

Gestión sostenible del agua para la conservación del suelo

Edgar Hincapié Gómez
Cenicaña
Programa Agronomía

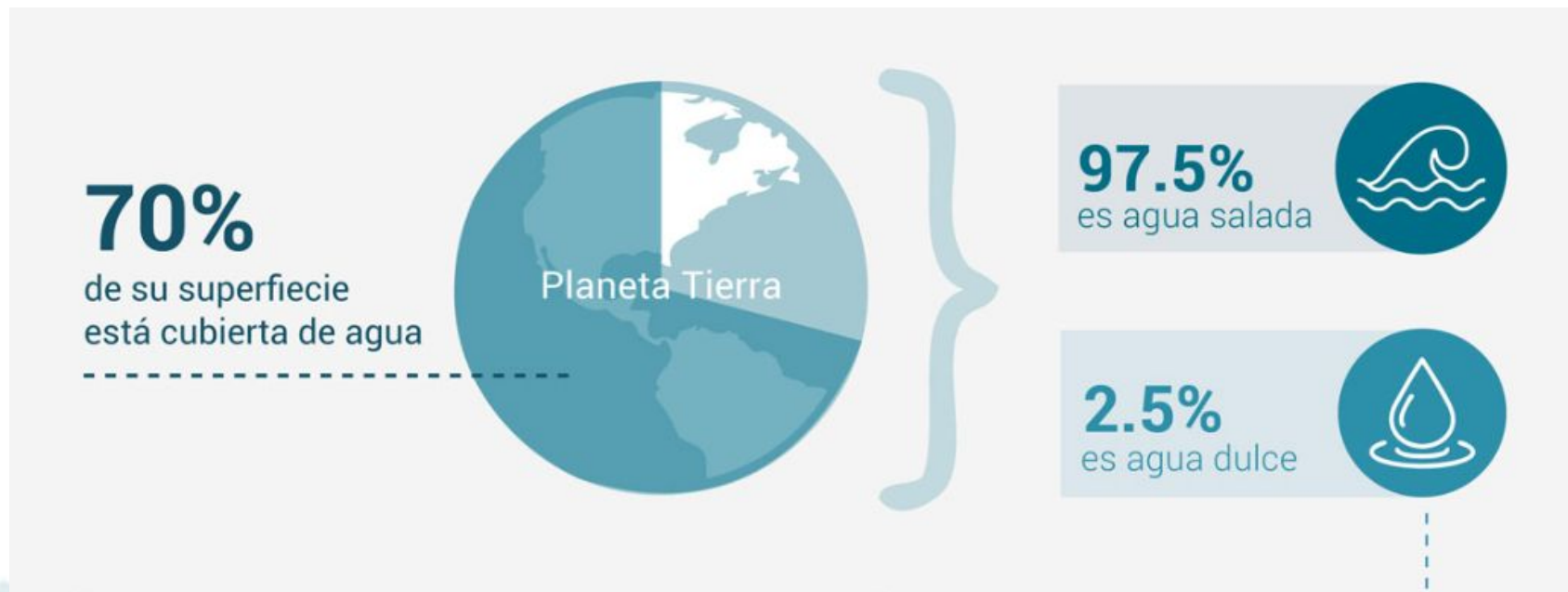
Gestión sostenible del agua para la conservación del suelo

- Conceptos básicos
- Relaciones agua - suelo
- Dinámica del agua en el suelo
- Gestión del agua en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca

“El suelo es el principal tanque de almacenamiento de agua dulce del planeta”

Un suelo con una humedad media de $0.35 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ (35%) entre 0 y 1.5 m de profundidad, contiene **$5250 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$** de agua

Un hogar conformado por 4 personas, localizado en una ciudad intermedia de Colombia, usa entre **20 m^3 y 25 m^3** de agua por mes



0,5 %
del agua dulce se encuentra en **depósitos subterráneos** y
el 0.01% en ríos y lagos

El agua en Colombia

- Demanda total de agua = 35987 Mm³ (IDEAM. ENA,2018)



46.6% uso agrícola



8.5% uso pecuario



21.5 Generación de energía



8.2% uso doméstico

Situación actual de los suelos y el agua

- Baja o nula disponibilidad de agua en unas regiones y exceso de agua en otras
- Alta carga de contaminantes que limitan su uso
- Suelos con alto nivel de erosión laminar y tierras con erosión avanzada (Erosión en masa, deslizamientos)

Retos actuales del sector agropecuario

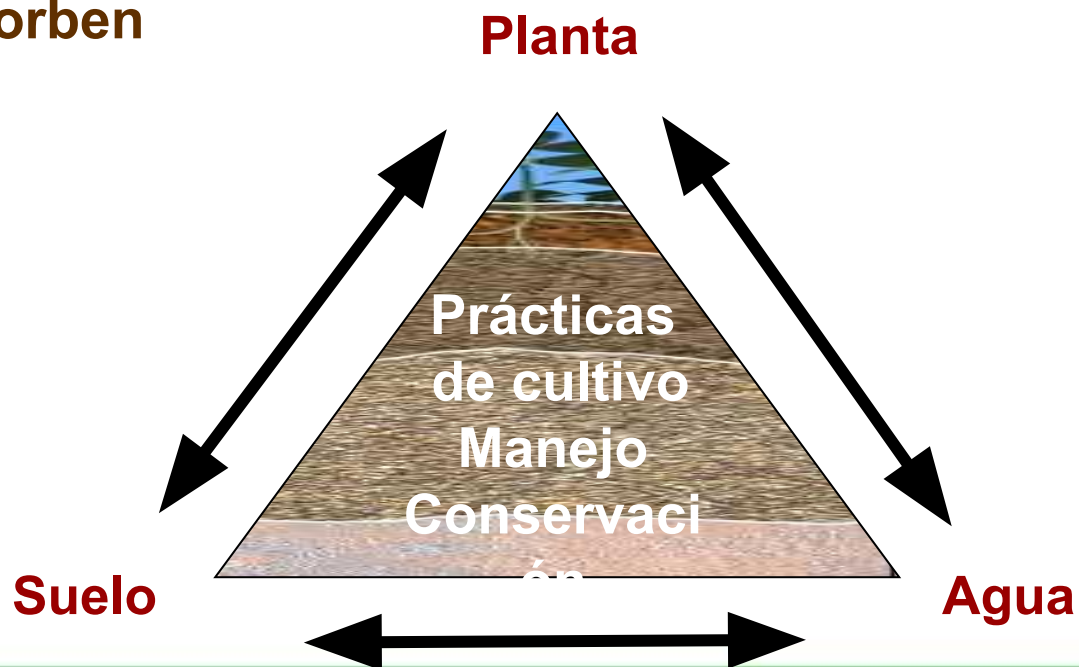
- Ser mas productivos y obtener productos de buena calidad con los mismos o menos recursos
- Producir bajo condiciones extremas, cada vez más frecuentes
- Mantener o mejorar la calidad de los recursos suelo y agua (producción sostenible)

La gestión eficiente del agua tiene un papel fundamental para alcanzar estos retos

El agua en el suelo: Líquida, vapor o cristalizada

Agua del suelo incluye las sustancias disueltas en ella: Sales y gases

Se encuentra almacenada en los poros de diferente tamaño, estos condicionan la velocidad de su movimiento y la facilidad con que las plantas la absorben



El agua en el suelo



Gravitacional
Poros $> 0.05 \text{ mm } \varnothing$
DRENAJE



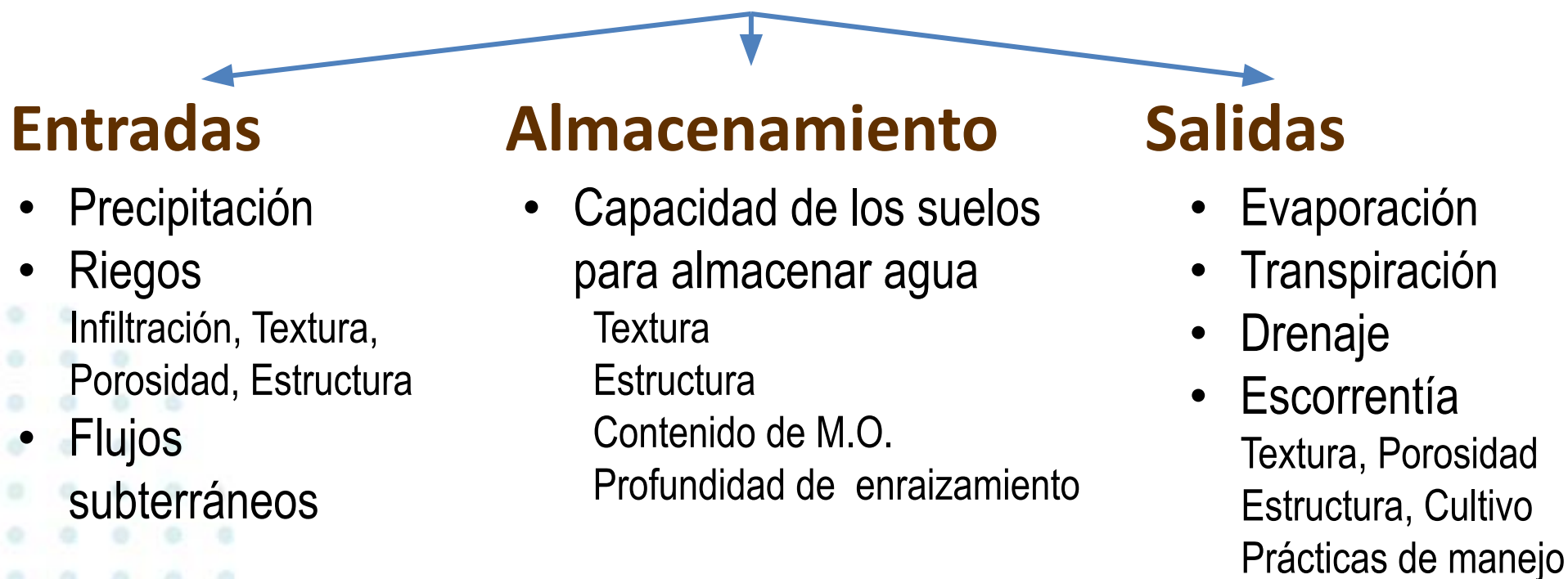
Capilar,
Poros de $0.0002 \text{ a } 0.05 \text{ mm } \varnothing$
Solución del suelo
AGUA APROVECHABLE



Adsorbida
Poros $< 0.0002 \text{ mm } \varnothing$
HIGROSCÓPIC
A
AGUA
ESTRUCTURAL

Suelo ideal: Distribución adecuada entre poros.
Porosidad duradera

FACTORES QUE REGULAN LA DINÁMICA DEL AGUA EN EL SUELO



Entradas de agua al suelo

De qué depende la cantidad de agua que ingresa al suelo ?

- Características de las lluvias (Intensidad, duración)
- Sistema, método de riego, lámina de agua aplicada
- Tasa de infiltración

Tamaño, abundancia, estabilidad y continuidad de los poros, textura del suelo, estructura del suelo.

- Contenido inicial de humedad del suelo
- Tipo y porcentaje de cobertura

Tamaño y función de los poros del suelo

Tamaño de los poros (mm diámetro)	Descripción de los poros	Funciones de los poros
<0,0002	Residual	Retienen agua que las plantas no pueden usar
0,0002-0,05	Almacenamiento	Retienen agua que las plantas pueden usar <i>(PPM=0,0002 mm; CC=0,05 mm; pero CC puede variar de 0,03 a 0,1 de diámetro equivalente a 10 a 33 kPa)</i>
>0,05	Transmisión	Permite que el agua drene y que entre el aire
>0,1 a 0,3	Enraizamiento	Permite que las raíces de las plantas penetren libremente <i>(Tamaño de las raíces: raíces seminales de cereales >0,1 mm; extremo de raíces de no cereales (dicotiledóneas) >0,3 mm; barbas absorbentes 0,005 a 0,01 mm)</i>
0,5-3,5	Canal de lombrices	Permiten que el agua drene y que entre el aire
2-50	Nidos de hormigas y canales	Permiten que el agua drene y que entre el aire

Fuente: Hamblin, 1985. Reportado por FAO. <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>

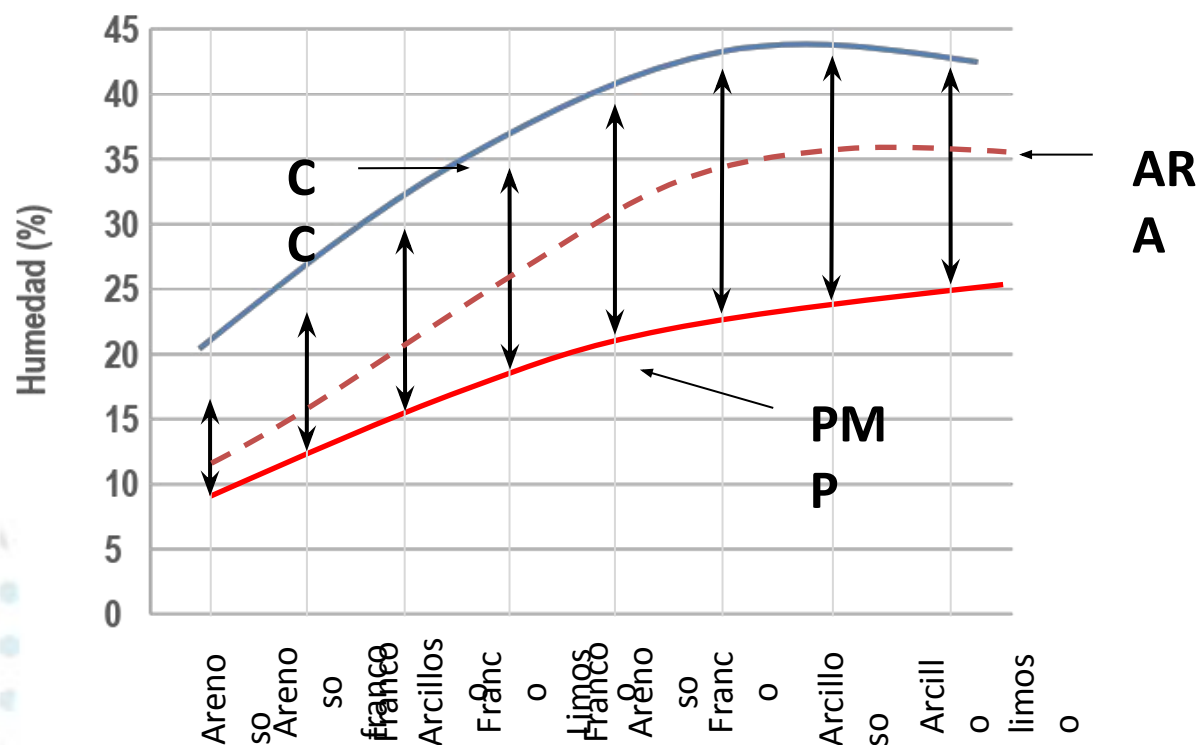
Determinación de la capacidad del suelo para almacenar agua

Método de laboratorio mediante uso de las placas de Richards

Prof. cm	Horizonte	Espesor cm	Humedad ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$)		LAA (mm)	LARA (mm)
			Capacidad de campo	Marchitez permanente		
0 – 10	Ap	10	0.34	0.16	18.0	9.0
10- 35	A	25	0.31	0.18	32.5	16.2
35 – 50	AB	15	0.36	0.15	31.5	15.7
50 – 73	B	23	0.26	0.12	32.2	16.1
73 – 105	Bw	32	0.30	0.17	41.6	20.8

LAA = Lámina de agua almacenada en el suelo

Almacenamiento de agua al suelo



Cenicaña determinó la capacidad de almacenamiento y agua rápidamente aprovechable (LARA) para los suelos más representativos del valle del río Cauca.

Consociación de suelo	Clasificación (USDA)	Clasificación textural	LARA mm (0-40 cm)	LARA mm (0-70 cm)
Corintias	<i>Typic Haplusterts</i>	Ar	55	79
Palmira	<i>Pachic Haplustoll</i>	Far	50	70
Florida	<i>Entic Haplustolls</i>	FAr-A	37	50
Genovez	<i>Pachic Haplustolls</i>	Far-A	46	66
Cantarina	<i>Pachic Vertic Haplustolls</i>	Ar-ArL	58	80
Manuelita	<i>Fluventic Haplustolls</i>	FAr-FA	55	75
Jordán	<i>Typic Haplustolls</i>	FArL-FL-F	49	88
Burriá	<i>Typic Pelludert</i>	Ar	45	70

Medición directa en campo con sensores de humedad, cada 10 cm de profundidad

Suelo	Profundidad (cm)	Humedad volumétrica (%)		Delta humedad	Lámina acumulada (mm)
		Antes riego (80 kPa)	Después de riego		
Palmira	10	17.97	36.64	18.68	18.68
Palmira	20	25.76	37.46	11.70	30.38
Palmira	30	29.32	38.34	9.02	39.40
Palmira	40	30.27	37.16	6.88	46.28
Palmira	50	31.64	36.85	5.21	51.49
Palmira	60	31.88	35.41	3.54	55.03
Palmira	70	31.89	34.25	2.35	57.38
Palmira	80	31.58	33.29	1.72	59.10

Determinación de la capacidad del suelo para almacenar agua

Medición humedad con sensores, cada 30 cm de profundidad

Suelo	Profundidad (cm)	Humedad volumétrica (%)		Delta humedad	Lámina extraída (mm)	Lámina acumulada (mm)
		Después riego	80 kPa (antes riego)			
Galpon	0-30	39.82	24.57	15.25	45.75	45.75
	30-60	43.87	36.20	7.67	23.01	68.76
	60-90	48.95	47.58	1.37	4.11	72.87

Gestión del agua en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca

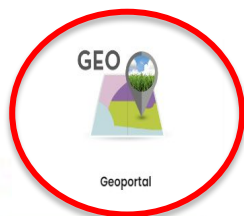
Conocimientos básicos

- Características de los suelos
- Disponibilidad de agua para el cultivo
- Requerimiento hídrico
- Método y sistema de riego o drenaje
- Método para la programación de los riegos
- Cantidad y calidad de agua suministrada al cultivo

Gestión del agua en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca

- ✓ Estudio detallado de los suelos del valle del río Cauca a la escala 1:10000

www.cenicana.org



Geoportal



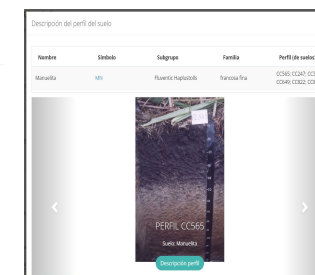
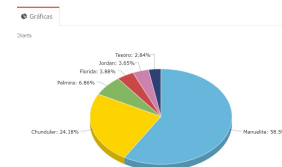
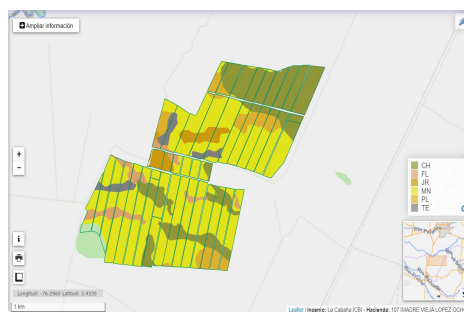
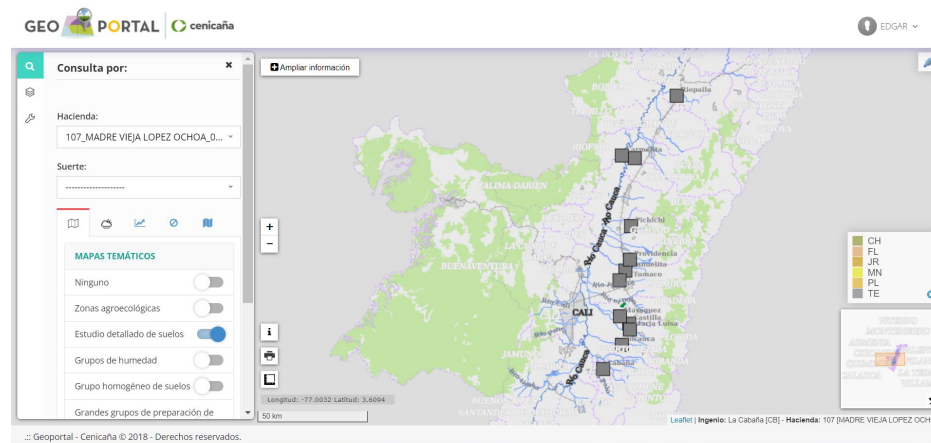
Balance hídrico priorizado v.4.0



Guía de recomendaciones técnicas,



Curvas de isoproductividad



Red de 37 Estaciones Climáticas del Sector Agroindustrial de la Caña de Azúcar de Colombia



Temperatura y humedad relativa del aire



Radicación y brillo solar



Precipitación



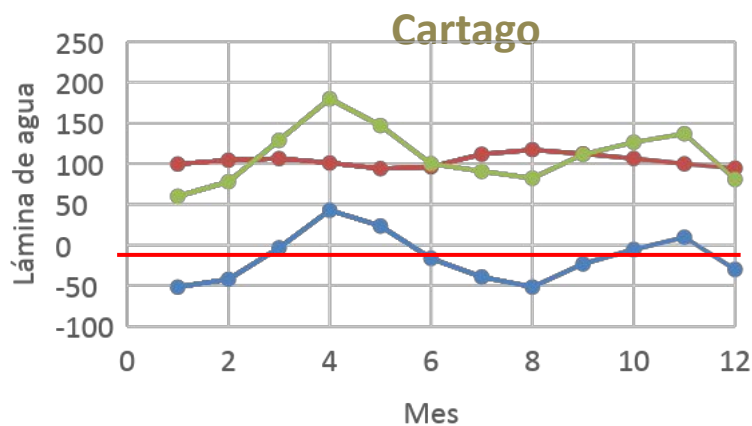
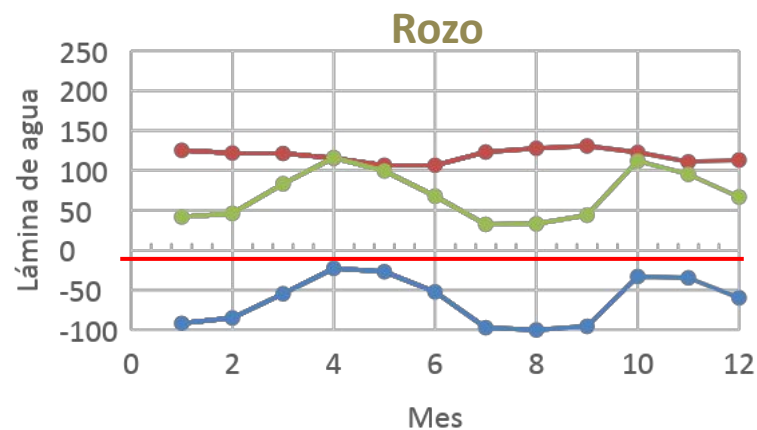
Dirección y velocidad del viento



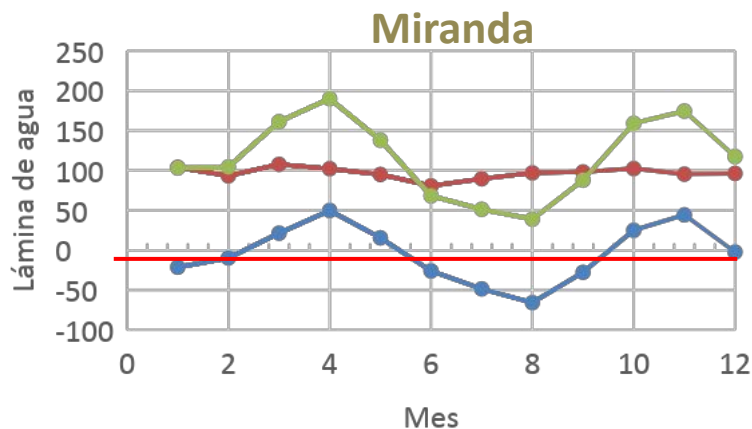
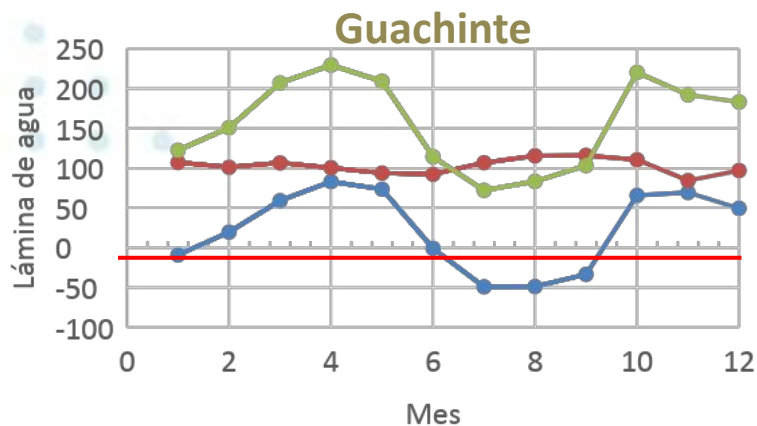
Cómo utilizar la información climatológica ?

- Estimar la precipitación de una zona (datos históricos de precipitación hasta de 28 años). Media aritmética, precipitación con un % de probabilidad, precipitación con una determinada tasa de retorno.
- Estimar la evapotranspiración de referencia y potencial (diaria, decadal, mensual, anual).
- Planificar épocas de siembra y cosecha. Definir periodos de déficit o exceso de agua y necesidades de riego o drenaje
- Seleccionar método y sistema de riego o definir y diseñar métodos de drenaje
- Estimar producción potencial

Balance hídrico datos promedio 28 años



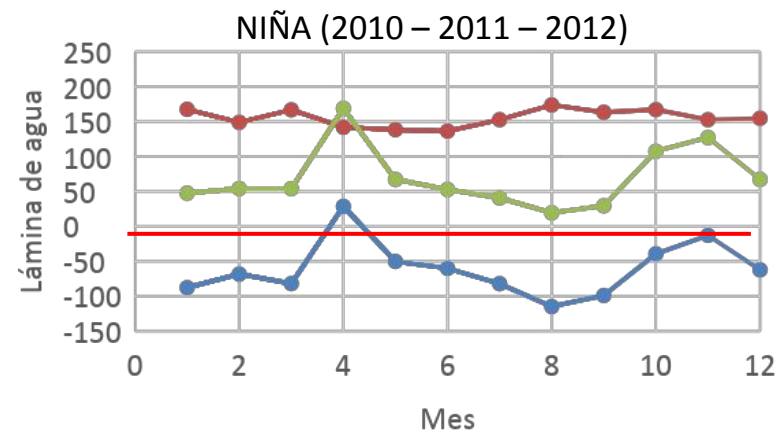
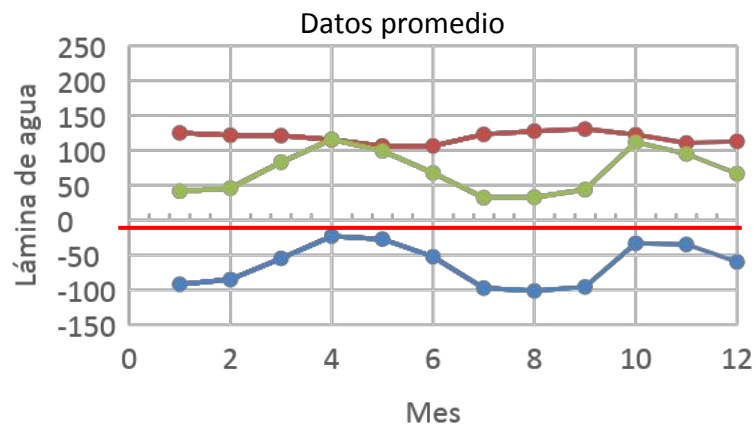
—●— BH —●— ETo —●— PPT



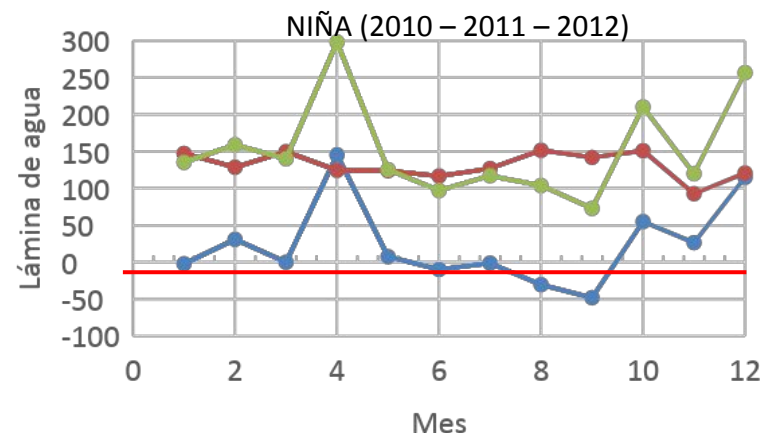
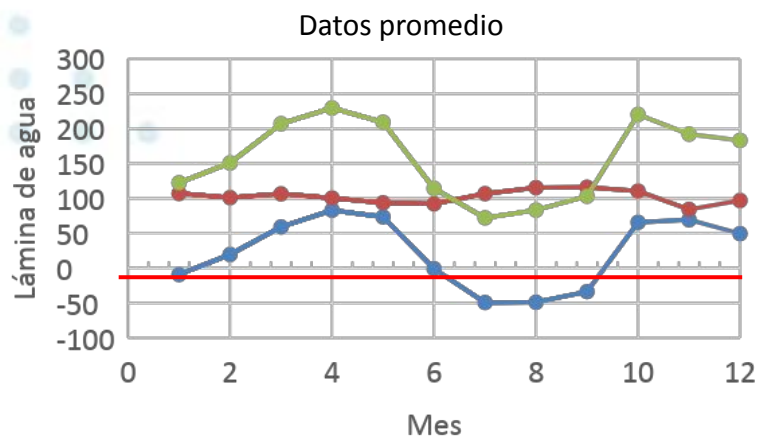
Balance hídrico condición Niña

—●— BH —●— ETo —●— PPT

Roza



Guachinte



Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PPT	ETo	Déficit	Exceso
													mm/año			
Amalme	71	75	123	157	116	61	30	36	76	127	141	89	1103	1591	-366.7	55.8
Arroyohondo	59	54	86	142	110	61	34	37	52	97	92	82	907	1821	-595.3	0.0
Candelaria	71	73	120	148	120	72	31	32	65	104	125	92	1053	1688	-442.6	18.9
Cartago	60	78	129	180	147	100	91	82	111	126	137	81	1322	1659	-262.1	76.0
Cenicana	84	79	139	160	123	63	31	29	76	135	146	95	1161	1637	-330.2	55.5
Corinto	139	158	209	222	169	96	60	57	90	207	215	141	1761	1677	-182.7	-182.7
Distrito RUT	48	68	118	161	148	104	94	81	82	137	131	74	1245	1837	-412.1	30.6
El Tiple	76	86	165	186	140	68	39	39	70	140	122	109	1241	1650	-339.4	105.5
Guachinte	122	151	207	229	209	114	72	83	103	220	192	183	1887	1641	-141.2	419.7
Pradera	84	87	132	157	108	61	31	29	62	144	149	78	1123	1692	-417.7	46.8
Rozo	42	46	83	116	99	68	32	33	44	112	95	67	837	1899	-754.9	0.0
Zarzal	37	53	97	145	143	88	80	66	81	116	104	72	1079	1857	-532.8	3.6

Gestión del agua en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca

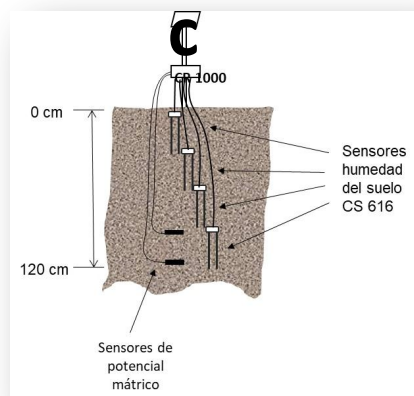
✓ Requerimiento hídrico cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca

Cantidad de agua que necesitan los cultivos para satisfacer la tasa de evapotranspiración (ET_c) y una pequeña fracción (1% a 2%) para la formación de tejidos, durante su ciclo de producción

$$RHC = \sum ET_c$$

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

ET



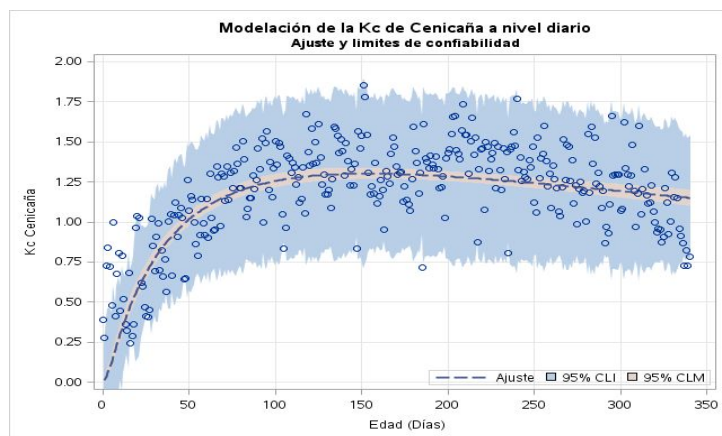
ET

Localización Geográfica del terreno

Variables climáticas

- Temperatura max, med, min
- Humedad relativa
- Radiación solar
- Velocidad del viento

Función log normal para estimar el Kc diario del cultivo de caña de azúcar



$$Kc = a. \exp \left[-0.5 \left(\frac{LN(t/x_o)}{b} \right)^2 \right]$$

a = Kc máximo

X_o = Tiempo en el que se alcanza

el Kc máximo

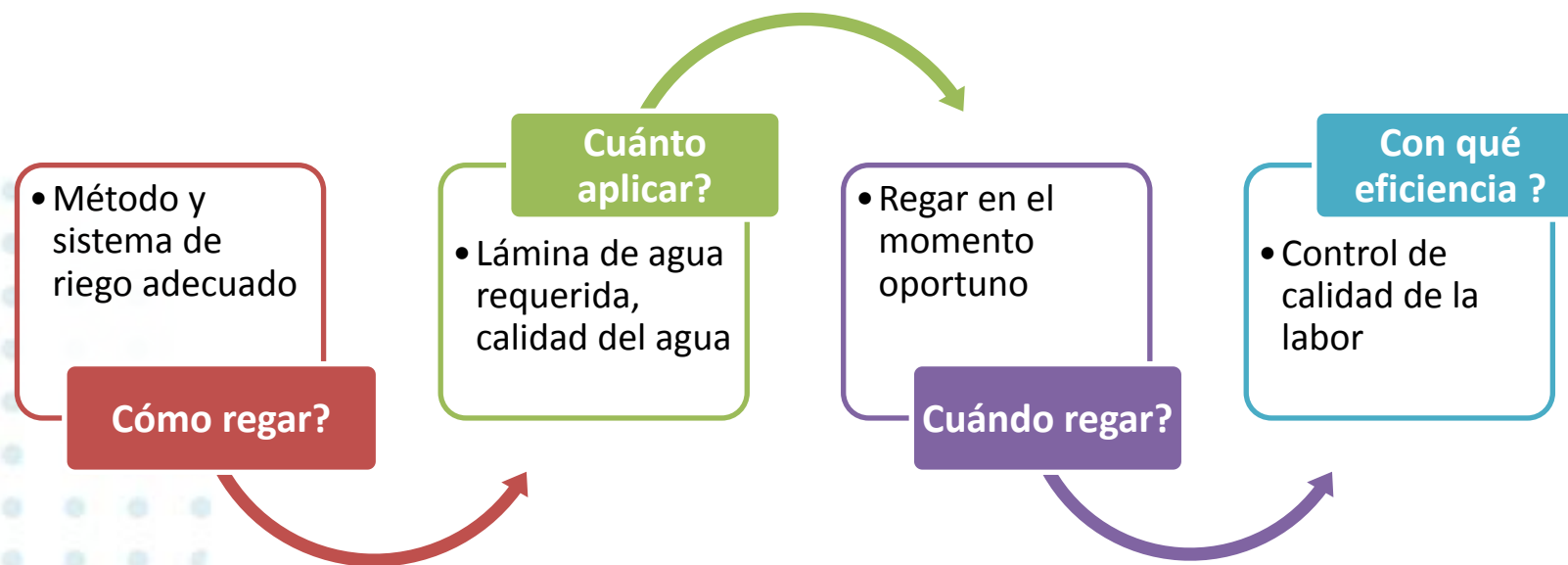
b = Parámetro de escala

Zona climática	Requerimiento hídrico	Requerimiento de riego
	mm/ciclo 13 meses	
Sur del VRR	1285	--
Norte VRC	1330	495
Centro occidente VRC	1388	775
Centro oriente VRC	1240	445
Centro sur del VRC	1267	349
Sur del VRC	1217	141
Guachinte	1264	--

Gestión del agua en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca

✓ Mejoramiento de la eficiencia del riego

Eficiencia = Producción del cultivo por unidad de agua recibida



Cómo regar ?

Criterios que se deben tener en cuenta para la selección del método y sistema de riego

- Necesidades de riego, fertirriego
- Disponibilidad y calidad de agua
- Tipo de suelo (Infiltración, capacidad almacenamiento agua)
- Topografía
- Tipo de cultivo
- Valor del producto
- Sensibilidad al déficit
- Precio del agua
- Precio de la energía
- Disponibilidad y costo mano de obra
- Costo y apalancamiento del sistema
- Eficiencia, uniformidad del sistema de riego
- Exigencias tecnológicas

Riego por superficie

Importancia relevante ya que representa el 80% del área bajo riego. Requiere estrategias para su mejoramiento

- Nivelación de precisión
- Reutilización de caudales drenados
- Mejoramiento eficiencia de conducción
- Uso de tubos perforados de PVC o politubulares con compuertas
- Riego intermitente o por pulsos
- Riego con caudales decrecientes o reducido
- Mejoramiento áreas de conducción (entresurcos)
- Uso de sistemas de simulación

Politubulares y tuberías con compuertas para riego por surcos



Ahorro de agua hasta del 40% comparado con el riego con conducción de agua por canales en suelo descubierto

Riego por surco alterno



Riego por surco alterno



Riego por pulsos

Aplicación intermitente de agua a los surcos

**Conjunto de
surcos 1**

Tercer Pulso

Segundo Pulso

Primer Pulso

**Conjunto de
surcos 2**

Tercer Pulso

Segundo Pulso

Primer Pulso



Conducción de agua

En general, las pérdidas de agua por conducción pueden alcanzar hasta del 40%

Posibles causas

- ✓ Conducción por canales abiertos en suelo desnudo afectados por betas de grava con alta capacidad de infiltración
- ✓ Canales revestidos en mal estado (fracturados)
- ✓ Fugas en juntas de tuberías, pérdidas por fricción



Conformación del entresurco



Mejora eficiencia del riego en surcos en suelos de textura liviana

Mejorar avance del agua en el surco (Reducir rugosidad superficial)



Longitud surco según tasa de infiltración y velocidad de avance

Riego por aspersión

Mejoramiento del riego por aspersión

- Sistemas de suministro de energía más eficientes (motores eléctricos, paneles solares)
- Uso de tuberías livianas
- Incremento del tamaño del equipo
- Sistemas autopropulsados
- Incorporación de sistemas de tracción
- Reducción del requerimiento de energía
- Desarrollo de aspersores o difusores de baja presión
- Adaptados para fertirriego
- Operación automatizada

Riego con pivote central



Riego por aspersión con rampa



Riego por aspersión



- Apto para el riego de cultivos en la etapa de germinación
- Alto potencial en zonas con alto contenido de gravas
- Permite aplicar láminas de agua controladas (30 mm)

Recomendaciones

- Suministrar estrictamente el caudal de la motobomba
- Bifurcar la tubería para evitar pérdidas de presión
- Tiempos de aplicación cortos por posición para evitar pérdidas por escorrentía

Riego por aspersión con cañón viajero



Riego por goteo - Fertirriego

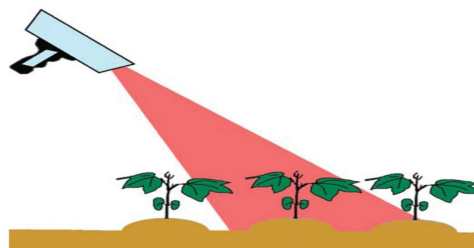


Cuándo y cuánta agua aplicar?

Balance



Sistema con sensores para control del riego



Uso de imágenes satelitales, espectrales para programación de riegos

Programación oportuna de los riegos en el cultivo de la caña de azúcar en Colombia

o Método del balance hídrico

$$LARA_i = LARA_{i-1} - ETc_{i-1} - D_{i-1} + R + PPT$$

LARA: Lámina de agua rápidamente aprovechable

ETc: Evapotranspiración

D: Drenaje

R: Riego

PPT: Precipitación



Balance Hídrico *priorizado*

versión 4.0



CREAR / MODIFICAR
HDA, SUERTE, PLUV...

REGISTRAR DATOS
LLUVIAS, RIEGOS, LAS

COSECHAR
CORTES, RENOVACIONES

INFORMES
RIEGOS, CÁLCULO BH,...

CONFIGURACIÓN
ADMON DEL SISTEMA

Inicio

¡ Bienvenido EDGAR !

El Balance Hídrico v.4.0 es una aplicación automatizada que almacena en web todos los registros creados por sus usuarios con el fin de tenerlos disponibles en cualquier lugar a través de una conexión a internet. Los datos que usted registre podrán ser usados por Cenicaña para fines investigativos.

Consejos para el usuario:

- Para obtener una visualización óptima del sistema utilice los siguientes navegadores o superiores:



Mozilla 6 Chrome Explorer 10

- Recuerde que el balance hídrico se puede iniciar después de una lluvia o un riego que garantice que el suelo llegue hasta capacidad de campo. En este caso la LARA (lámina de agua rápidamente aprovechable) se convierte en el capital base para iniciar la contabilidad del agua en el suelo.

¿ Necesita ayuda ?

- Si requiere ayuda para usar esta herramienta, por favor contacte al Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología de Cenicaña, admin_web@cenicana.org, Teléfono: (57- 2) 687 66 11 ext. 5168. Cali, Colombia.
- Usted es usuario del Balance Hídrico v.3.0 y quiere trabajar con su actual base de datos, [contáctenos](#).
- Aprenda con nosotros a utilizar esta herramienta, participe en los talleres de capacitación, [contáctenos](#).
- Consulte el [boletín meteorológico diario](#).
- Consulte la tabla de referencia de la [LARA](#)





Balace Hídrico *priorizado* versión 4.0



REGISTRAR DATOS
LLUVIAS, RIEGOS, LAS

COSECHAR
CORTES, RENOVACIONES

INFORMES
RIEGOS, CÁLCULO BH,...

CONFIGURACIÓN
ADMÓN DEL SISTEMA

CREAR / MODIFICAR
HDA, SUERTE, PLUV...

Haciendas
Pluviómetros
Suertes
Fuentes de agua

que almacena en web todos los registros creados por sus usuarios con el fin de tenerlos a internet. Los datos que usted registre podrán ser usados por Cenicaña para fines investigativos.

Consejos para el usuario:

- Para obtener una visualización óptima del sistema utilice los siguientes navegadores o superiores:



Mozilla 6 Chrome Explorer 10

- Recuerde que el balance hídrico se puede iniciar después de una lluvia o un riego que garantice que el suelo llegue hasta capacidad de campo. En este caso la LARA (lámina de agua rápidamente aprovechable) se convierte en el capital base para iniciar la contabilidad del agua en el suelo.

¿Necesita ayuda ?

- Si requiere ayuda para usar esta herramienta, por favor contacte al Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología de Cenicaña, admin_web@cenicana.org, Teléfono: (57- 2) 687 66 11 ext. 5168. Cali, Colombia.
- Usted es usuario del Balance Hídrico v.3.0 y quiere trabajar con su actual base de datos, [contáctenos](#).
- Aprenda con nosotros a utilizar esta herramienta, participe en los talleres de capacitación, [contáctenos](#).
- Consulte el [boletín meteorológico diario](#).
- Consulte la tabla de referencia de la [LARA](#).

Balanc Hidrico *priorizado* versión 4.0



CREAR / MODIFICAR
HDA, SUERTE, PLUV...



COSECHAR
CORTES, RENOVACIONES

INFORMES
RIEGOS, CÁLCULO BH,...

CONFIGURACIÓN
ADMÓN DEL SISTEMA

Inicio

REGISTRAR DATOS
LLUVIAS, RIEGOS, LAS

Precipitación
Riegos
Ajuste de la LAS
Control administrativo
del riego

¡ Bienvenido EDGAR!

El Balance Hídrico v.4.0
disponibles en cualquier momento.

registros creados por sus usuarios con el fin de tenerlos
registre podrán ser usados por Cenicaña para fines investigativos.

Consejos para el usuario:

- Para obtener una visualización óptima del sistema utilice los siguientes navegadores o superiores:



Mozilla 6 Chrome Explorer10

- Recuerde que el balance hídrico se puede iniciar después de una lluvia o un riego que garantice que el suelo llegue hasta capacidad de campo. En este caso la LARA (lámina de agua rápidamente aprovechable) se convierte en el capital base para iniciar la contabilidad del agua en el suelo.

¿ Necesita ayuda ?

- Si requiere ayuda para usar esta herramienta, por favor contacte al Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología de Cenicaña, admin_web@cenicana.org, Teléfono: (57- 2) 687 66 11 ext. 5168. Cali, Colombia.
- Usted es usuario del Balance Hídrico v.3.0 y quiere trabajar con su actual base de datos, [contáctenos](#).
- Aprenda con nosotros a utilizar esta herramienta, participe en los talleres de capacitación, [contáctenos](#).
- Consulte el [boletín meteorológico diario](#).
- Consulte la tabla de referencia de la [LARA](#).

Balance Hídrico

priorizado
versión 4.0



CREAR / MODIFICAR
HDA, SUERTE, PLUV...

REGISTRAR DATOS
LLUVIAS, RIEGOS, LAS



INFORMES
RIEGOS, CÁLCULO BH,...

CONFIGURACIÓN
ADMÓN DEL SISTEMA

Inicio

COSECHAR
CORTES, RENOVACIONES

Corte de suertes
Renovación de suertes

¡ Bienvenido EDGAR !

El Balance Hídrico v.4.0 es una aplicación automatizada disponible en cualquier lugar a través de una conexión a Internet.

Los datos con el fin de tenerlos disponibles en cualquier lugar a través de una conexión a Internet. Cenicaña para fines investigativos.

Consejos para el usuario:

- Para obtener una visualización óptima del sistema utilice los siguientes navegadores o superiores:



Mozilla 6 Chrome Explorer 10

- Recuerde que el balance hídrico se puede iniciar después de una lluvia o un riego que garantice que el suelo llegue hasta capacidad de campo. En este caso la LARA (lámina de agua rápidamente aprovechable) se convierte en el capital base para iniciar la contabilidad del agua en el suelo.

¿ Necesita ayuda ?

- Si requiere ayuda para usar esta herramienta, por favor contacte al Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología de Cenicaña, admin_web@cenicana.org, Teléfono: (57- 2) 687 66 11 ext. 5168. Cali, Colombia.
- Usted es usuario del Balance Hídrico v.3.0 y quiere trabajar con su actual base de datos, [contáctenos](#).
- Aprenda con nosotros a utilizar esta herramienta, participe en los talleres de capacitación, [contáctenos](#).
- Consulte el [boletín meteorológico diario](#).
- Consulte la tabla de referencia de la [LARA](#).

Balance Hídrico



CREAR / MODIFICAR
HDA, SUERTE, PLUV...

REGISTRAR DATOS
LLUVIAS, RIEGOS, LAS

COSECHAR
CORTES, RENOVACIONES

CONFIGURACIÓN
ADMN DEL SISTEMA

Inicio

¡ Bienvenido EDGAR !

El Balance Hídrico v.4.0 es una aplicación automatizada que almacena en web todos los datos disponibles en cualquier lugar a través de una conexión a internet. Los datos que usted

Consejos para el usuario:

- Para obtener una visualización óptima del sistema utilice los siguientes navegadores o superiores:



Mozilla 6 Chrome Explorer 10

- Recuerde que el balance hídrico se puede iniciar después de una lluvia o un riego que garantice que el suelo llegue hasta capacidad de campo. En este caso la LARA (lámina de agua rápidamente aprovechable) se convierte en el capital base para iniciar la contabilidad del agua en el suelo.

¿ Necesita ayuda ?

- Si requiere ayuda para usar esta herramienta, contacte al Servicio de Cooperación y Transferencia de Tecnología de Cenica admin_web@cenicana.org, Teléfono: (57- 2) 687 66 11 ext. 516 Cali, Colombia.
- Usted es usuario del Balance Hídrico actual base de datos, [contáctenos](#).
- Aprenda con nosotros a utilizar esta herramienta, [contáctenos](#).
- Consulte el [boletín meteorológico diario](#).
- Consulte la tabla de referencia de la [LARA](#).

INFORMES

RIEGOS, CÁLCULO BH,...

Programación de riegos

Cálculo del BH

Historial de suertes

Suertes asociadas con pluviómetro

Suertes asociadas con estación RMA

Suertes sin programación de riego

Reportes de riego

Reportes de riego por periodo de tiempo

Reportes de precipitación

Reporte precipitación por pluviómetro

Evaporación

Reporte de control administrativo del riego

Índice de sostenibilidad hídrica

Balance Hídrico *priorizado*

versión 4.0



CREAR / MODIFICAR
HDA, SUERTE, PLUV...

REGISTRAR DATOS
LLUVIAS, RIEGOS, LAS

COSECHAR
CORTES, RENOVACIONES

INFORMES
RIEGOS, CÁLCULO BH,...

Inicio

Habilitar/deshabilitar
suertes

Cambio edades de las
suertes en bloque

Gestor de usuarios

Información por correo
electrónico

CONFIGURACIÓN
ADMÓN DEL SISTEMA

¡ Bienvenido EDGAR !

El Balance Hídrico v.4.0 es una aplicación automatizada que almacena en web todos los datos disponibles en cualquier lugar a través de una conexión a internet. Los datos que usted puede consultar son:

Consejos para el usuario:

- Para obtener una visualización óptima del sistema utilice los siguientes navegadores o superiores:



Mozilla 6 Chrome Explorer 10

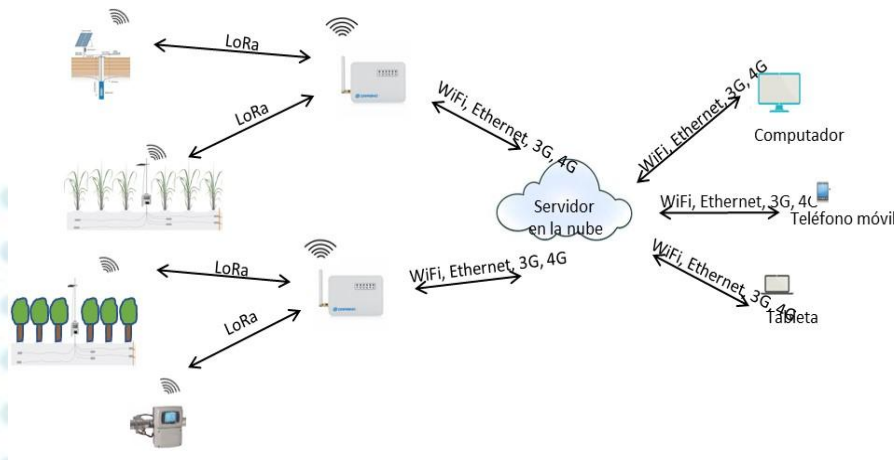
- Recuerde que el balance hídrico se puede iniciar después de una lluvia o un riego que garantice que el suelo llegue hasta capacidad de campo. En este caso la LARA (lámina de agua rápidamente aprovechable) se convierte en el capital base para iniciar la contabilidad del agua en el suelo.

¿ Necesita ayuda ?

- Si requiere ayuda para usar esta herramienta, por favor contacte al Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología de Cenicaña, admin_web@cenicana.org, Teléfono: (57- 2) 687 66 11 ext. 5168. Cali, Colombia.
- Usted es usuario del Balance Hídrico v.3.0 y quiere trabajar con su actual base de datos, [contáctenos](#).
- Aprenda con nosotros a utilizar esta herramienta, participe en los talleres de capacitación, [contáctenos](#).
- Consulte el [boletín meteorológico diario](#).
- Consulte la tabla de referencia de la [LARA](#).

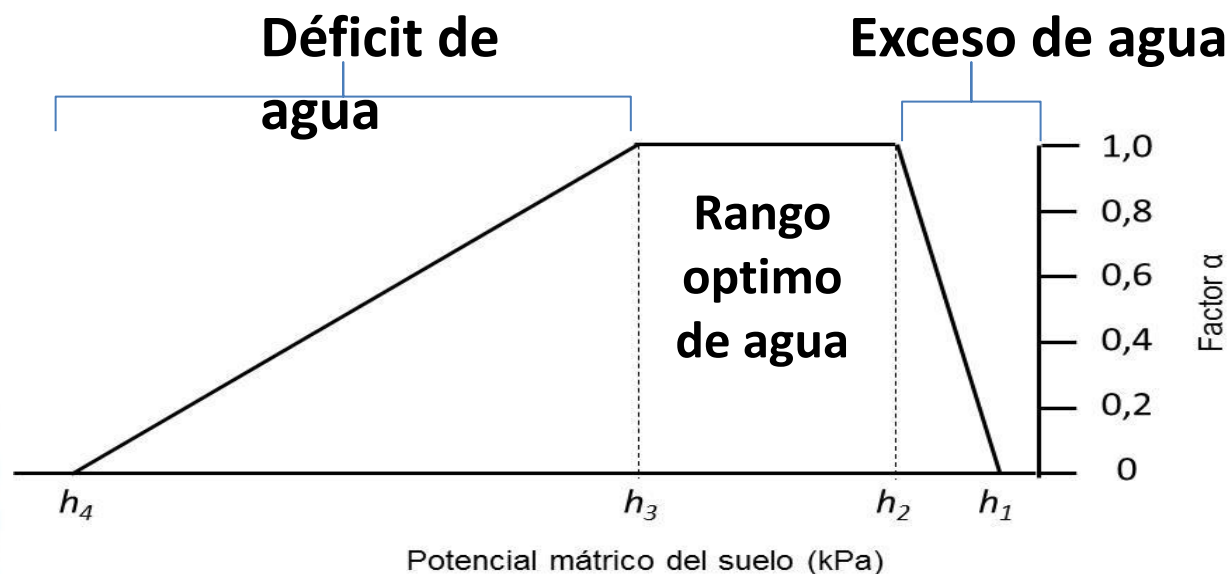
Programación de riegos mediante el uso de sensores

Sistema para el monitoreo del potencial mátrico del suelo para el manejo del riego en el cultivo de la caña



- Constituida por 6 sensores (3 a 30 cm y 3 a 45 cm de profundidad)
- Un sistema de lectura y almacenamiento de datos
- Un sistema de alimentación de energía (Batería, panel solar, regulador)
- Un sistema de transmisión de datos
- Caja hermética, tubo soporte
- Aplicación WEB (PC, Tablet, Celular)

Criterio actual para manejo del riego en los cultivos: **Rango de humedad del suelo o de tensión menos limitante**

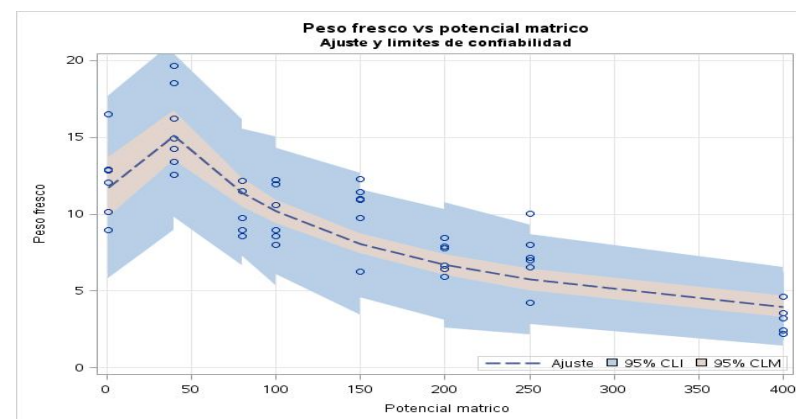
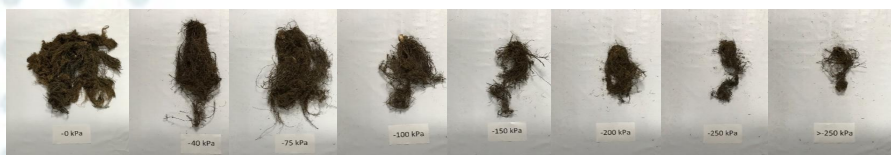
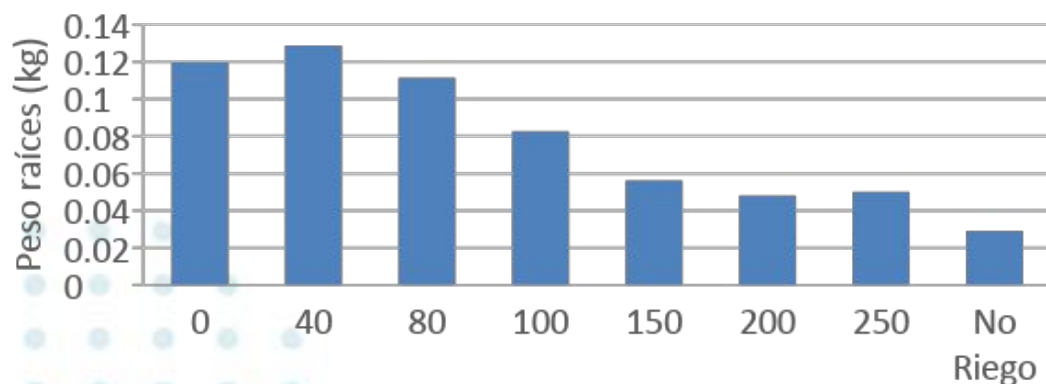


**Determinación
del potencial
hídrico del suelo
óptimo, para el
crecimiento y
desarrollo del
cultivo**

Caña de azúcar variedad CC 93-4418.
3 - 5 meses de edad

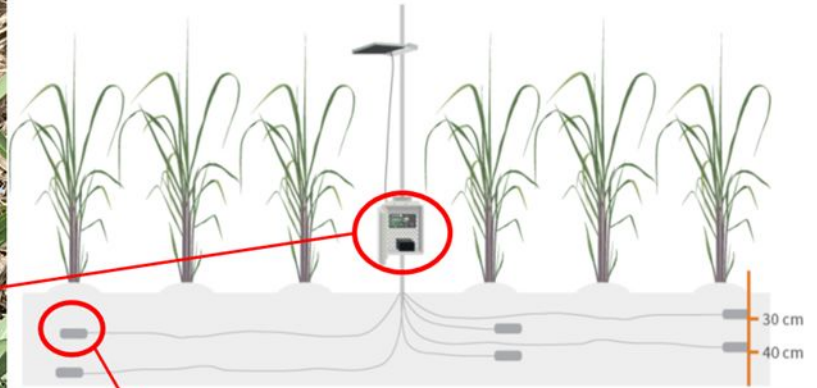


Efecto de la disponibilidad de agua en el suelo (tensión) sobre el desarrollo de raíces de un cultivo de caña



$$PDN = a. \exp \left[-0.5 \left(\frac{LN(h/x_o)}{b} \right)^2 \right]$$

Programación de los riegos mediante el uso de sensores de potencial mátrico



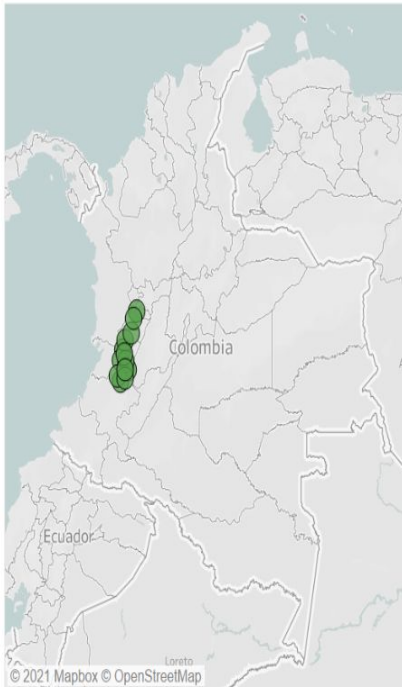
Las lecturas de los sensores superficiales se utilizan para programar los riegos y las de los sensores instalados entre 40 y 45 cm para verificar que el agua llegó hasta esta profundidad.



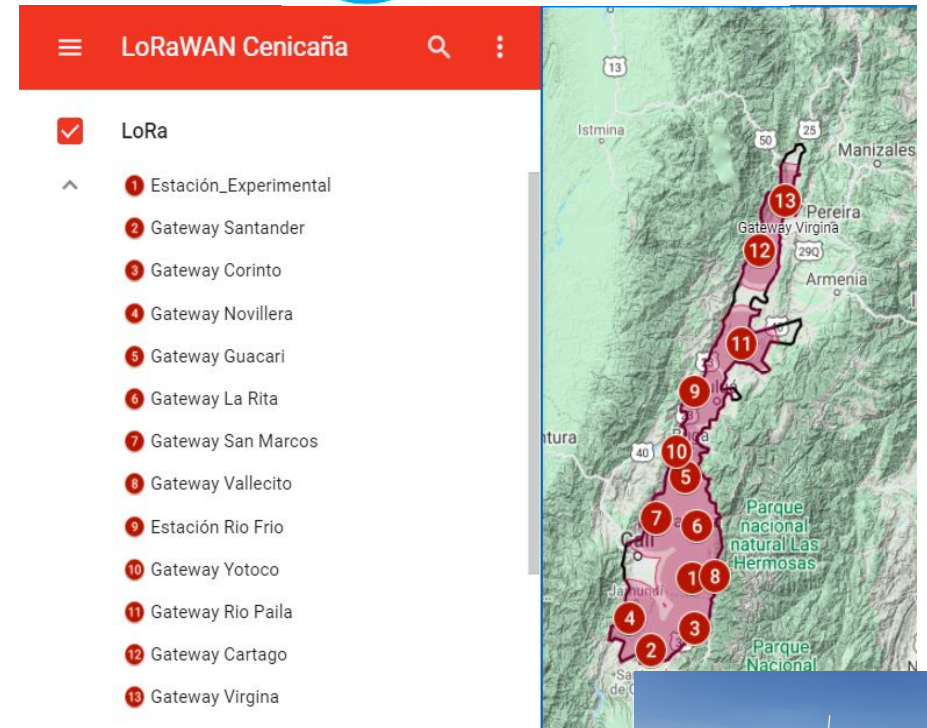
Sensor de matriz granular

Sistema de transmisión de datos vía LoRaWAN

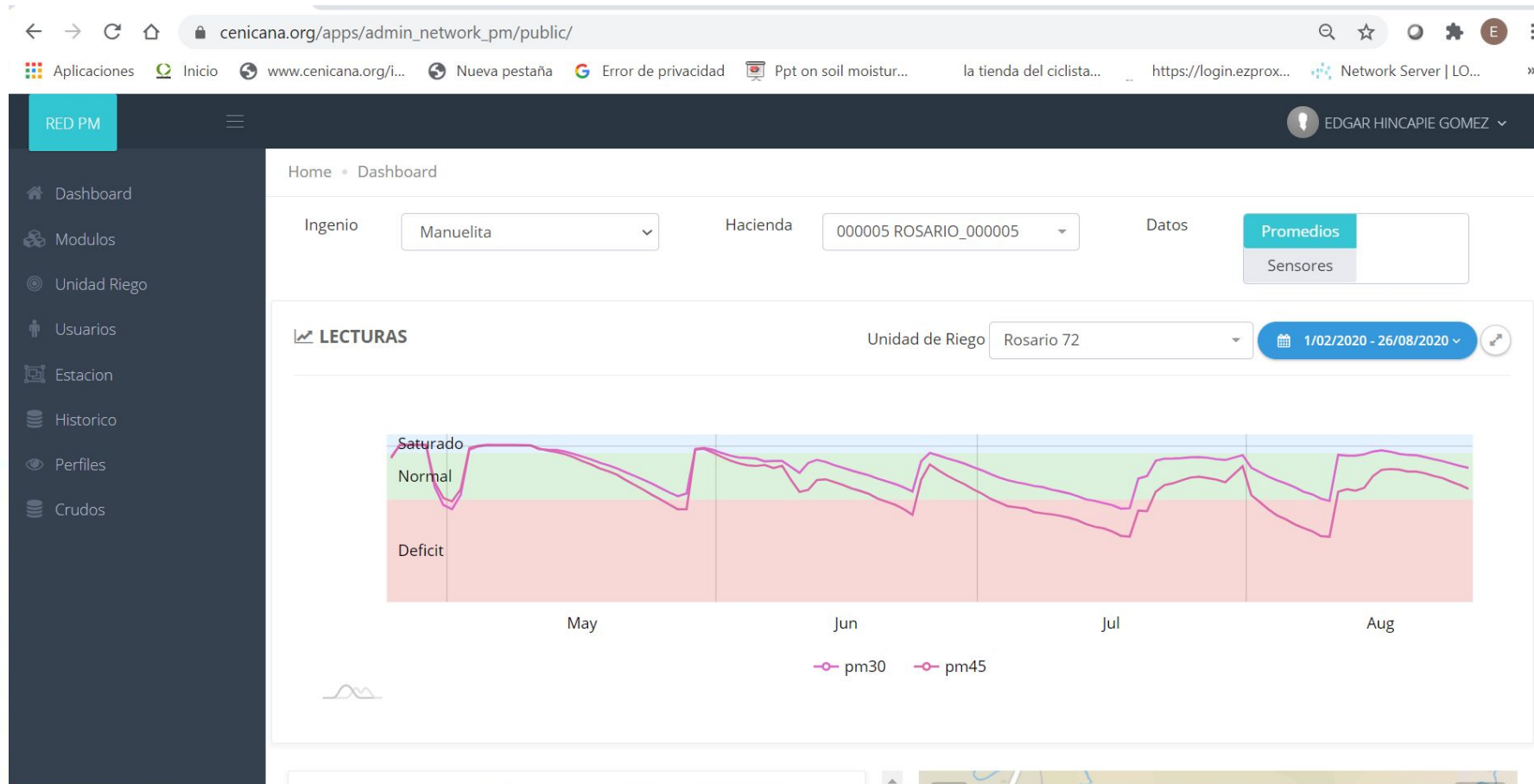
Red IoT del sector agroindustrial de la caña



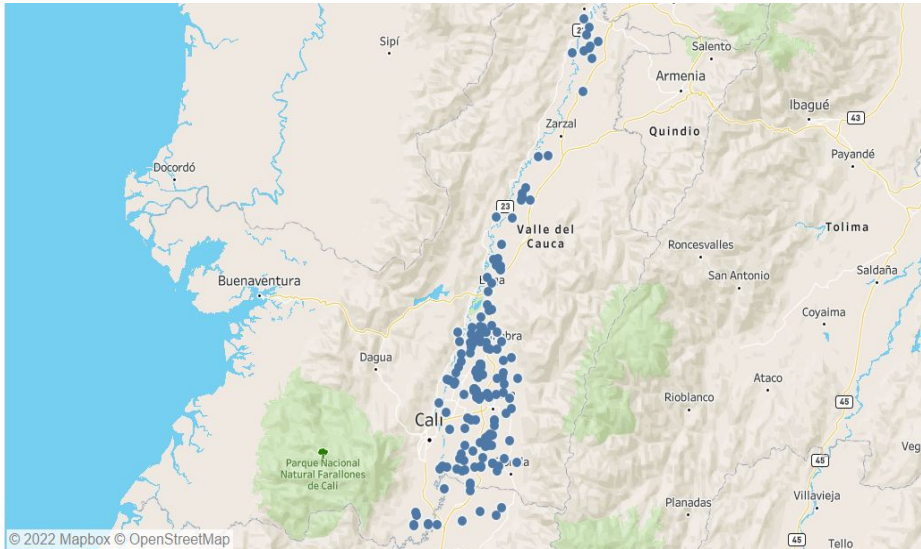
13 gateways instalados



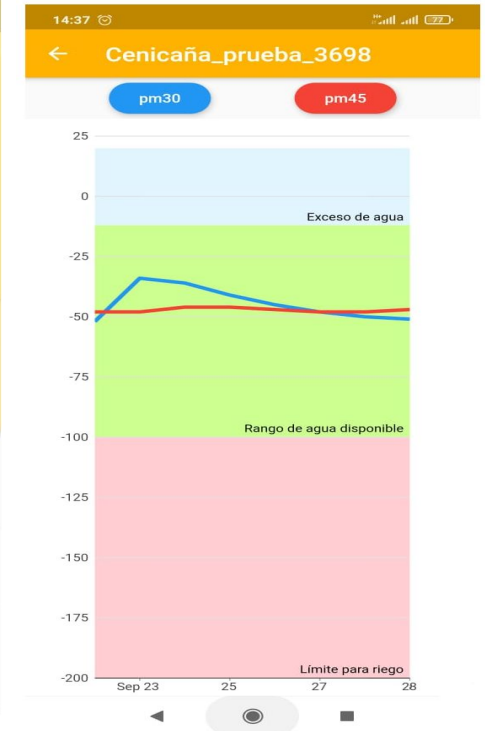
Aplicación para acceso a la información



Aplicación para acceso a la información



Estaciones PMS para manejo de la humedad del suelo en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca



Eficiencia del riego

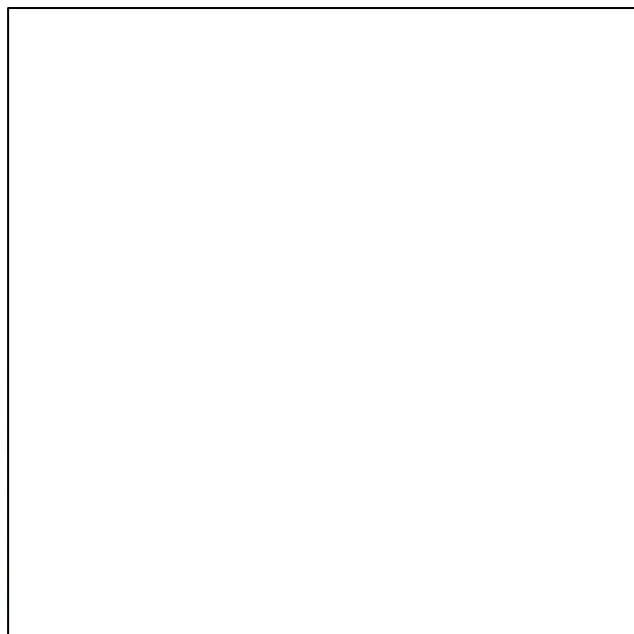
o Cómo determinar la calidad de la labor del riego

Implementar métodos de medición que permitan determinar volúmenes de agua extraídos de la fuente, volumen de agua en el punto de riego, agua almacenada en el perfil del suelo.

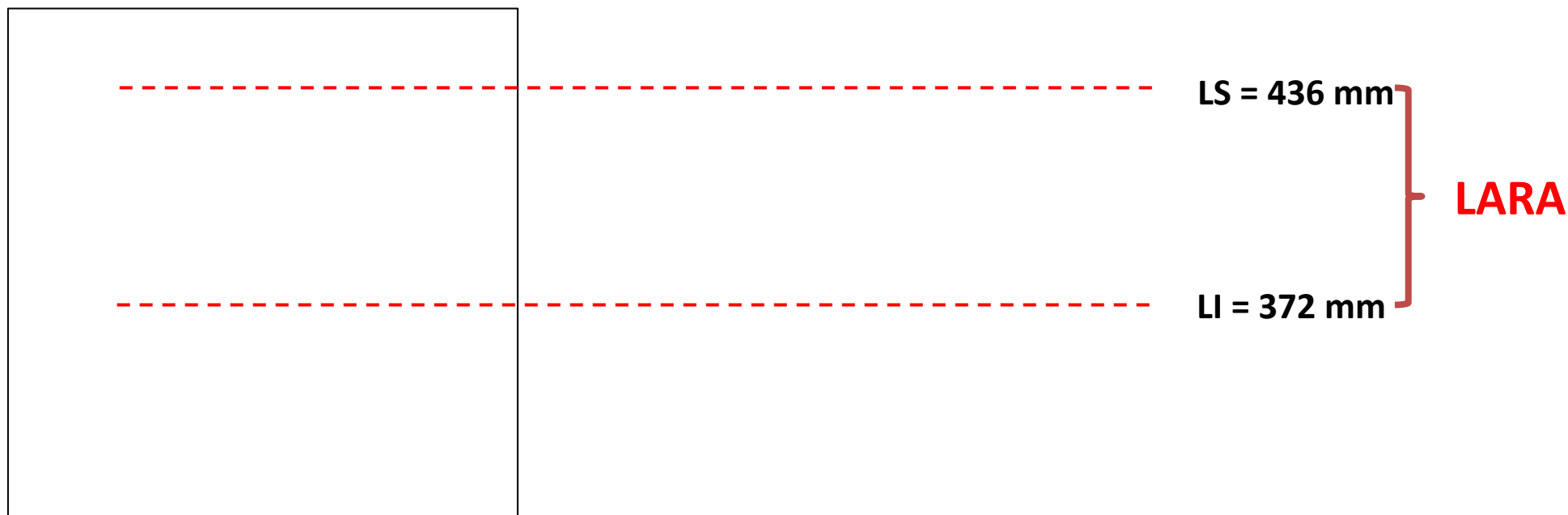
Realizar el control administrativo de la labor

- Tiempo de operación
- Consumo de energía eléctrica
- Requerimiento de personal

Dinámica del agua en suelos consociación Palmira cultivados con caña de azúcar



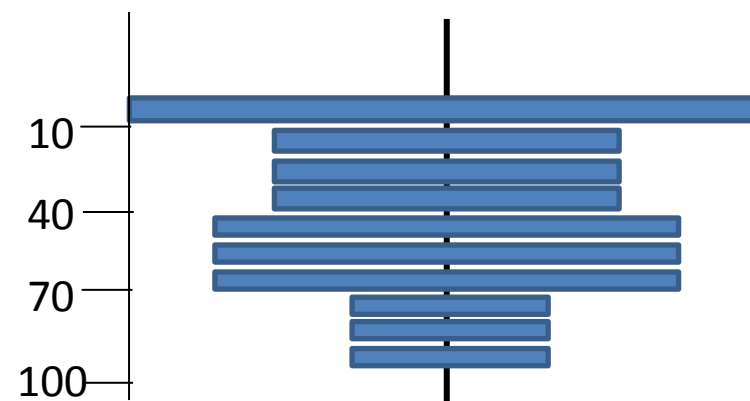
Dinámica del agua en suelos consociación Palmira cultivados con caña de azúcar



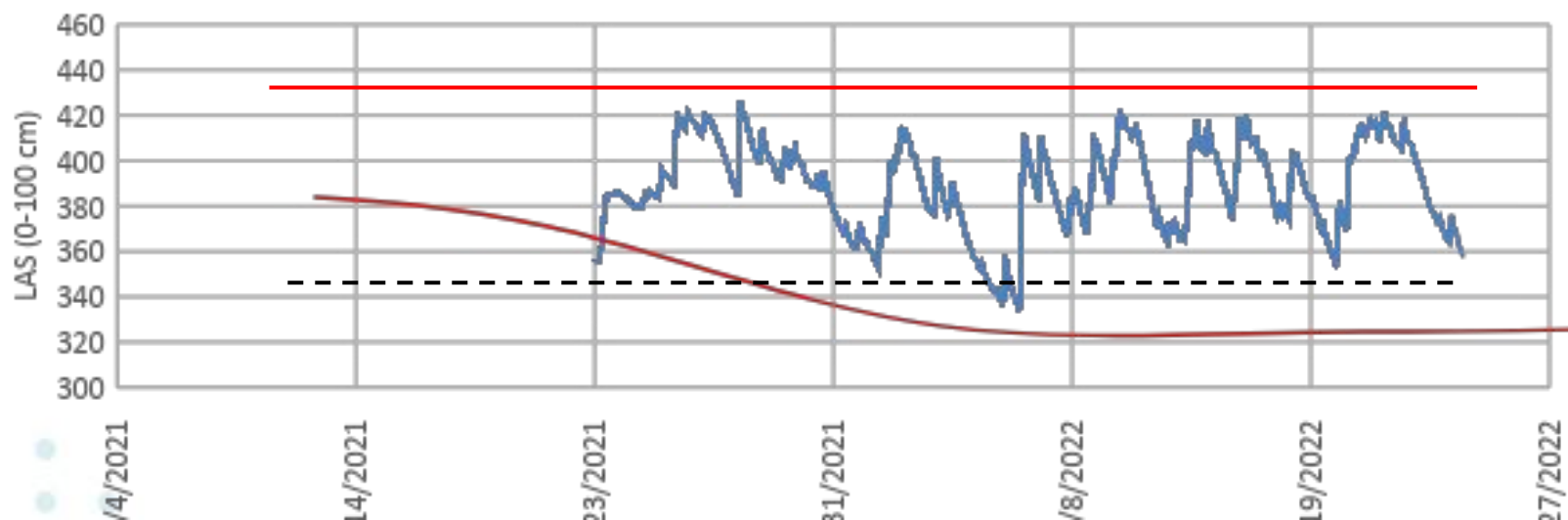
LS = Límite superior, LI = Límite inferior

Dinámica del agua en suelos cultivados con caña de azúcar

Profundidad (cm)	Humedad volumétrica (%)		Lámina de agua (mm)
	Límite inferior	Límite superior	
0 - 10	26.01	40.58	14.48
10 - 40	26.18	34.01	23.49
40 - 70	37.28	48.29	33.03
70 - 100	47.45	54.03	19.74



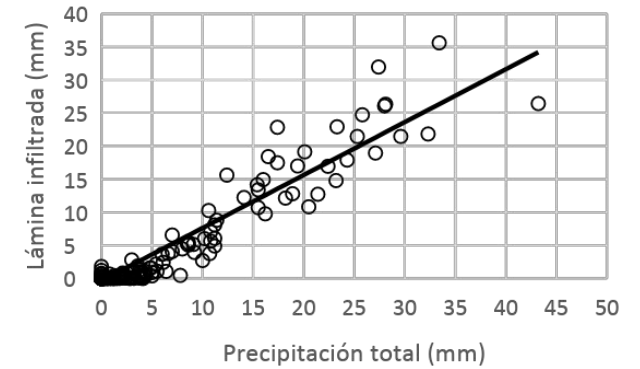
Disponibilidad de agua en el suelo para el cultivo de la caña



$$LARA = a x^b$$

a y b = coeficientes
x = Edad del cultivo

Precipitación efectiva



Medición del volumen de agua para riego



**Sensor de ultrasonido
para canales abiertos**



**Sensor magnético para
tuberías**



Medición del volumen de agua aplicado



Monitoreo en continuo de la humedad del suelo

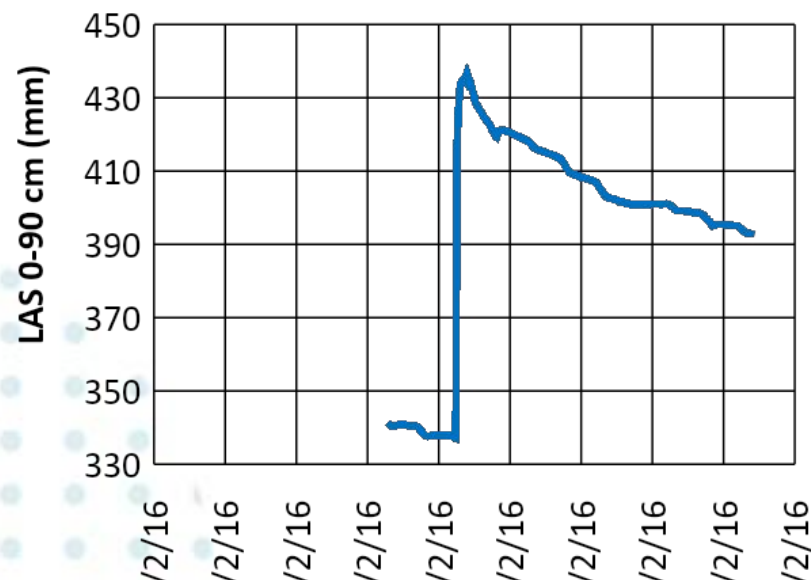


Eficiencia del riego

Día No.	LAS (mm)	ETc (mm)
0	337.00	-
0	428.32*	-
1	425.47	9.95
3	419.51	5.95
4	414.23	5.27
5	407.66	6.57

*Riego $1354 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (135.4 mm)
Lamina almacenada 91.32 mm
Eficiencia = 67.4 %

Monitoreo en continuo de la humedad del suelo



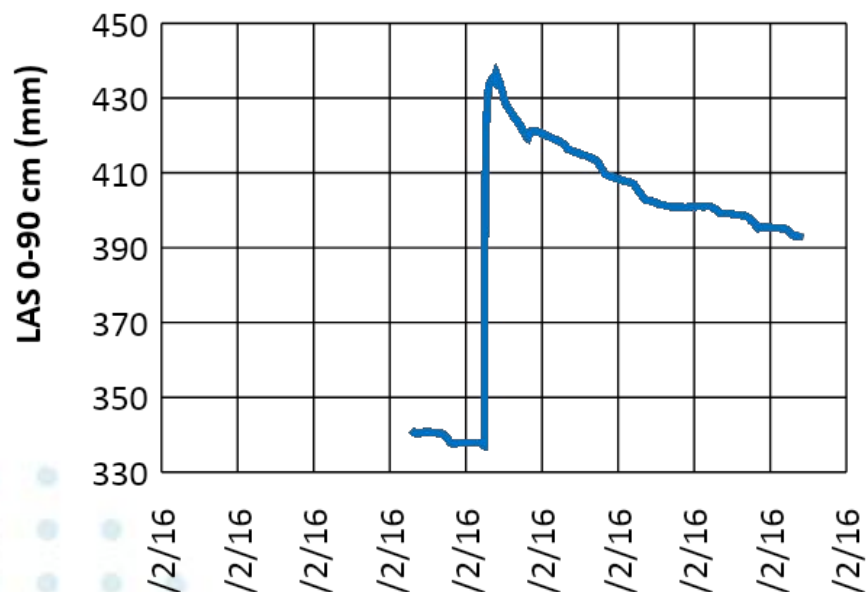
Extracción de agua del suelo

Prof. Cm	LÁMINA DE AGUA mm		EXTR %
	DR	AR	
0-30	155.91	98.24	55.08
30-60	140.94	113.79	25.93
60-90*	145.71	125.83	18.98

AR=Antes riego, DR = Después riego

EXTR = Extracción, *Drenaje

Monitoreo en continuo de la humedad del suelo



Acumulación de agua en el suelo

Prof. cm	LÁMINA DE AGUA (mm)		
	AR	DR	ACUM
0-30	97.82	154.60	56.78
30-60	113.49	136.78	23.28
60-90	125.69	136.94	11.24

AR=Antes riego, DR = Después riego

ACUM = Acumulada

Gestión del agua en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca

- Fortalecimiento de los programas de capacitación y transferencia de tecnología
- Creación escuela de regadores





Gracias