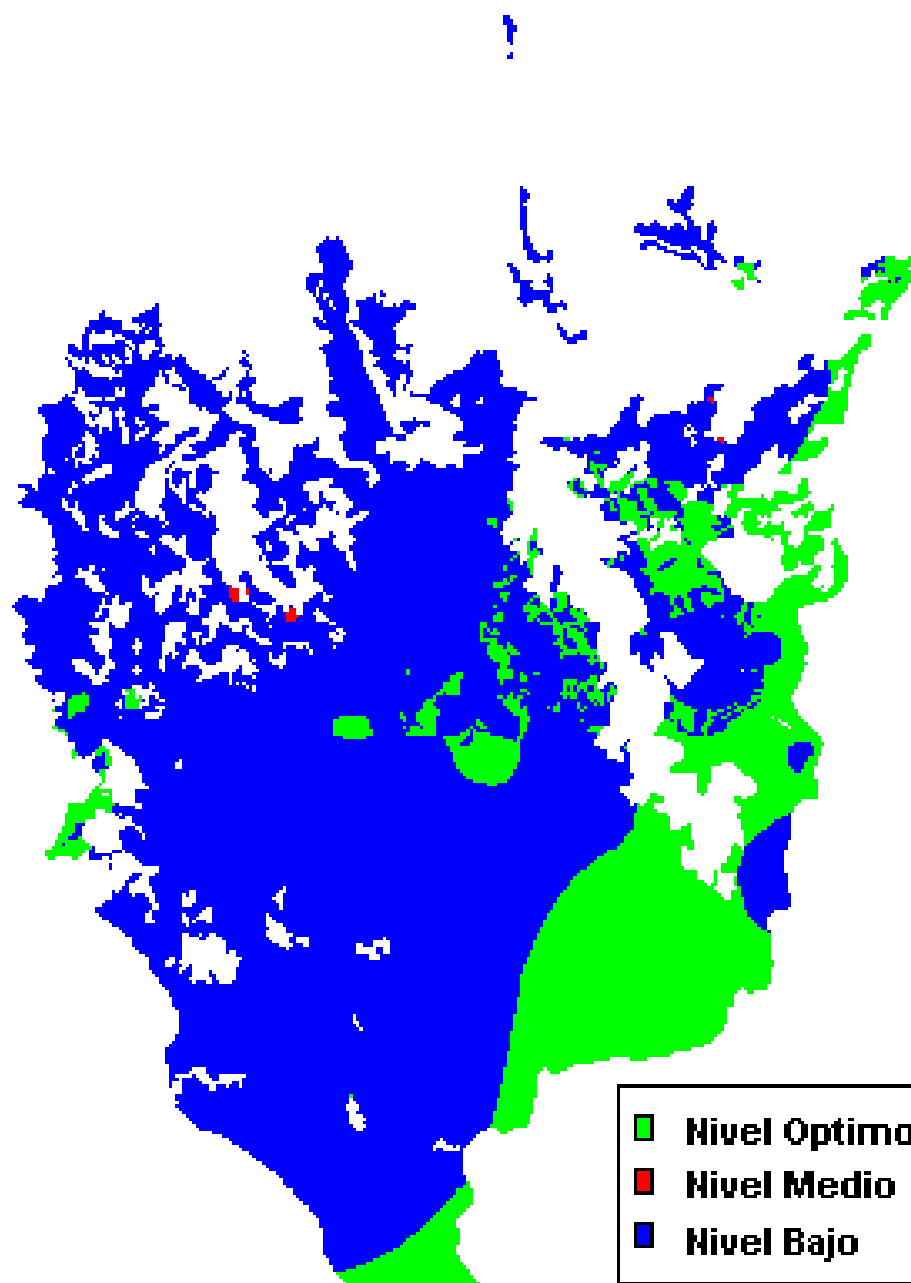
- Coeficiente del Cultivo **Kc**, como función de restricción.

MICROFOTOGRAFÍA DE HOJA
Lirio (*Lilium sp.*)



- Se utilizó el programa **QSB (Quantitative Systems For Bussiness Plus Ver 1.0)**



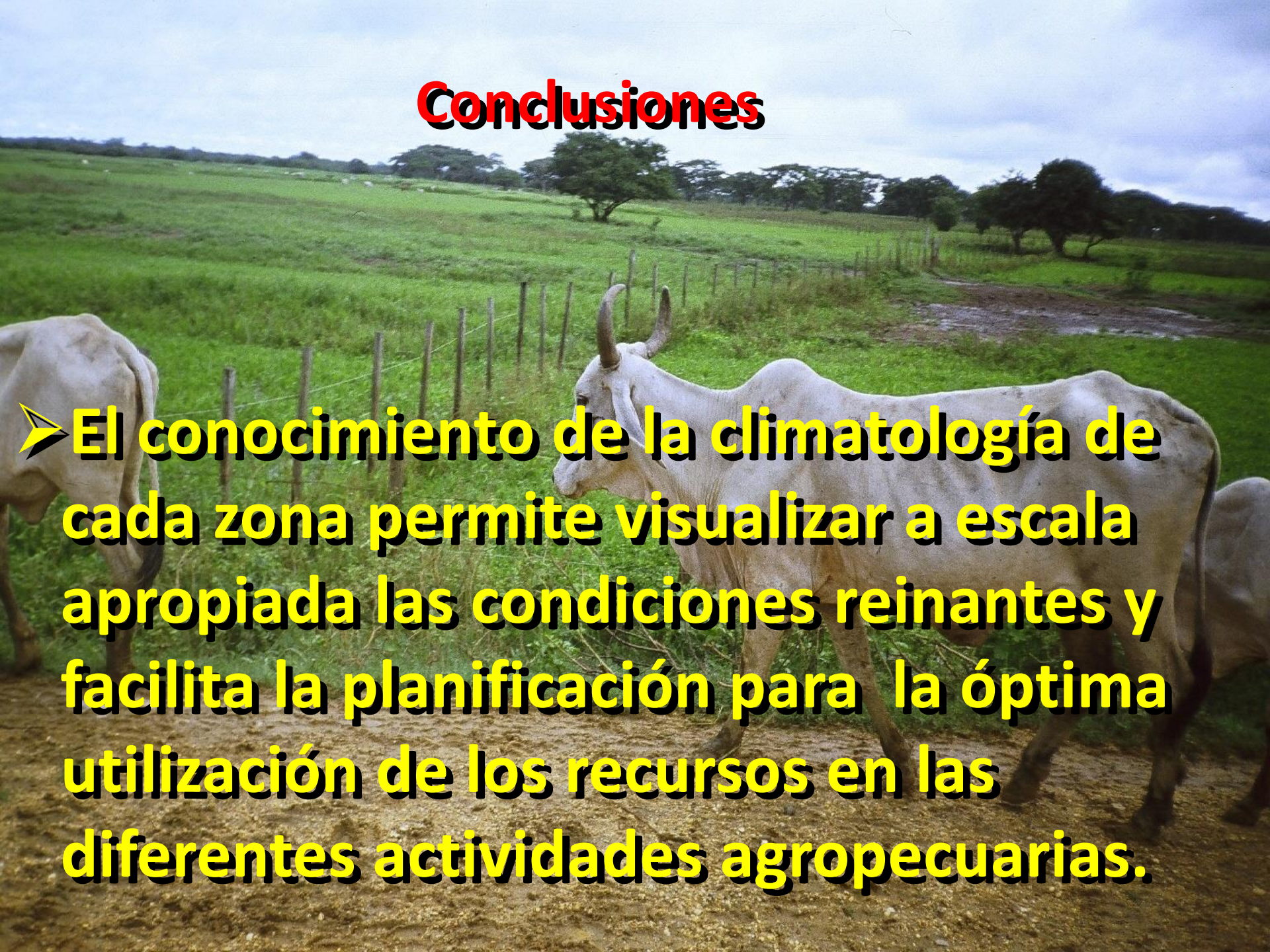


Zonas de adaptabilidad (I.A.). Por Niveles, para la P.Africanus

Cultivos potenciales por clasificación agronómica (proceso de selección)

Clasificación agronómica	Cultivos (Inventario de cultivos) Inicial	Cultivos con adaptabilidad	Después del proceso de optimización	Área total (ha), para Adaptabilidad
Cereales	Arroz, Maíz, Sorgo	Arroz, Maíz, Sorgo	Arroz, Sorgo	127.862
Oleaginosas	Girasol, Maní, Soya, Coco, Palma Africana	Girasol, Soya, Coco, Palma Africana	Coco y Palma Africana	248.087
Frutales	Aguacate, Banano, Borojo, Guayabo, Mango, Maracuya, Papayo, Piña.	Aguacate, Banano, Guayabo, Mango, Maracuya, Papayo, Piña.	Maracuya, Papaya	253.256
Pastos	Alemán, Angletón, Braquiaria, Carimagua, Elefante, Estrella.	Angletón, Braquiaria	Angletón, Braquiaria	78.379
Azucareras	Caña de Azúcar, Caña Panelera.	Ninguno	Ninguno	
Textiles	Algodón, Sisal.	Algodón, Sisal.	Sisal	68.043
Cítricos	Naranja, Limón	Naranja, Limón	Limón	90.937
Otros	Tabaco, Caucho.	Tabaco, Caucho	Tabaco, Caucho	253.668
Hortalizas	Berenjena.	Berenjena	Berenjena	59.637
Tubérculos	Yuca.	Yuca.	Yuca.	72.837
L. Forrajeras	Alfalfa.	Alfalfa.	Alfalfa.	4.906
Bebidas	Cacao	Cacao	Cacao	272.000
Maderables	Bambú, Peinemono, Sande, Cedro, Carra, Balso, Chanul, Chaquiuro, Aceite María.	Ninguno	Ninguno	
Leguminosas	Frijol, Caupi.	Ninguno	Ninguno	

Conclusiones

- 
- **El conocimiento de la climatología de cada zona permite visualizar a escala apropiada las condiciones reinantes y facilita la planificación para la óptima utilización de los recursos en las diferentes actividades agropecuarias.**

Conclusiones (continuación)

➤ Después de realizar el proceso de optimización de los cultivos que resultaron adaptables considerando Insumos Altos queraron el:

Arroz, Sorgo, Coco, Palma Africana, Maracuyá, Papayo, Angleton, Braquiaria, Sisal, Limón, Tabaco, Caucho, Berenjena, Yuca, y Cacao, como cultivos de mayor probabilidad de producción en la región.





UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



Determinación de la huella hídrica y modelación de la producción de biomasa de cultivos forrajeros a partir del agua en la sabana de Bogotá (Colombia)



Tesis Doctoral en Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

2015

64

 **Corpoica**

Introducción

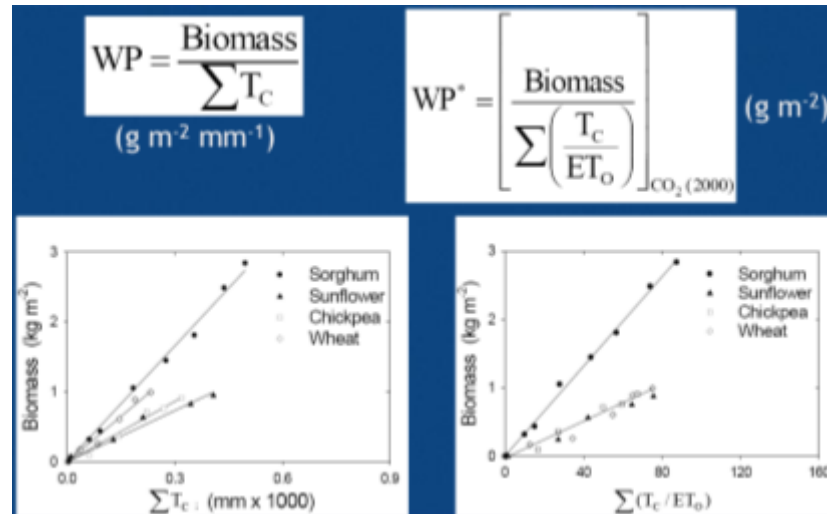
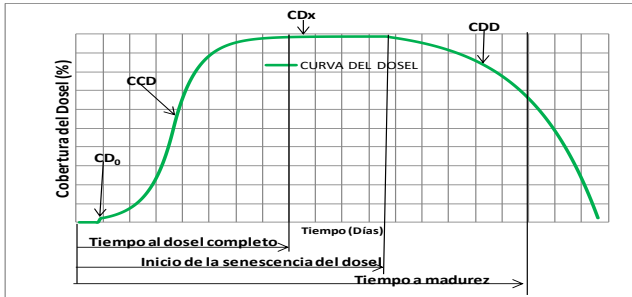
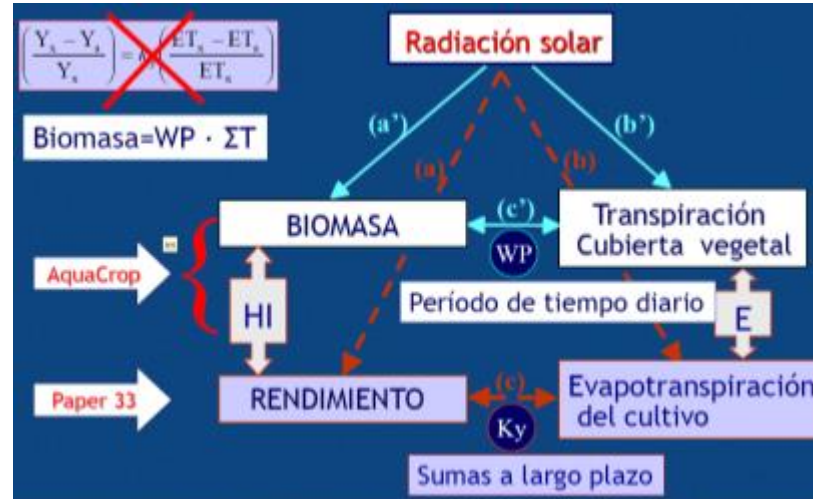
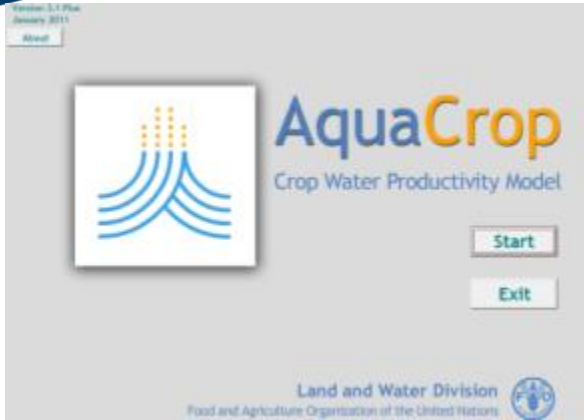
- Desde el punto de vista **Científico**

- El nuevo enfoque planteado por FAO en el modelo AquaCrop (2009) (Steduto, P. et al, 2007) Raes, D. et al, (2009) y Ferreres, E. et al, (2009), Hsiao, T. et al, (2009).
 - Considerar independientemente el componente de evaporación y transpiración.
 - La productividad hídrica normalizada es el motor para el cálculo de la biomasa.
 - La biomasa y el índice de cosecha son determinados en función de la productividad hídrica del cultivo.
 - Cobertura del Dosel por el IAF



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Introducción



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



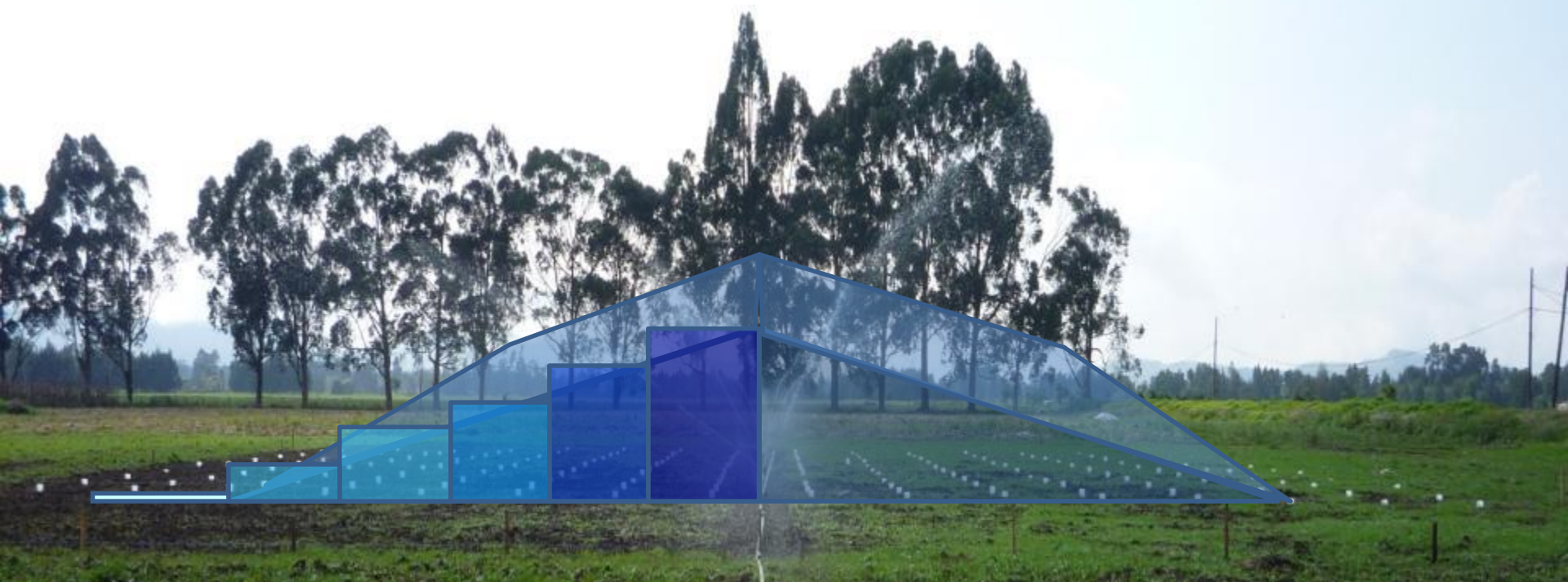
Objetivos

- **Principal**

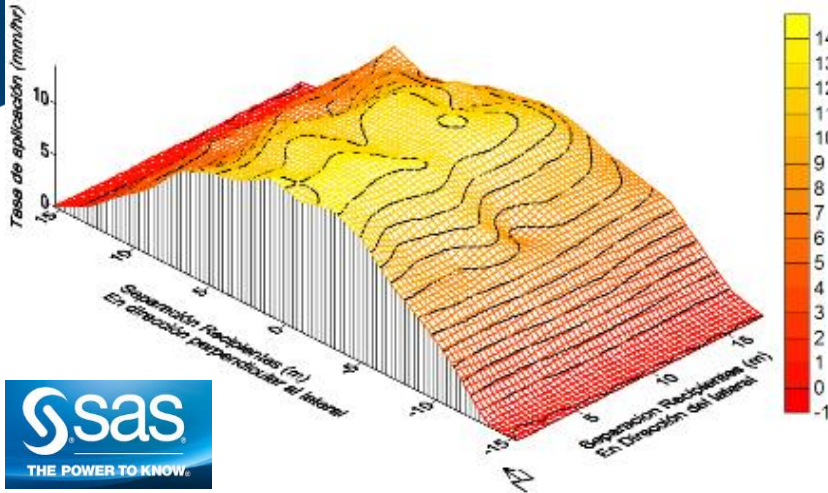
- Determinar la potencialidad de producción de biomasa de cultivos forrajeros con base en las relaciones hídricas con sus características fisiológicas, los niveles de consumo de agua de las especies, y las condiciones de eficacia del clima y el suelo presentes.

- **Específicos:**

- Determinar la biomasa total y potencial y la huella hídrica de los cultivos forrajeros de interés como resultado de la captura de energía presente y la evapotranspiración real.
- Determinar los parámetros y variables requeridos por el modelo AquaCrop para la estimación de la potencialidad productiva de biomasa para los cultivos forrajeros de interés, teniendo en cuenta el clima y el suelo de su entorno de producción.
- Calibrar y validar el modelo AquaCrop para las especies forrajeras de interés con el objeto de establecer un modelo de obtención de biomasa a partir del agua de estas especies forrajeras a nivel general.
- Establecer el grado de sensibilidad de los parámetros y variables de mayor importancia en el proceso de estimación de la producción de biomasa de cultivos forrajeros.



- Método del gradiente de Hanks, J. (1976)



- Diseño experimental:
 - Bloques completos al azar, bloques(t), con cuatro repeticiones y 6 niveles de riego x 2 mitades.

Canal de Drenaje

Avena trirajera				
45	46	47	48	N6
44	43	42	41	N5
37	38	39	40	N4
36	35	34	33	N3
29	30	31	32	N2
28	27	26	25	N1
5	6	7	8	

21	22	23	24	N1
20	19	18	17	N2
13	14	15	16	N3
12	11	10	9	N4
5	6	7	8	N5
4	3	2	1	N6
4	3	2	1	

	Raigras				
N6	97	98	99	100	2.75 m
N5	104	103	102	101	
N4	105	106	107	108	
N3	112	111	110	109	
N2	113	114	115	116	
N1	120	119	118	117	
	17	18	19	20	36 m
N1	121	122	123	124	
N2	128	127	126	125	
N3	129	130	131	132	
N4	136	135	134	133	
N5	137	138	139	140	
N6	144	143	142	141	
	24	23	22	21	
	40m				

MUESTREO A
MUESTREO B



69

Caseta de Bombeo

Canal de Riego

Modelo Lineal Multivariado Mixto:

$$X = A * B + E$$

X: Matriz de datos de producción

[n=filas(4 rep*t bloques), p=columnas, variables respuestas(riego)]

A: Matriz de diseño

B: Matriz de parámetros

E: Matriz de errores

Puede haber una correlación y variabilidad no constante ente los datos



- Variables independientes
 - **Niveles de riego:** niveles de agotamiento de 0.2, a sin riego (Control).
- Variables respuesta
 - Forraje ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), Biomasa M. Seca ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), Cobertura del dosel (%), cosecha ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), Profundidad de raíces (m), y Altura de planta (m).
- Variables observadas adicionales
 - **Previamente:** Hidrofísicas del suelo (CC, PMP, %Sat, $K_{a_{\text{saturada}}}$, D_a , Retención de Humedad, Infiltración, LAAT), Química del suelos (MO, P, S, Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn, Zn, B, pH, Al, Na, CE)
 - **Del cultivo:** Fenología, fechas
 - Elementos climáticos (P, Ev, HR%, BS, T° (med, max, min), Vv)
 - Humedad del suelo de 0 a 30 cm (cada dos días).
- Cálculos
 - Balances hídricos diarios, ET_o , K_c , K_{cb} , K_e , curvas de cobertura, curvas de biomasa, curvas de humedad del suelo, funciones de producción.
 - Se miden y calculan los parámetros y variables de entrada al modelo.

Experimentos de estrés hídrico

Tabla 1. Tratamientos de estrés hídrico realizados en el experimento para Avena Forrajera (C.I. Tibaitatá, 2012 – 2013).

Período (DDS)	0 - 21	22 - 37	38 - 45	46 - 51	52 - 67	68 - 78	78 - 85	86 - 113	114 - 118	119 - 120	120 - 124
Tratamiento	Niveles de Agotamiento (% AAT)										
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	0	10	20	30	40	50	60	70	75	80	85
T2	0	20	40	60	70	75	80	85	90	92	94
T3	0	30	60	80	85	87	89	91	93	95	97
T4	0	40	75	95	96	97	98	99	100	103	105



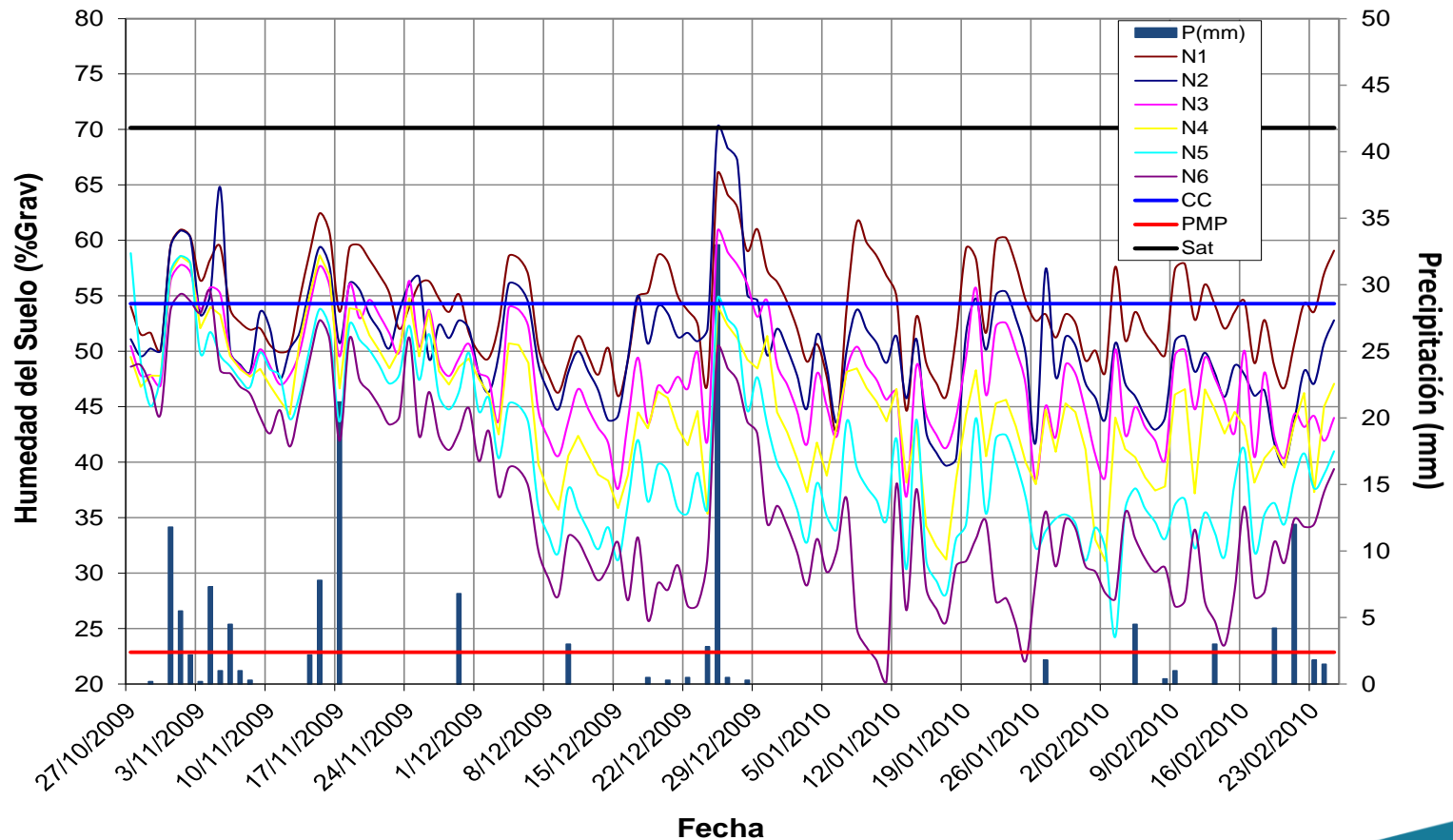
Experimentos de estrés hídrico

Seguimiento de variables respuesta:

- Cobertura del dosel
- Conductancia estomática
- Altura de planta
- Ancho de la hoja

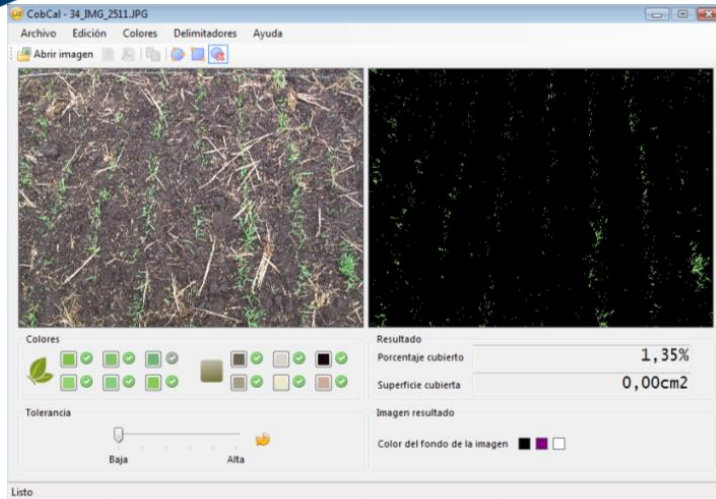


Los Tratamientos

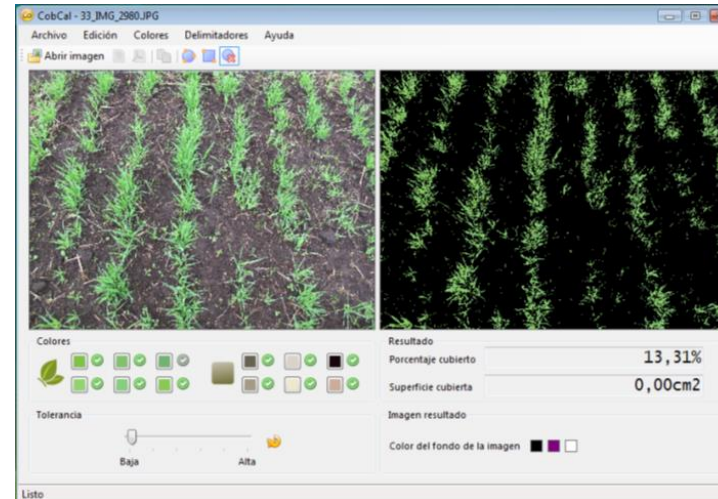


Análisis Previos

- Cs

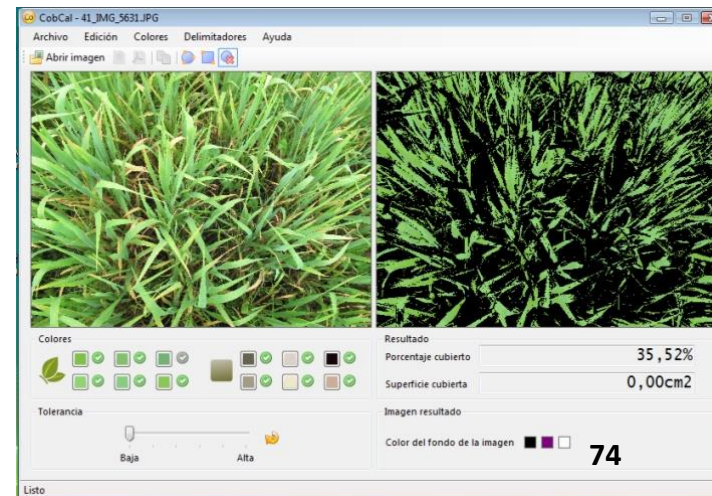


- CCD



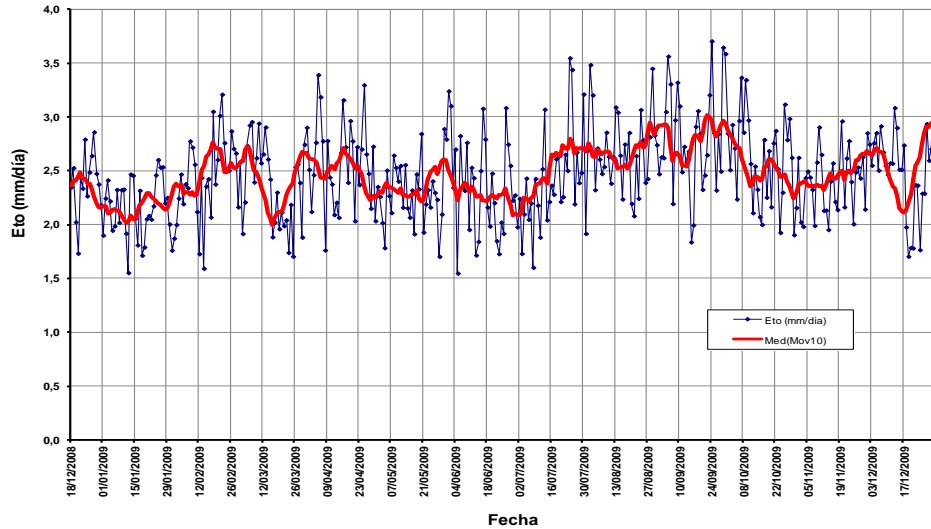
Cobertura del dosel de una planta al momento de emergencia

- CDD



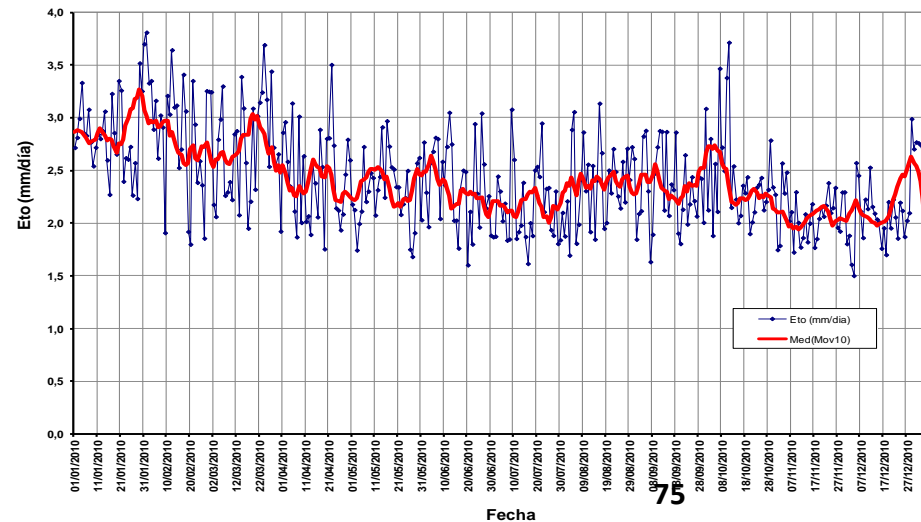
The ETo Calculator

Evapotranspiración de Referencia
Ecuación de Penman - Monteith
C.I.Tibaitatá, Sabana de Bogotá, Colombia, 2009



Evapotranspiration
from a reference surface

Evapotranspiración de Referencia
Ecuación de Penman - Monteith
C.I. Tibaitatá, Sabana de Bogotá, Colombia (mm/día) 2010



ET_0

- ET_0 promedio
- (2009) = 2.46 mm.día⁻¹, (1.55 a 3.7),
para 2010 = 2.42 mm.día⁻¹, (1.5 a 3.8)



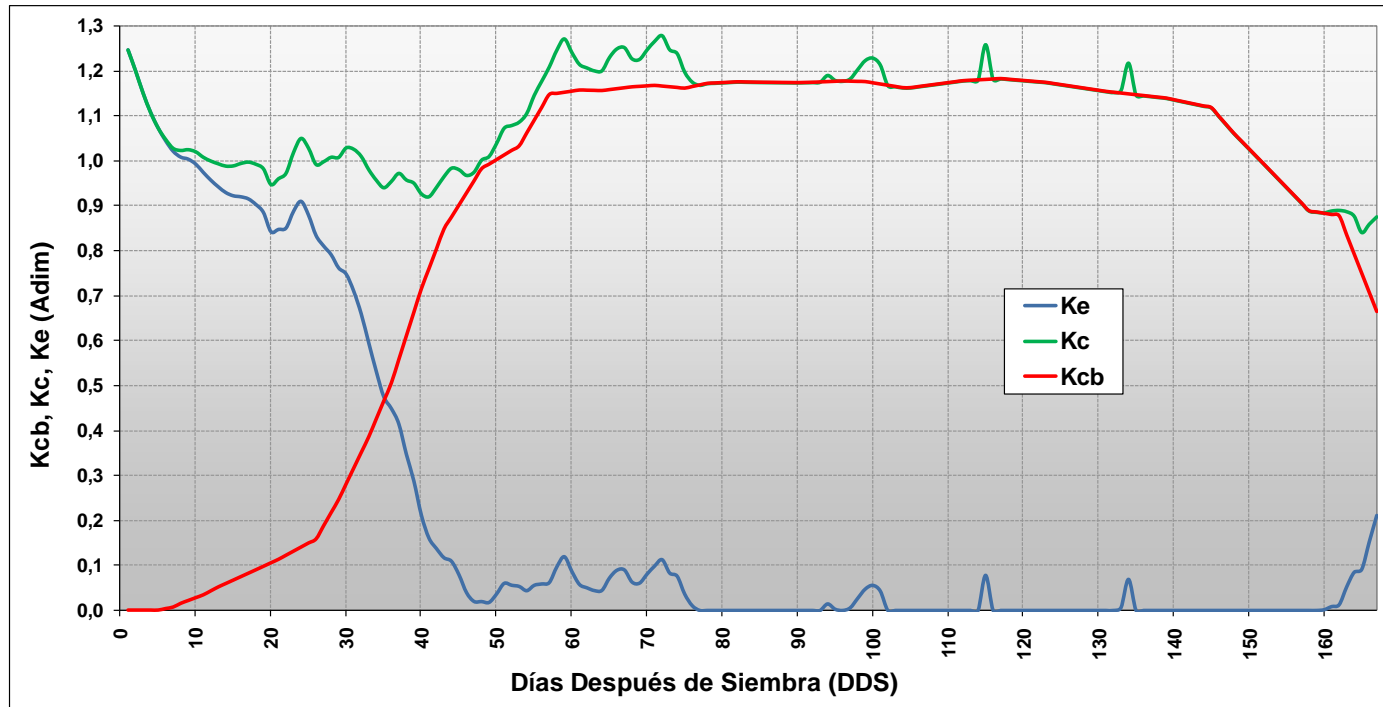
Resultados

Estados fenológicos de los ciclos experimentales de avena forrajera realizados en este estudio.

Estados Fenológicos	1er Cultivo		2do Cultivo		3er Cultivo		4to Cultivo	
	Fecha	DDS	Fecha	DDS	Fecha	DDS	Fecha	DDS
Siembra	21/01/2009	0	26/05/2009	0	14/10/2009	0	18/03/2010	0
Emergencia al 90%	05/02/2009	15	10/06/2009	15	21/10/2009	7	31/03/2010	13
Estado de Bota	19/04/2009	89	24/08/2009	90	27/01/2010	105	22/06/2010	96
Inicio de espigación	28/04/2009	97	01/09/2009	98	06/02/2010	115	01/07/2010	105
Inicio de floración	20/05/2009	119 *	24/09/2009	121 *	17/02/2010	126 *	08/07/2010	112
Formación de Grano Acuoso lechoso	27/05/2009	126 *	30/09/2009	127 *	22/02/2010	131 *	13/07/2010	117
Máxima Expansión de la Raíz	30/05/2009	129 *	03/10/2009	130 *	25/02/2010	134 *	16/07/2010	120
Grano harinoso Duro	03/06/2009	133 *	07/10/2009	134 *	28/02/2010	137 *	19/07/2010	123
Máxima Cobertura Dosel	15/05/2009	114	18/09/2009	115	25/02/2010	134	19/07/2010	123
Inicio de senescencia	04/06/2009	134 *	08/10/2009	135 *	01/03/2010	138 *	20/07/2010	124
Senescencia al 30%	17/07/2009	177 *	20/11/2009	178 *	13/04/2010	181 *	01/09/2010	167

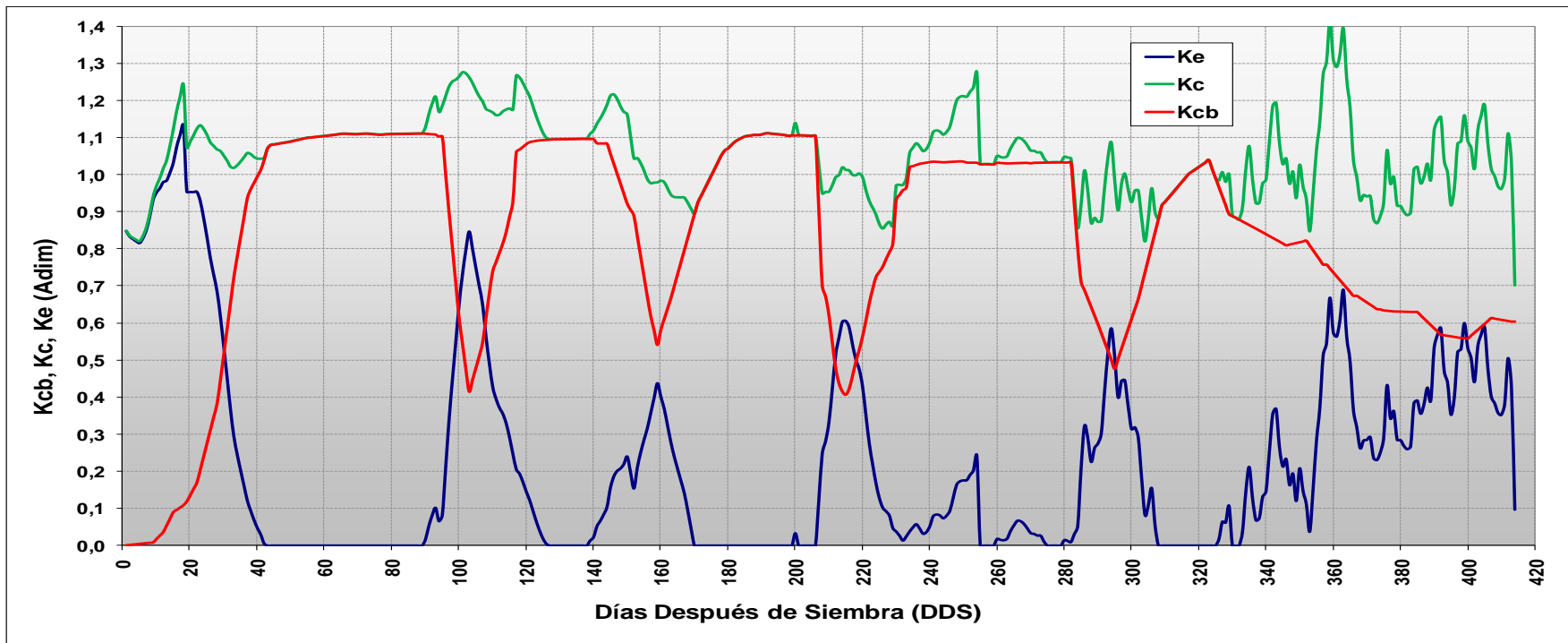
DDS: Días después de siembra. * Fechas estimadas, las demás fechas fueron observadas.

Curvas Kc, Kcb, Ke para Avena forrajera C.I. Tibaitatá, Sabana de Bogotá, Colombia



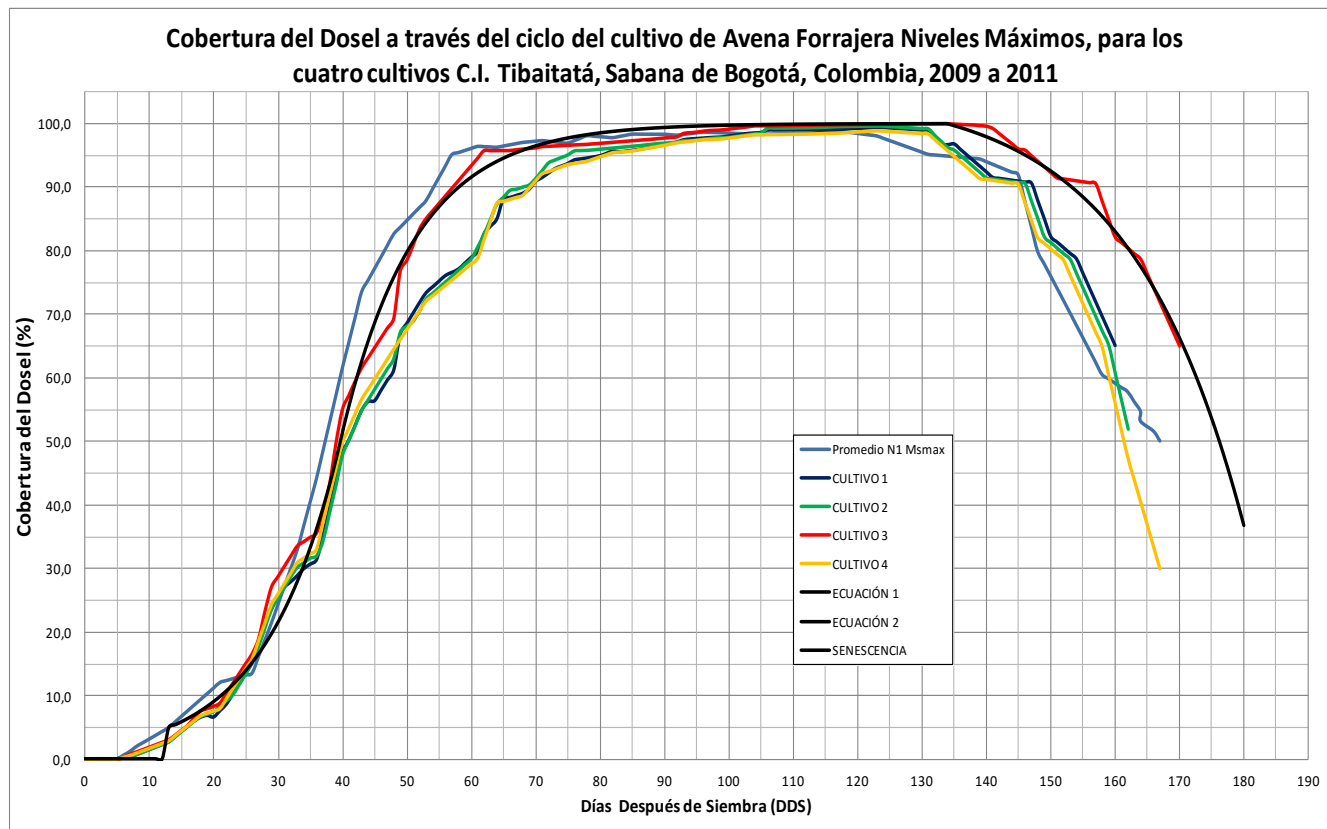
• Avena Forrajera: $K_{cbx} = 1.17$ a los 69 DDS, hasta inicio de senescencia a los 126 DDS

Curvas Kc, Kcb, Ke para Raigrás C.I. Tibaitatá Sabana de Bogotá, Colombia



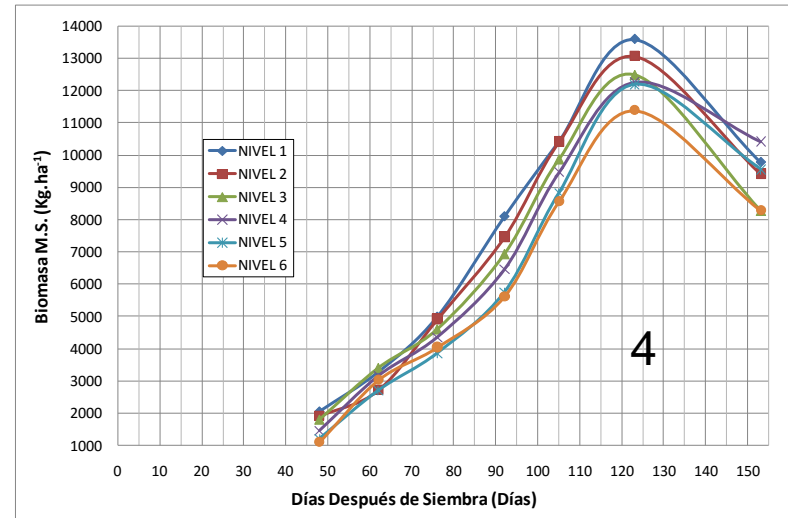
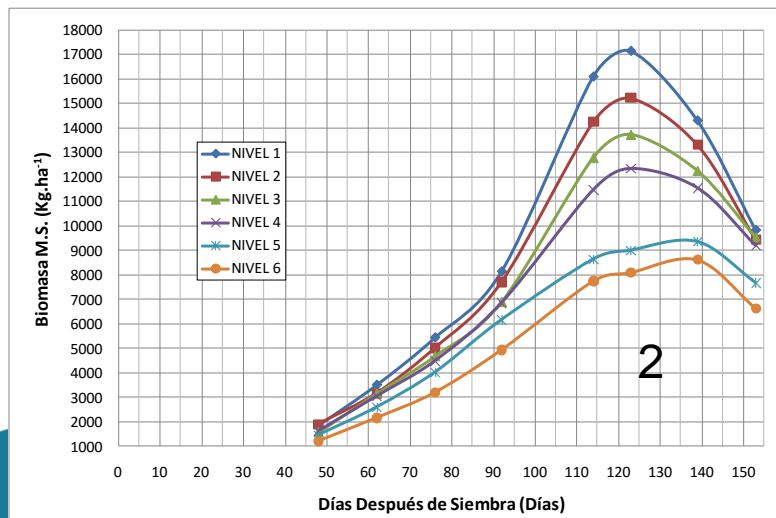
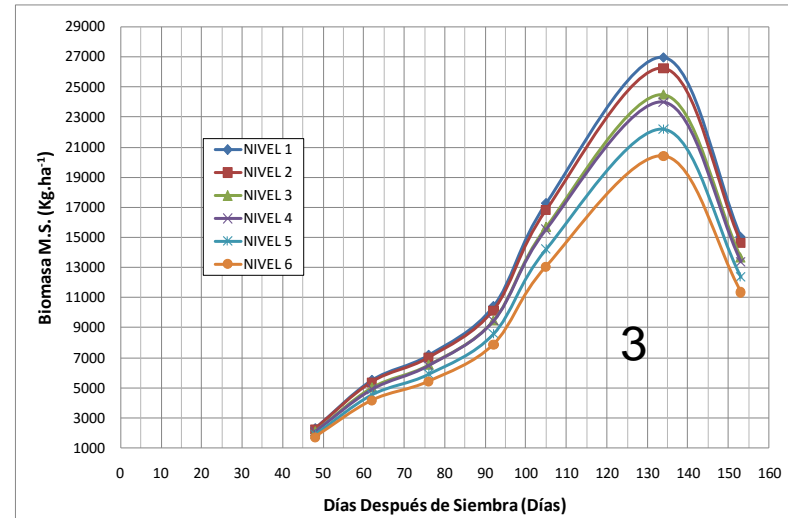
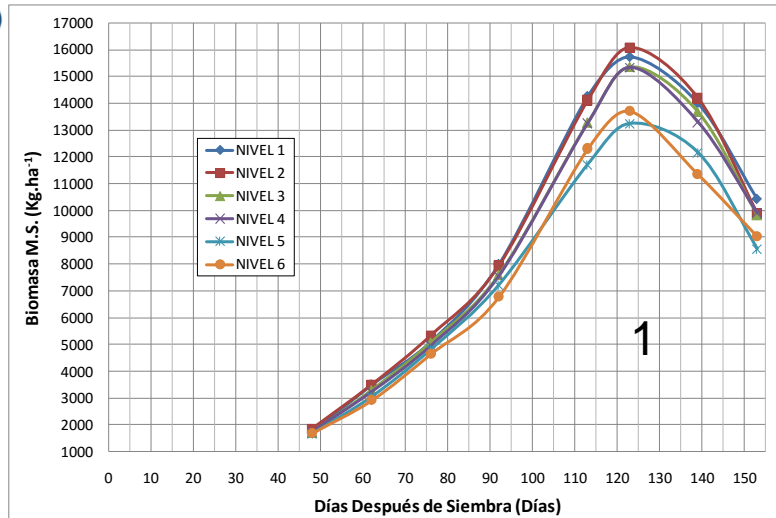
- Raigrás: Kcbx = 1.01 promedio, con variaciones desde 0.96 hasta 1.1 en los demás cortes.

Resultados



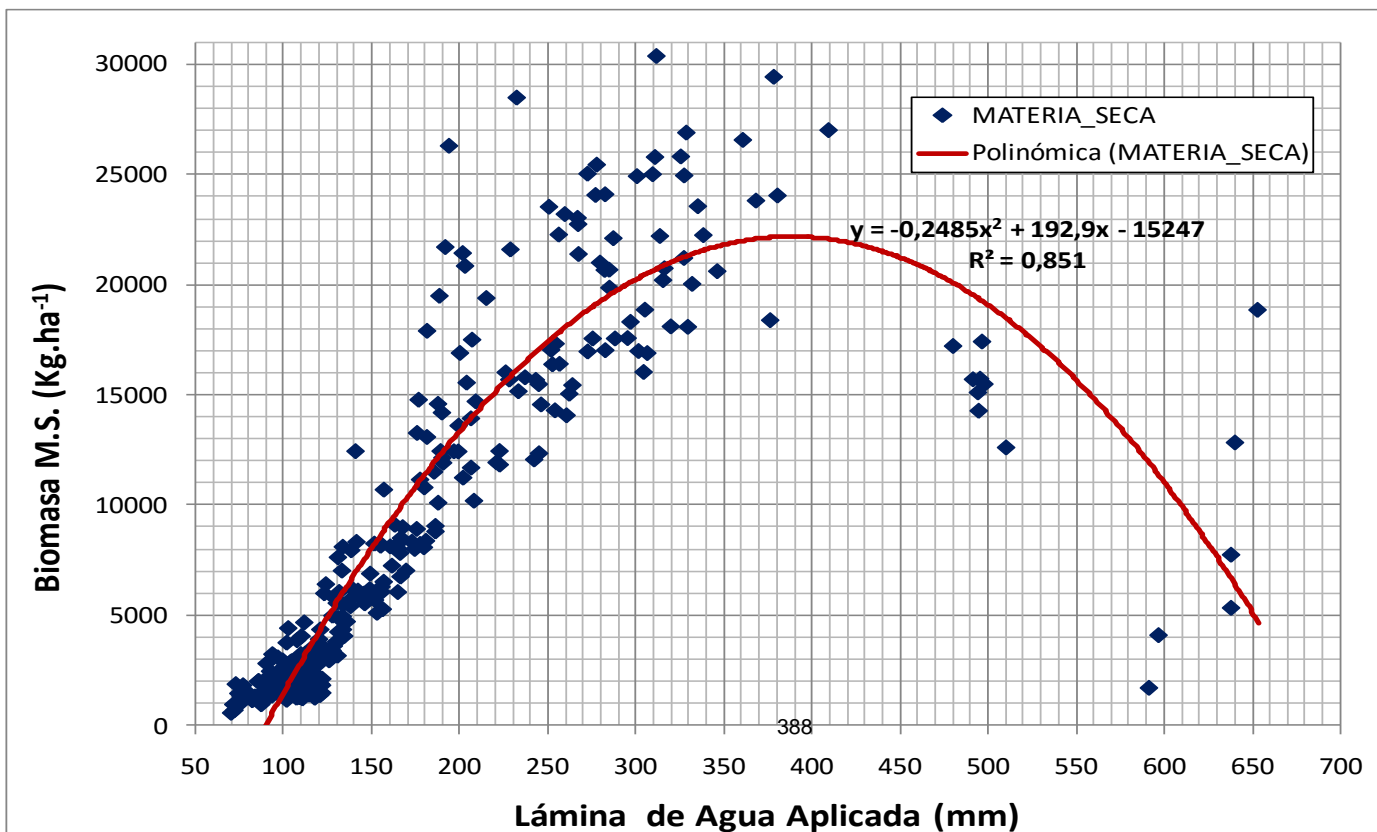
Cobertura del dosel a través del ciclo del cultivo Para Avena Forrajera Niveles Máximos

Resultados



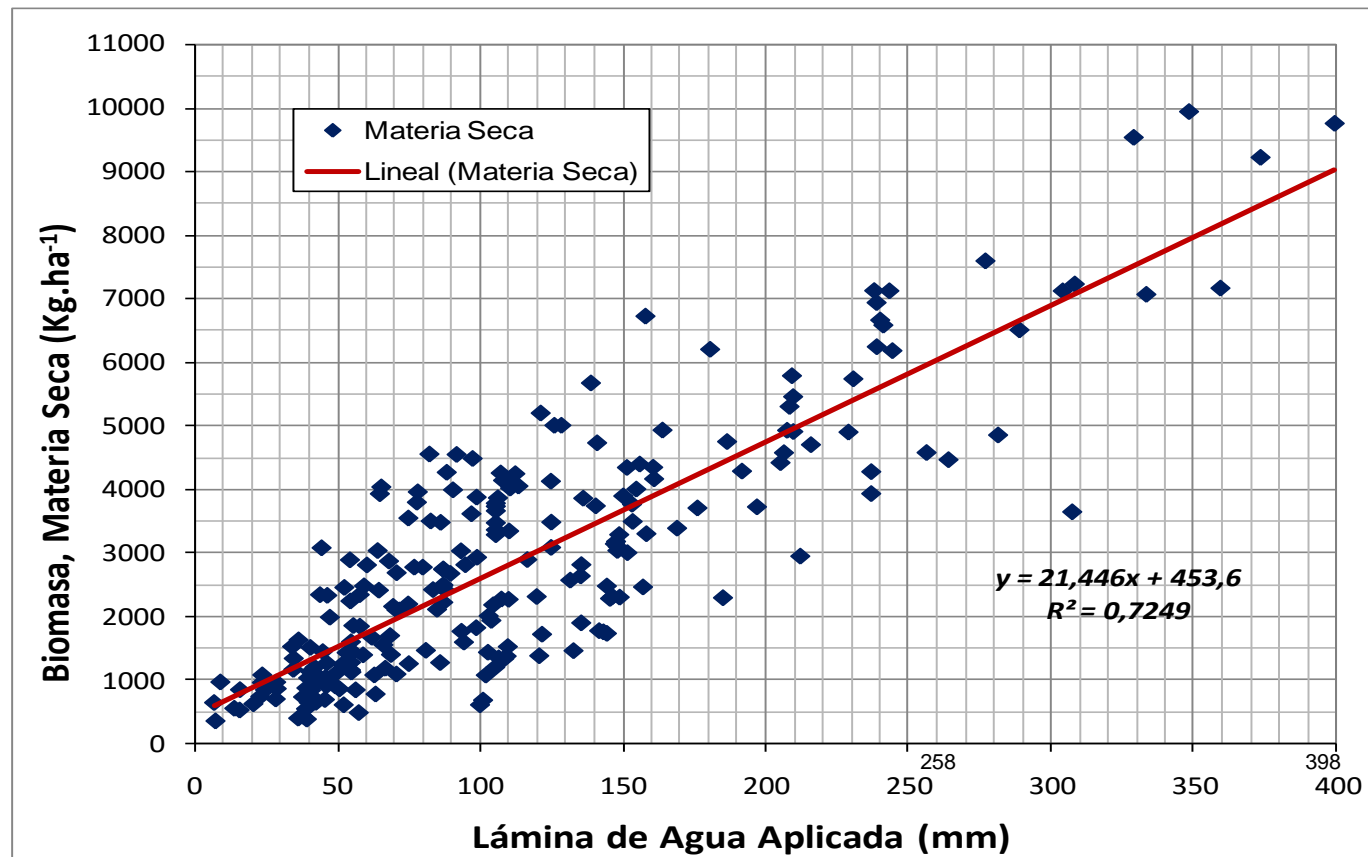
Producción de Biomasa para Avena Forrajera C.I. Tibaitatá, Sabana de Bogotá (Colombia, 2009 y 2010)

Resultados



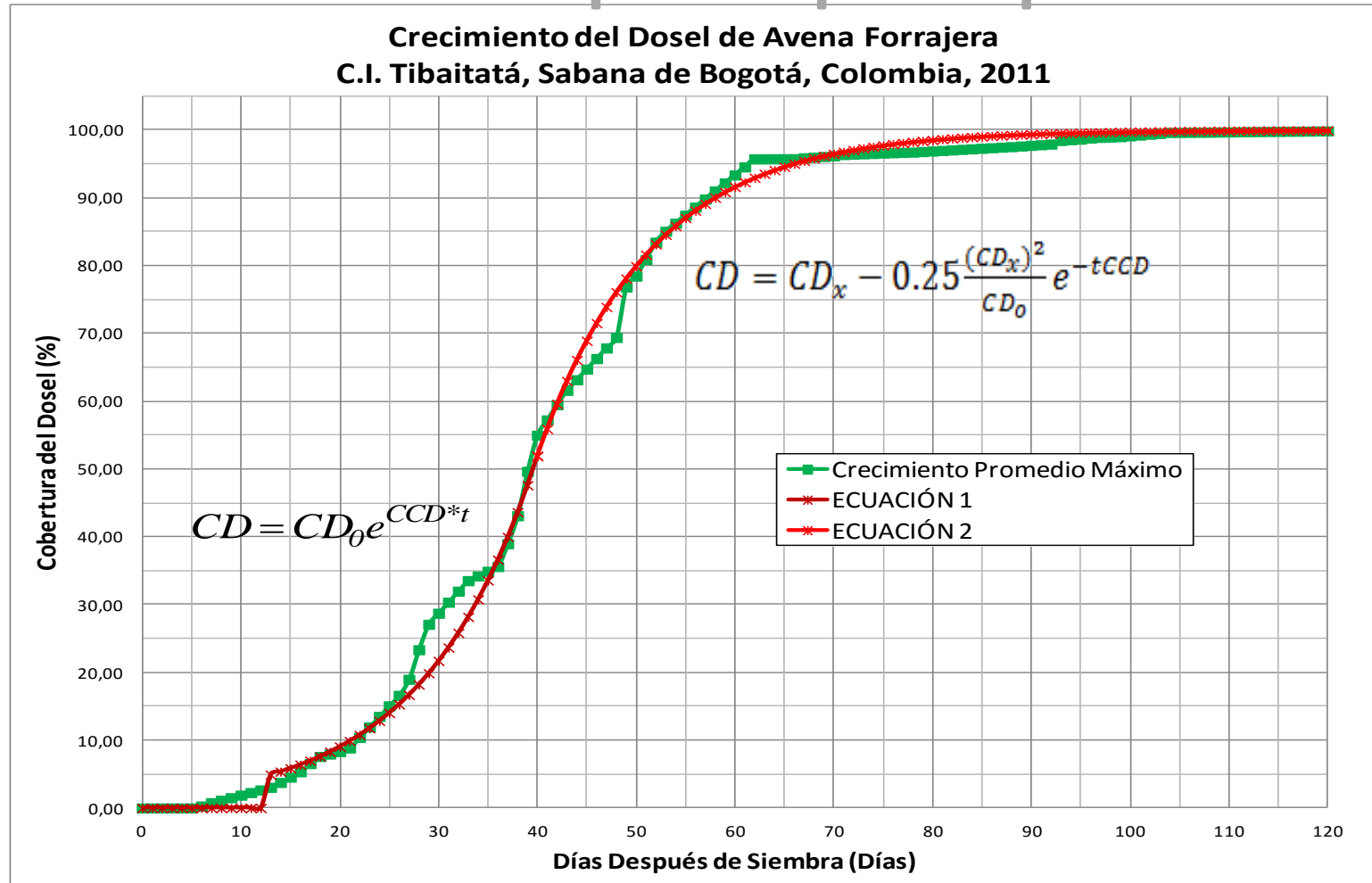
Función de producción para Avena Forrajera

Resultados



Función de Producción para Raigrás

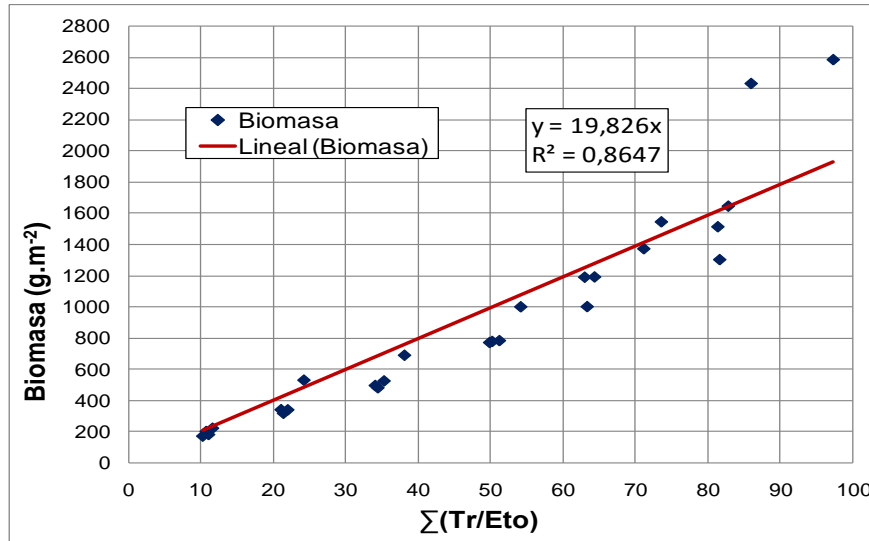
Variables para AquaCrop



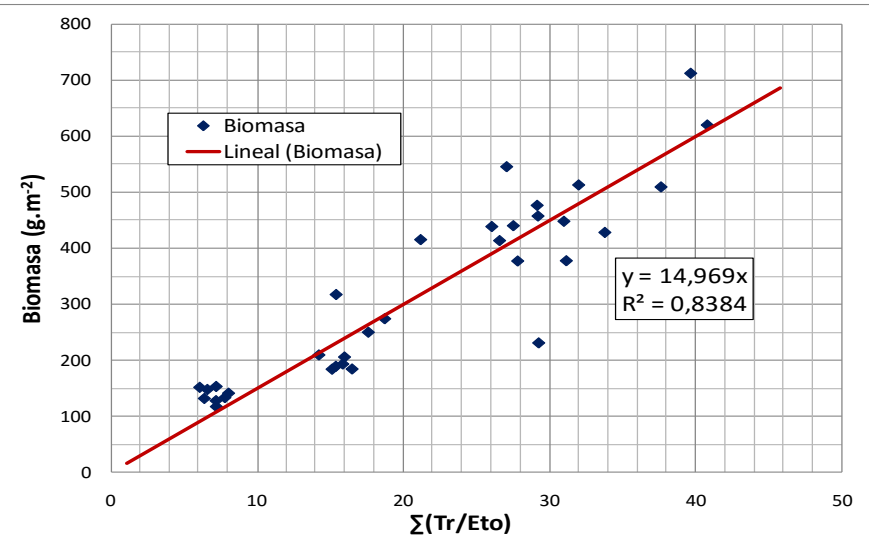
- $CCD = 8,736\%$, Líneas rojas, equis

VARIABLES PARA AQUACROP

Productividad Hídrica Normalizada para Forrajes estudiados



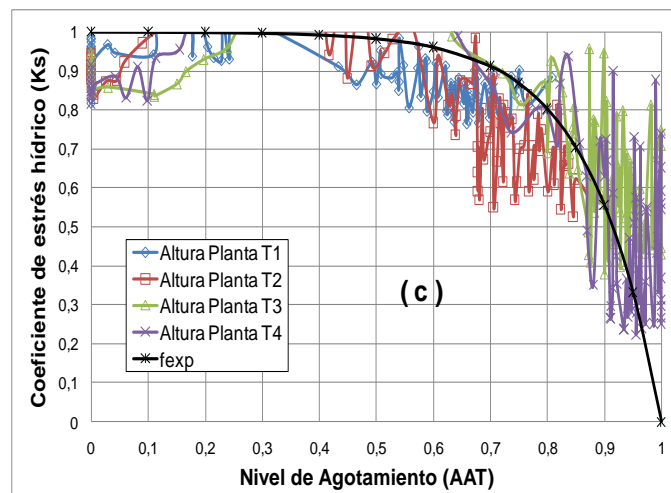
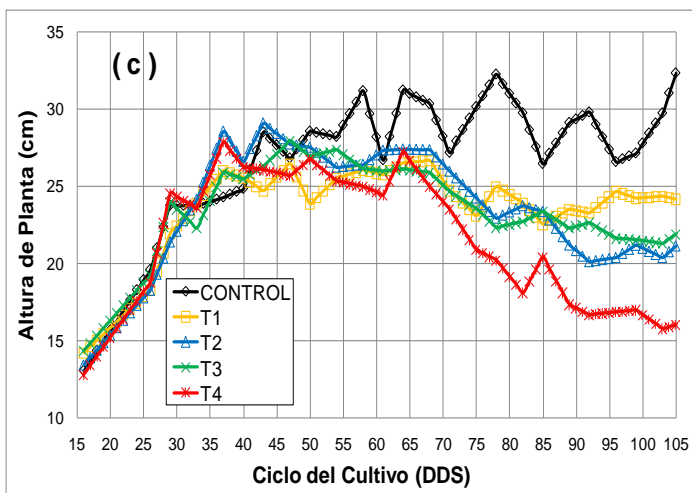
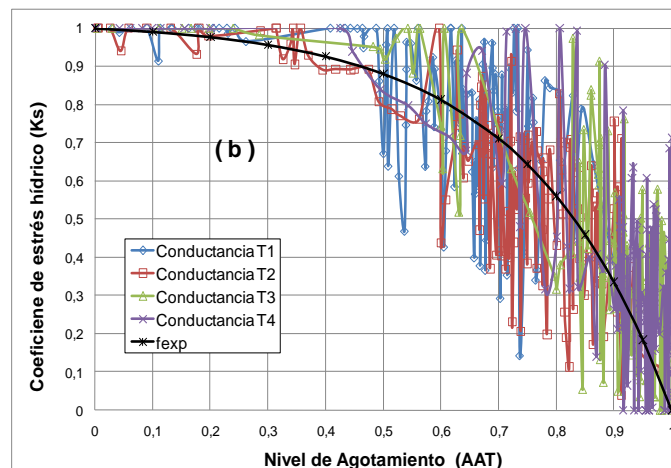
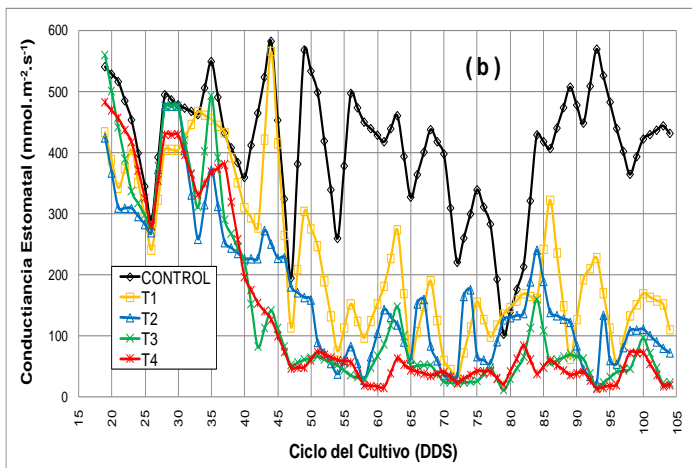
- WP = 19,83 g.m⁻² Avena forrajera



- WP = 14,97 g.m⁻² Raigrás

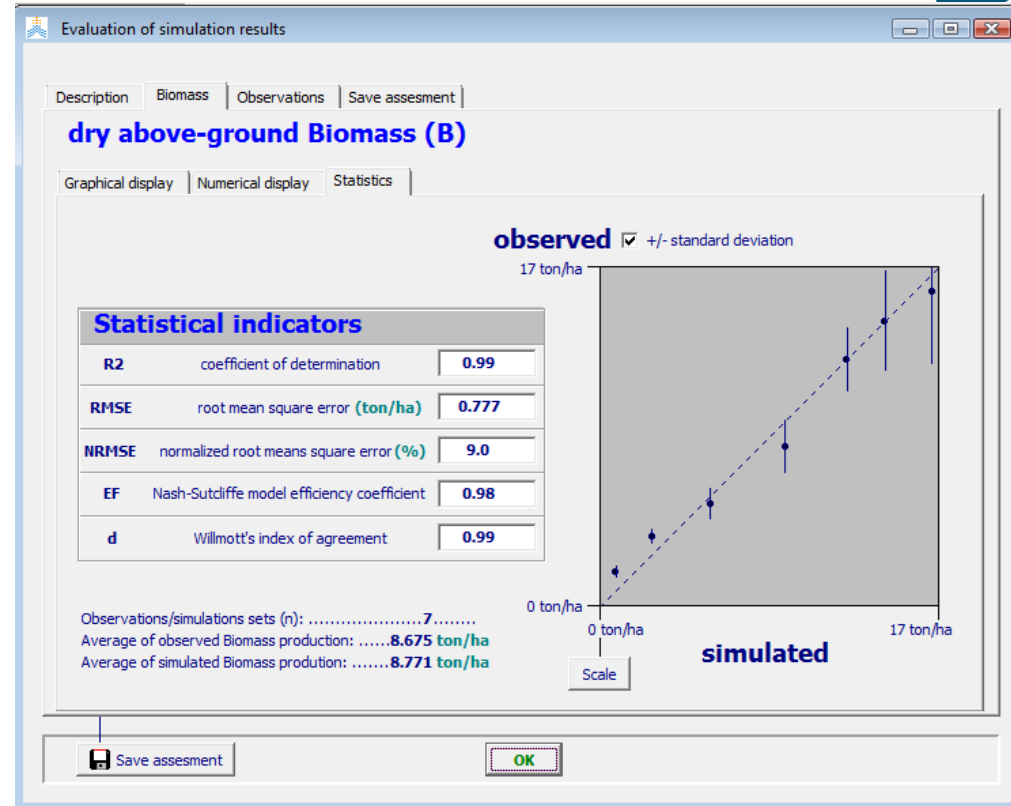
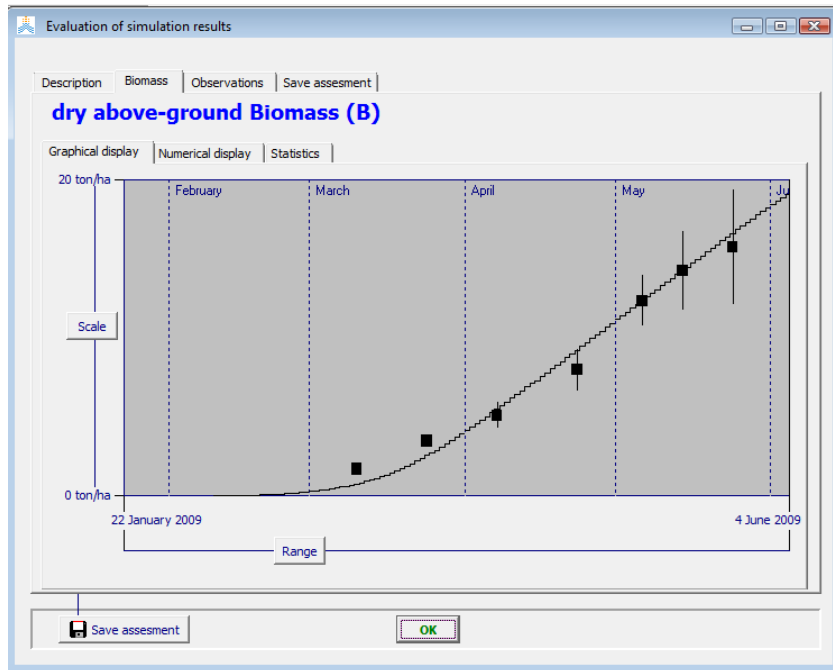
Resultados

Experimentos de Estrés hídrico



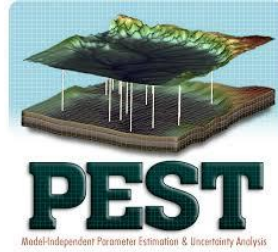
Resultados

Calibración

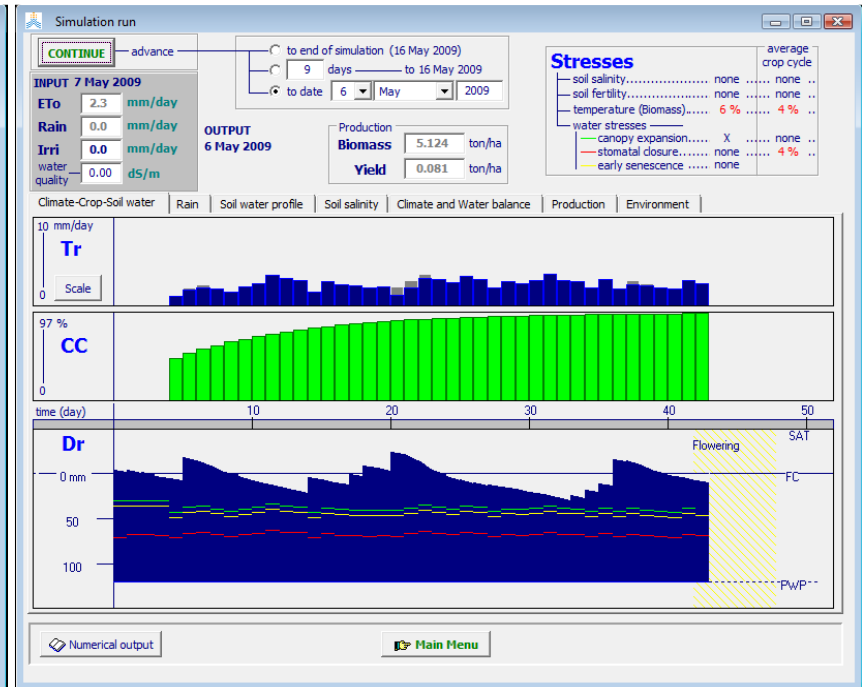
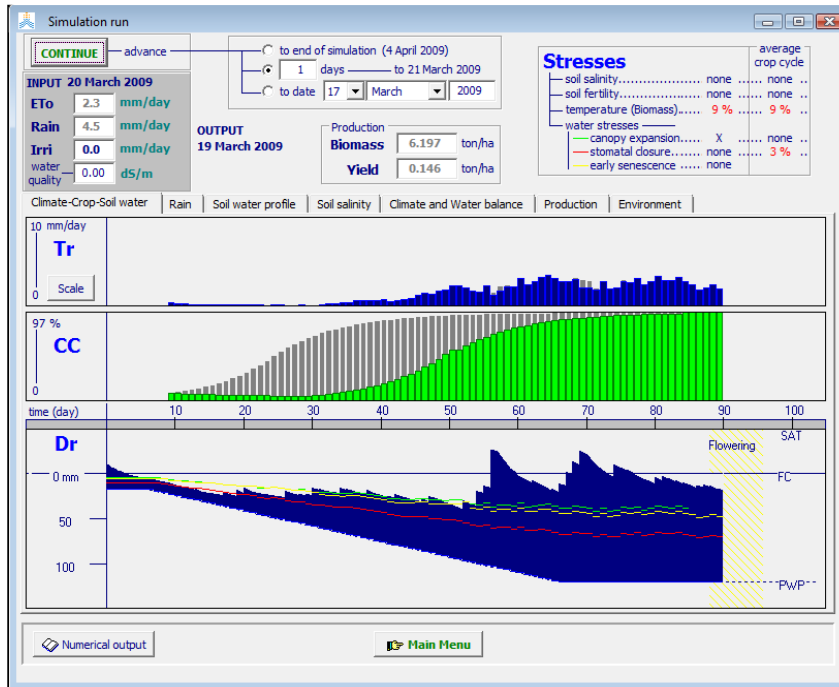


Ajuste de la calibración alcanzada para Avena Forrajera para el modelo AquaCrop, (Cultivo AvC1)

Resultados

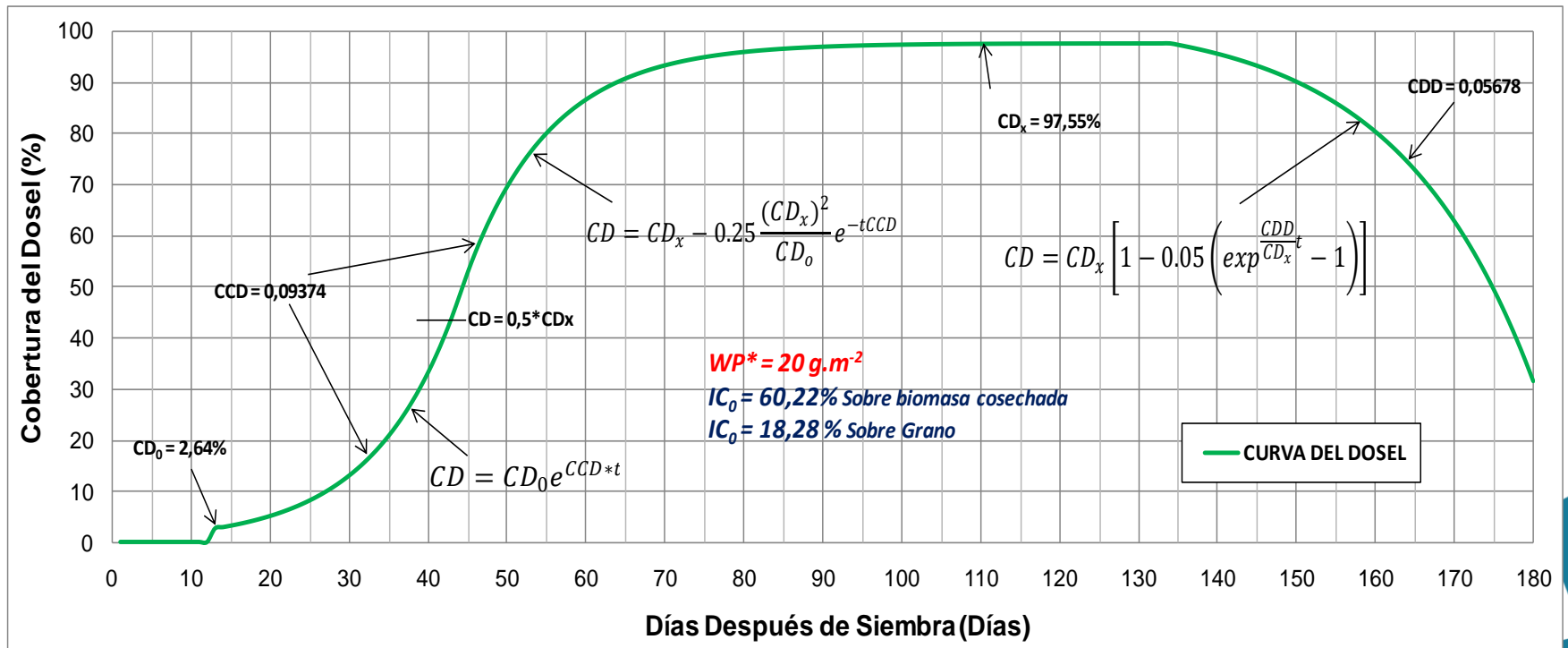


Calibración



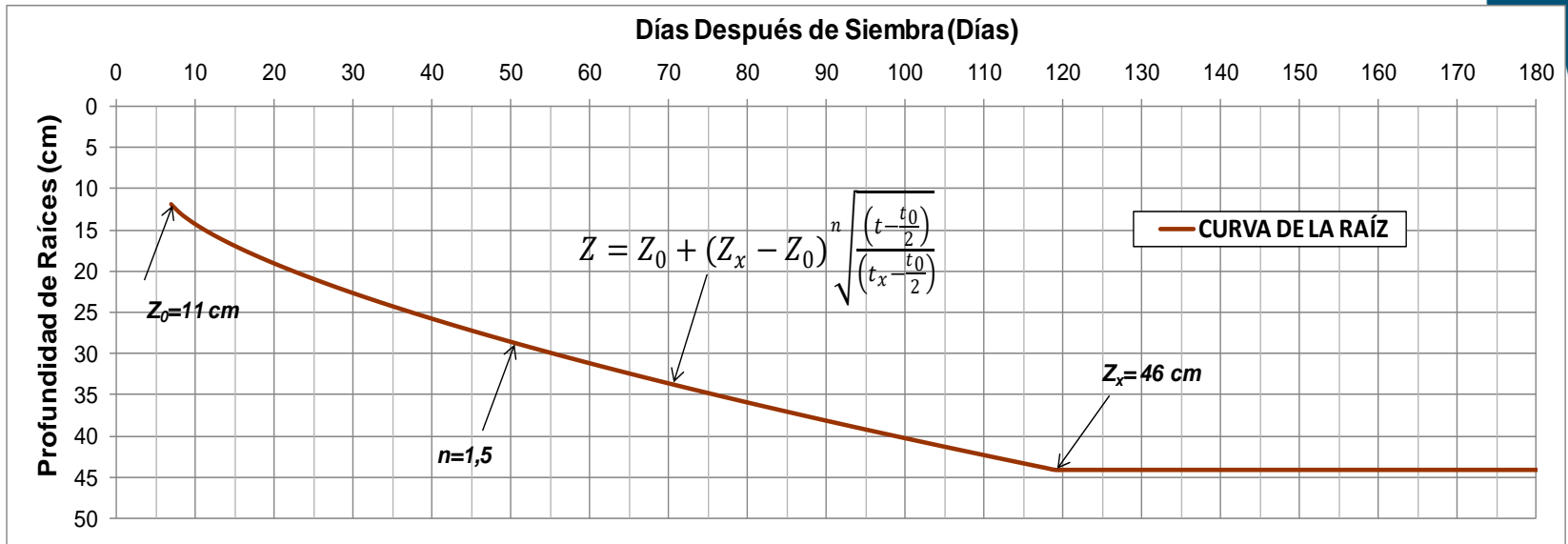
Calibración alcanzada para Raigrás para el modelo AquaCrop
(Salida gráfica, RC1C2)

Simulación de Cultivos

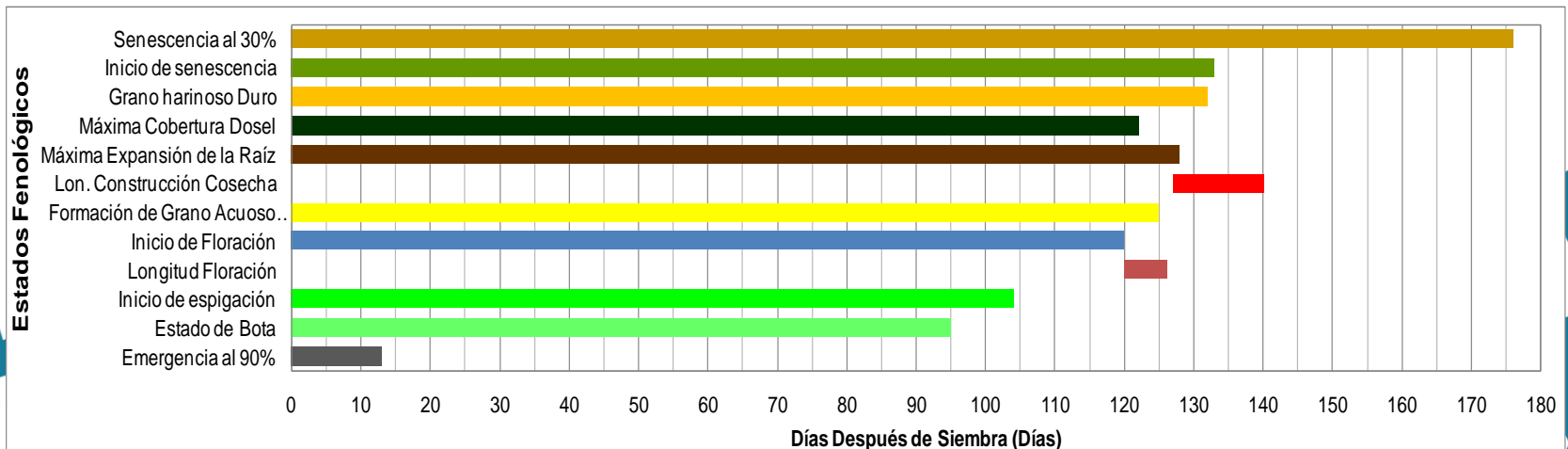


Integración de las variables obtenidas para Avena Forrajera
Simulación del desarrollo del dosel para Avena Forrajera

Simulación de Cultivos



Simulación del crecimiento de las raíces de Avena Forrajera



Simulación de Tiempos de Eventos Fenológicos para Avena Forrajera



Conclusiones

- La Productividad hídrica normalizada y la Huella Hídrica
 - La WP* para **avena forrajera** fue de **19,83 g.m⁻²** en promedio y **14,97 g.m⁻²** para **raigrás**, valores que están dentro de los límites superior e inferior establecidos por AquaCrop para cultivos C3, (15 a 20 g.m⁻²) Raes et al., (2009), lo cual establece la idoneidad de los resultados alcanzados y ratifica la tesis en la que se basa el modelo. Al momento de calibración y validación los valores fueron **redondeados en 20 y 15 g.m⁻²** para avena forrajera y raigrás respectivamente.
 - La huella hídrica intrínseca para **avena forrajera** fue determinada en **175 L.kg⁻¹** y para **raigrás** en **442 L.kg⁻¹** y **431 L.Kg⁻¹**.
 - La **biomasa total** para **avena forrajera** fue determinada en un nivel **22,2 t.ha⁻¹** en promedio con valores máximos que pueden llegar a alcanzar hasta **27 t.ha⁻¹** en el entorno productivo de la Sabana de Bogotá. Para **raigrás** la biomasa total alcanzó niveles promedio de **9 t.ha⁻¹**, pero puede alcanzar niveles máximos de **10 t.ha⁻¹** para el período de siembra a primer corte, y de **6 t.ha⁻¹** en promedio, con producciones máxima de hasta **7 t.ha⁻¹** para los cortes posteriores al primero.



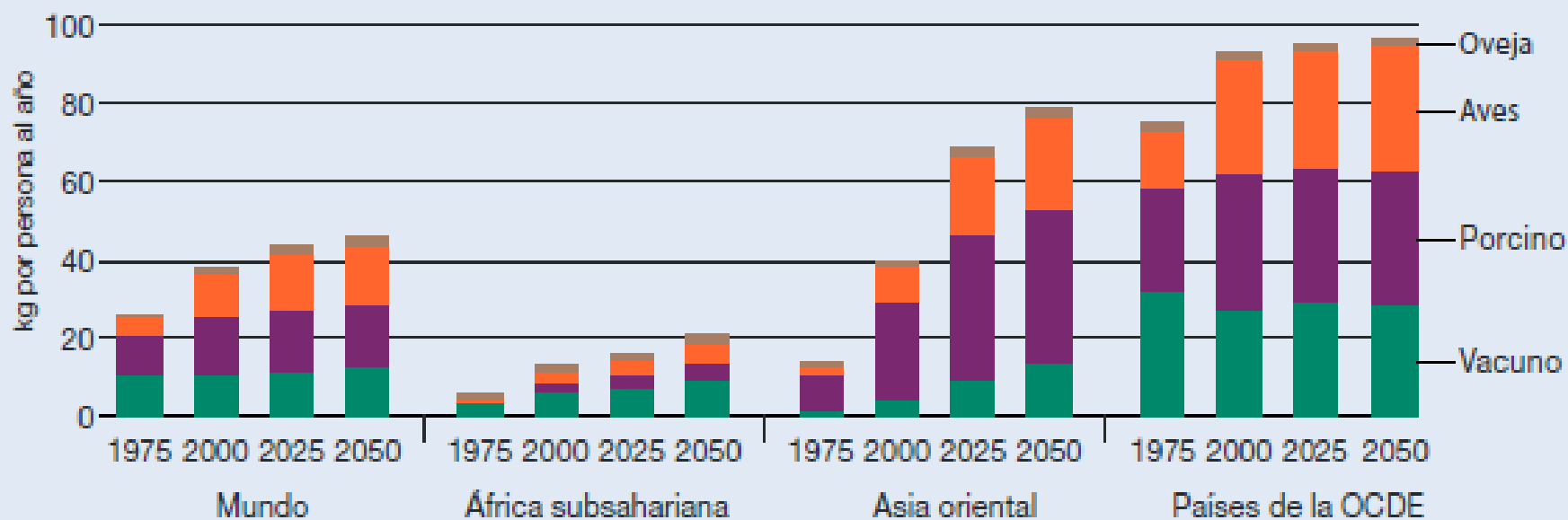
***Que esperar ?
El Futuro del Agua en el Sector
Agrícola***



Que esperar ? El Futuro del Agua en el Sector Agrícola

figura 2

En Asia oriental, el consumo de carne será más del doble en 2050



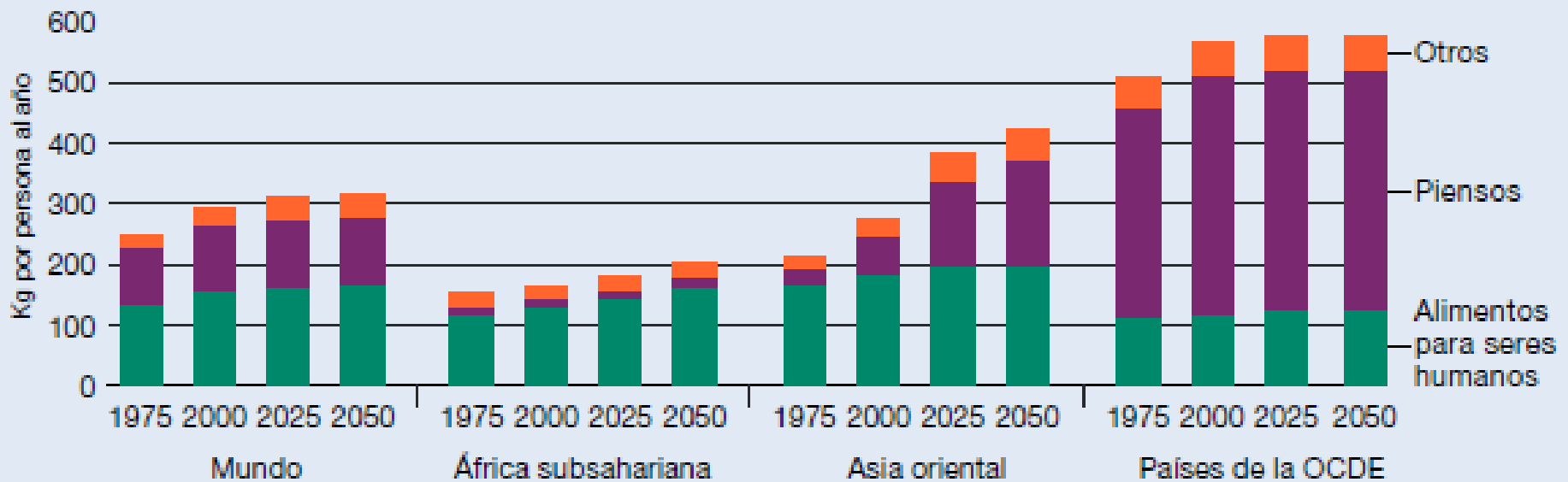
Fuente: Para 1975 y 2000, base de datos estadísticos FAOSTAT; para 2025 y 2050, Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IIMI), análisis efectuado para la Evaluación exhaustiva de la Gestión del Agua en la Agricultura, utilizando el modelo Watersim; capítulo 3.

• OCDE: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico

Que esperar ? El Futuro del Agua en el Sector Agrícola

figura 3

La demanda de piensos impulsa la demanda de granos



Fuente: Para 1975 y 2000, base de datos estadísticas FAOSTAT; para 2025 y 2050, Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI), análisis efectuado para la Evaluación exhaustiva de la Gestión del Agua en la Agricultura, utilizando el modelo Watersim; capítulo 3.

- OCDE: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico

Que esperar ? El Futuro del Agua en el Sector Agrícola

Cuadro 1

Características del escenario previsto en la Evaluación exhaustiva

Región	Posibilidad de mayor productividad en zonas de secano	Posibilidad de mayor productividad en zonas de regadío	Posibilidad de ampliar la superficie regada
África subsahariana	Alta	Alguna	Alta
Medio Oriente y Norte de África	Alguna	Alguna	Muy limitada
Asia central y Europa oriental	Alguna	Buena	Alguna
Asia meridional	Buena	Alta	Alguna
Asia oriental	Buena	Alta	Alguna
América Latina	Buena	Alguna	Alguna
Países de la OCDE	Alguna	Alguna	Alguna

A hand is shown holding two globes of Earth. The globe on the left is brown, cracked, and has a single dead tree on top, set against a background of a dry, cracked landscape under a hazy, orange sky. The globe on the right is blue and green, with a single healthy tree on top, set against a background of a lush green field, a blue sky with white clouds, and a bright sun. The text is overlaid in the center of the hand.

***Cómo enfrentar los fenómenos de
Variabilidad y Cambio Climático en
el Sector Agrícola***

Cómo enfrentar los fenómenos de Variabilidad y Cambio Climático en el Sector Agrícola



Acciones Políticas

- 1: Cambiar nuestro modo de pensar sobre el agua y la agricultura.
2. Luchar contra la pobreza, mejorando el acceso y el uso del agua para fines agrícolas.
3. Gestionar la agricultura con miras a establecer los servicios ecosistémicos.
4. Aumentar la productividad hídrica.
5. Mejorar los sistemas agrícolas de secano.
6. Adaptar las técnicas de riego del pasado a las necesidades del futuro.
7. Mejorar el proceso de reforma focalizándolo en las instituciones estatales.

Cómo enfrentar los fenómenos de Variabilidad y Cambio Climático en el Sector Agrícola

Acción Política 1: Cambiar nuestro modo de pensar sobre el agua y la agricultura

Concepto del Pasado	Concepto Actual y Futuro
Alternativas de Riego	Alternativas de Secano y Riego Deficitario
Extracción de Agua	Usos múltiples del Agua. (Pesca, Acuicultura, Ganadería)
	Gestión de Lluvia, Reutilización, Eto.
	Tierra productiva proporcional al agua disponible
Separa Agua para Agricultura y Ecosistemas.	Integra la Agricultura en la Conservación del ecosistema
Análisis Financiero con base en la Producción	Considera los riesgos y vulnerabilidad del ecosistema
Amplia la superficie	Intensifica la productividad
El estado es responsable de la irrigación	Acciones participativas para el manejo del agua
Uso ambiental del agua = Agua Perdida	Valora los aspectos ambientales en forma económica.

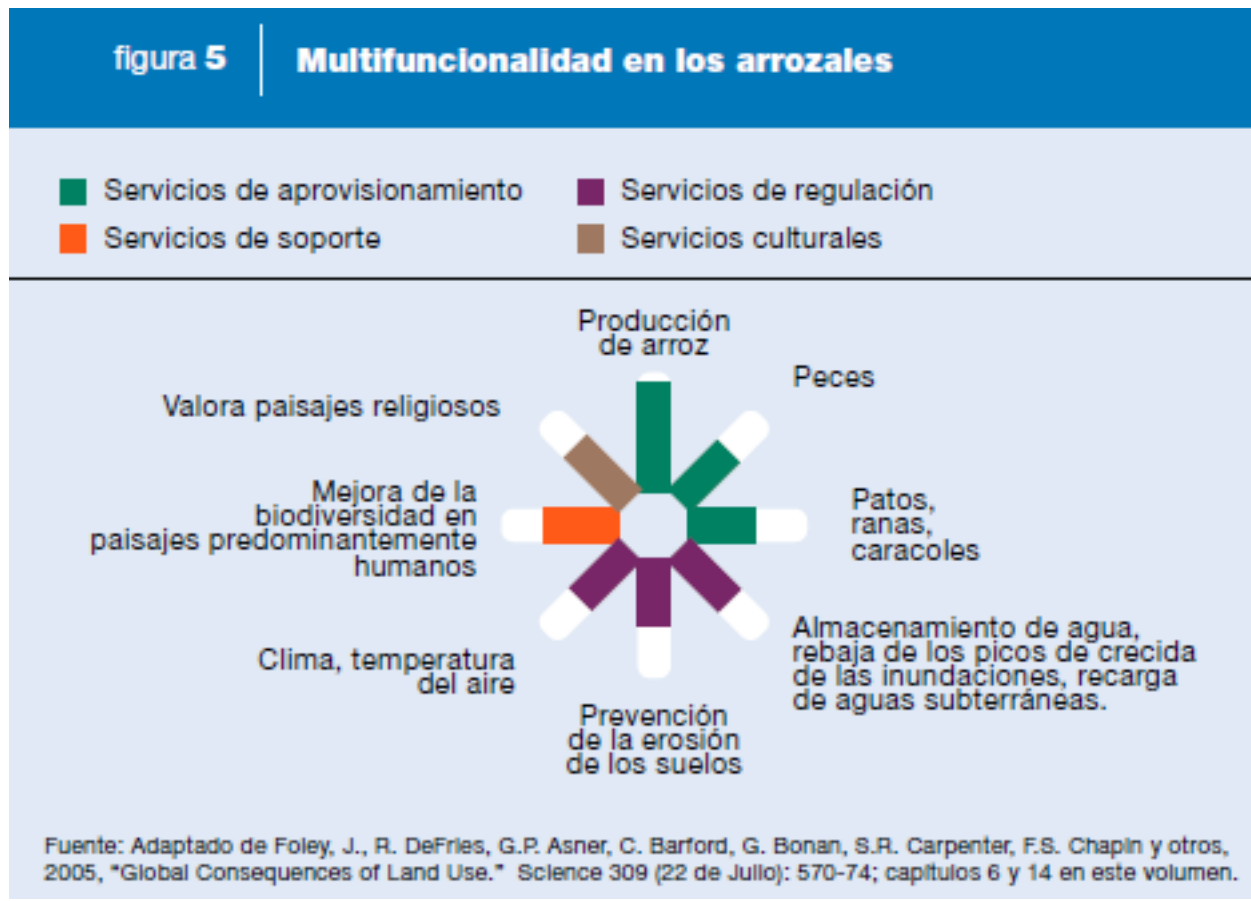
Cómo enfrentar los fenómenos de Variabilidad y Cambio Climático en el Sector Agrícola

- Acción Política 2: Luchar contra la pobreza, mejorando el acceso y el uso del agua para fines agrícolas.



Cómo enfrentar los fenómenos de Variabilidad y Cambio Climático en el Sector Agrícola

- Acción Política 3: Gestionar la agricultura con miras a fortalecer los servicios ecosistémicos

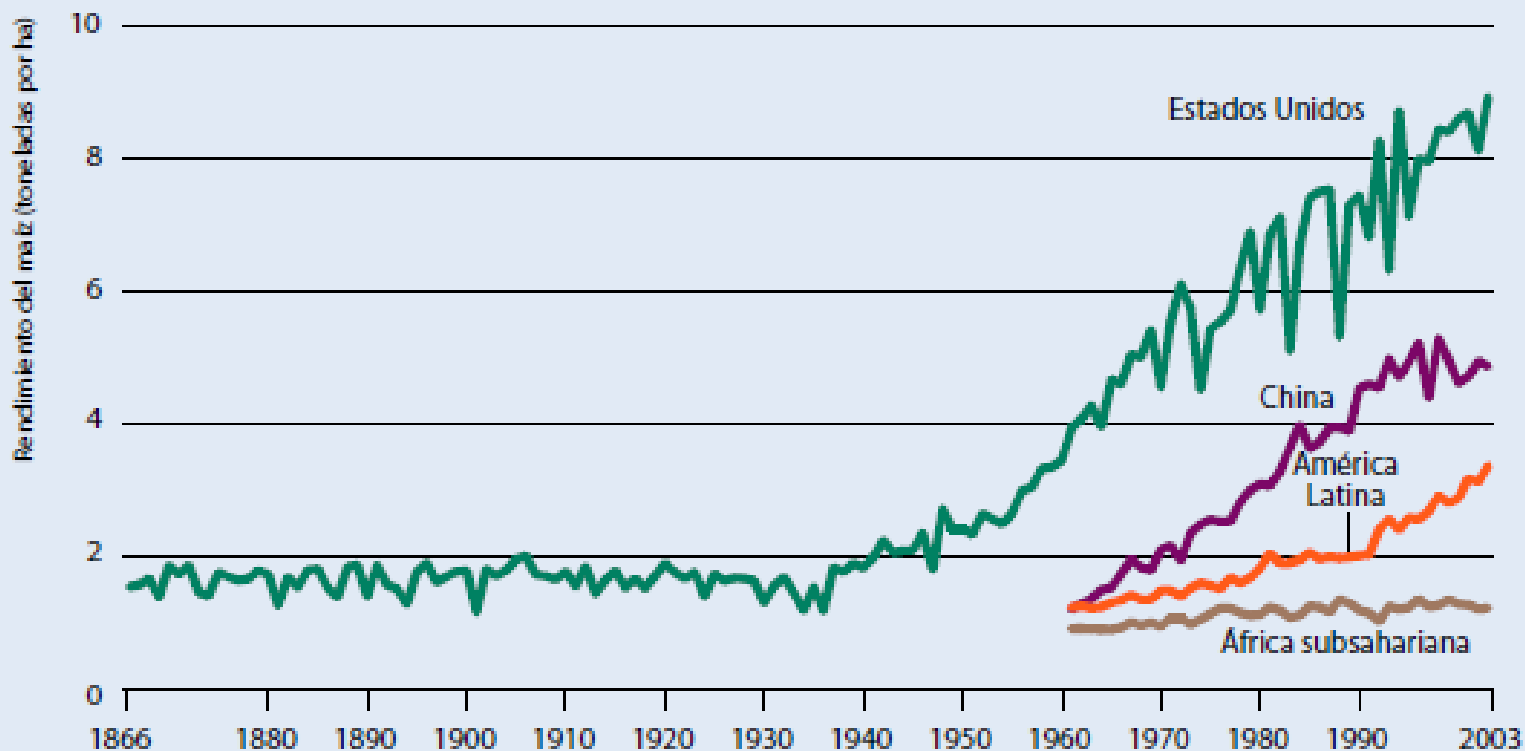


Cómo enfrentar los fenómenos de Variabilidad y Cambio Climático en el Sector Agrícola

- Acción Política 4: Aumentar la productividad hídrica

figura 6

El África subsahariana todavía tiene que “despegar” como lo hicieron Asia y América Latina durante la revolución verde, y los países industriales mucho antes.

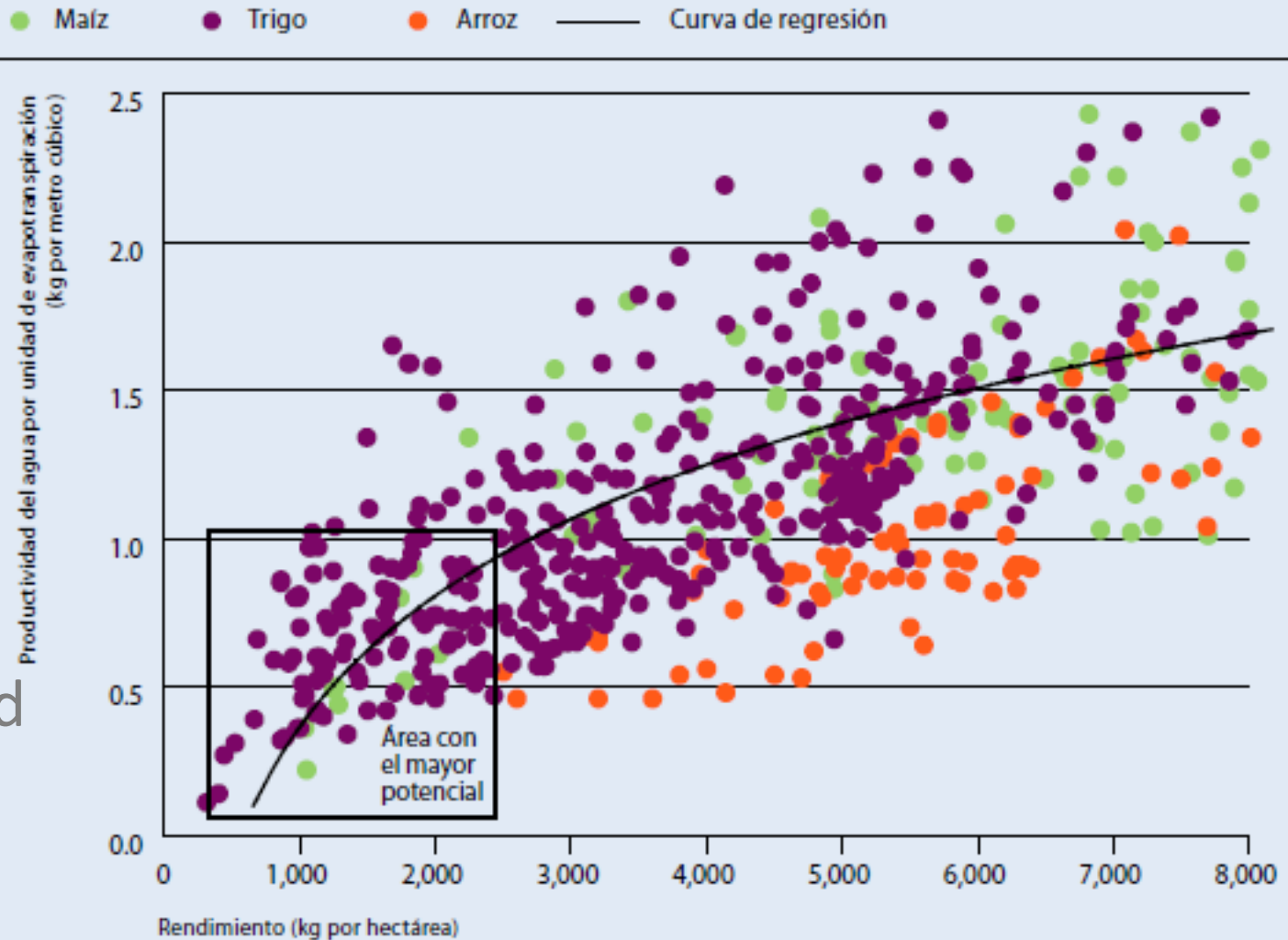


Fuente: Datos de EE.UU. Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas, del Departamento de Agricultura. Los datos del resto de los países y regiones proceden del FAOStat.

Cómo enfrentar los fenómenos de Variabilidad y Cambio Climático en el Sector Agrícola

figura 7

Figura 7. El mayor potencial para elevar la productividad del agua está en las zonas con muy bajos rendimientos, que generalmente son las pobres



Acción
Política 4:
Aumentar la
productividad
hídrica

Cómo enfrentar los fenómenos de Variabilidad y Cambio Climático en el Sector Agrícola

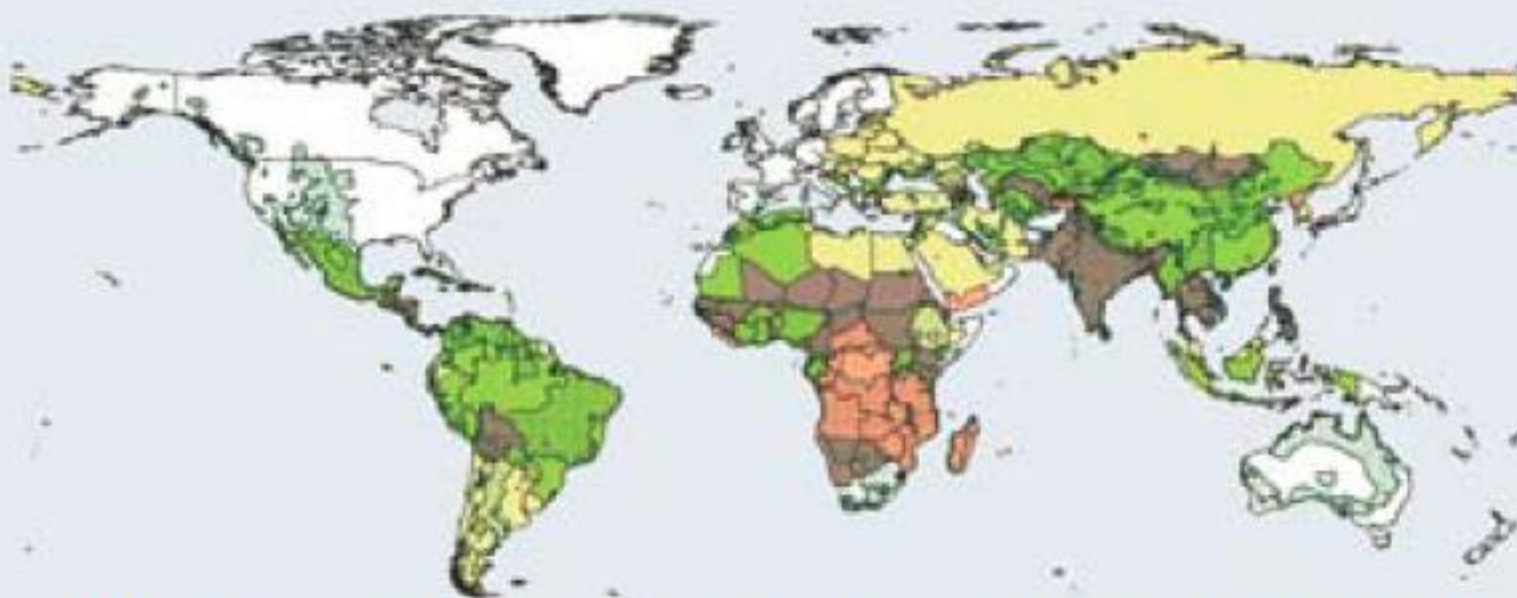
Acción Política 5: Mejorar los sistemas agrícolas de secano – un poco de agua puede rendir mucho.

mapa 3

La subnutrición es alta en climas semiáridos y subhúmedos secos, sujetos a precipitaciones variables, temporadas de escasez de lluvias y sequías
(Subnutridos como parte del total de la población, 2001/02)

Menos del 5% 5%–20% 20%–35% Más del 35%

Zonas climáticas según Koeppen
sabanas/estepas



Nota: Entre los hidroclimas subhúmedos secos y en los semiáridos se encuentran los agroecosistemas de las sabanas y las estepas. En estas regiones predomina la agricultura sedentaria, que está expuesta a la mayor variabilidad mundial en las precipitaciones, a la ocurrencia de temporadas sin lluvias y a sequías.

Fuente: Base de datos UNStat. 2005, United Nations Statistical Division, <http://unstats.un.org/unsd/default.htm>; capítulo 8.

Cómo enfrentar los fenómenos de Variabilidad y Cambio Climático en el Sector Agrícola

Acción Política 6: Adaptar las técnicas del riego del pasado a las necesidades del futuro.

Acción Política 7: Mejorar el proceso de reforma focalizándolo en las instituciones.

Transferencia de la gestión del riego. Del Estado a los Usuarios.
Establecer organización alrededor de las cuencas
Cobrar por el agua. + Se valoraría mejor el recurso. - Se podría aumentar la pobreza.
Derechos del agua transferibles en el mercado.

Conclusiones y Recomendaciones

- *Aumento de la productividad hídrica en la producción agropecuaria.*
- *Aumento de la regulación hídrica en cuencas de interés agropecuario.*
- *Enfrentar los fenómenos de Variabilidad y Cambio Climático de cara a la producción agropecuaria.*
- *Fomentar la investigación y transferencia de tecnología en las áreas de Agroclimatología, Irrigación, Drenaje, la productividad y la huella hídrica.*

“El agua potable y limpia representa una cuestión de primera importancia, porque es indispensable para la vida humana...”

Encíclica Laudato SI

debemos cuidarla
El agua
es bendita

• **GRACIAS**

• *Ing. César Terán*

cesarateran@gmail.com

cteran@corpoica.org.co

Bibliografía

- **Bocanumenth, A.** 2006. *La gestión del agua en los distritos de riego en Colombia.*
- **Conpes y DNP.** 2008. *Documento Conpes Social 113. Política nacional de seguridad alimentaria y nutricional (PSAN).* Consejo Nacional de Política Económica y Social y Departamento Nacional de Planeación
- **Contraloría General de la República.** 2009. *Políticas y resultados de la inversión en infraestructura para el sector agropecuario durante en la presente década.*
- **DANE.** 2005. *Censo general 2005.* Departamento Administrativo Nacional de Estadística
- **DANE.** 2009. *Proyecciones nacionales y departamentales de población 2005-2020.* Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- **DANE.** 2011a. *Colombia, exportaciones totales, según CIU revisión 3, mayo 2011.* Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- **DANE.** 2011b. *Colombia, importaciones totales, según CIU revisión 3, abril 2011.* Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- **DANE.** 2011c. *Producto Interno Bruto, primer trimestre de 2011-base 2005.* Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- **DNP.** 1991. *Plan de desarrollo económico y Social 1990-1994.* Departamento Nacional de Planeación.
- **DNP.** 2011. *Plan nacional de desarrollo 2010-2014.* Departamento Nacional de Planeación.
- **FAO.** 2000. *El riego en América Latina y el Caribe en cifras. Informe sobre temas hídricos de la FAO No. 20.* Roma. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- **IDEAM.** 2010. *Estudio nacional del agua 2010.* Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.
- **IGAC.** 2002. *Atlas de Colombia.* Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- **IGAC.** 2008. *Atlas básico de Colombia.* Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- **IGAC y CORPOICA.** 2002. *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia.* Capítulo 3, vocación de uso de las tierras de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
- **INCODER.** 2011. *La adecuación de tierras en Colombia: antecedentes, estado actual y prospectiva.* Instituto Colombiano para el Desarrollo Rural.
- **INS.** 2011a. *Informe de evento cólera, año 2010-Colombia.* Instituto Nacional de Salud/Sistema de Vigilancia y Control en Salud Pública.
- **INS.** 2011b. *Informe de evento fiebre tifoidea y paratifoidea, año 2010-Colombia.* Instituto Nacional de Salud.
- **INS.** 2011c. *Informe del evento Hepatitis A, año 2010-Colombia.* Instituto Nacional de Salud.
- **MADR y CCI.** 2009. *Encuesta nacional agropecuaria 2009.* Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Corporación Colombia Internacional
- **MADR.** 2011a. *Agenda prospectiva de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para la seguridad alimentaria colombiana, vista desde la disponibilidad de alimentos.* Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- **MADR.** 2011b. *Cartilla de política agropecuaria 2010-2014.* Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- **MADR.** 2011c. *Memorias al Congreso 2010-2011.* Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- **MAVDT.** 2006. *Plan nacional de manejo de aguas residuales municipales PMAR. Serie prevención y control de la gestión integral del recurso.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- **MAVDT/Viceministerio de Ambiente.** 2010. *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- **MAVDT y IDEAM.** 2009. *Taller de expertos sobre métodos de evaluación de recursos hídricos y usos del agua – Latino América.* Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
- **Ministerio del Medio Ambiente e IDEAM.** 2002. *Zonificación de los procesos de salinización de los suelos de Colombia.* Ministerio del Medio Ambiente e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
- **World Bank.** 2011. *Indicators of world development.*