

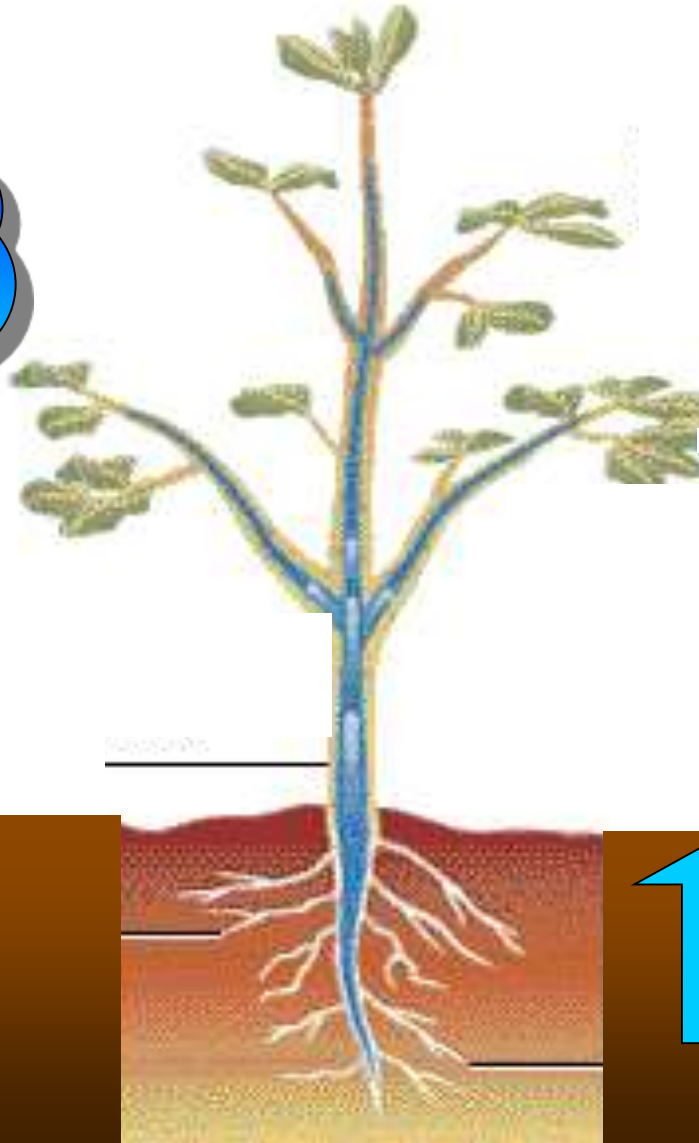
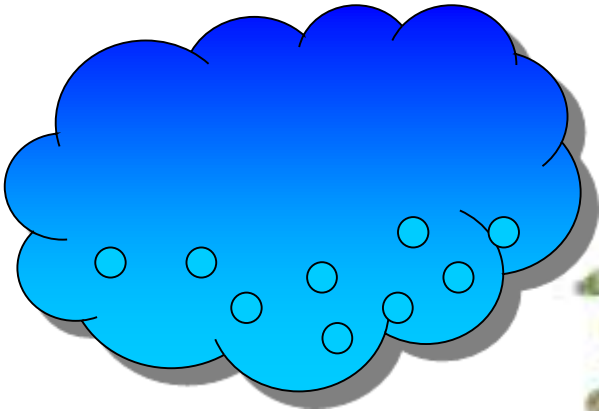
# V Congreso Internacional en Ciencias Agropecuarias en Producción Vegetal y Animal

19 - 20 - 21 DE NOVIEMBRE DE 2019 - SALINAS - ECUADOR

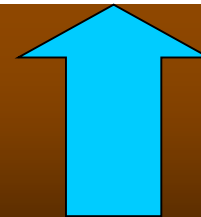
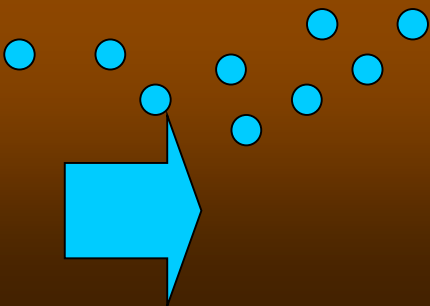
## RIEGO TECNIFICADO EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA

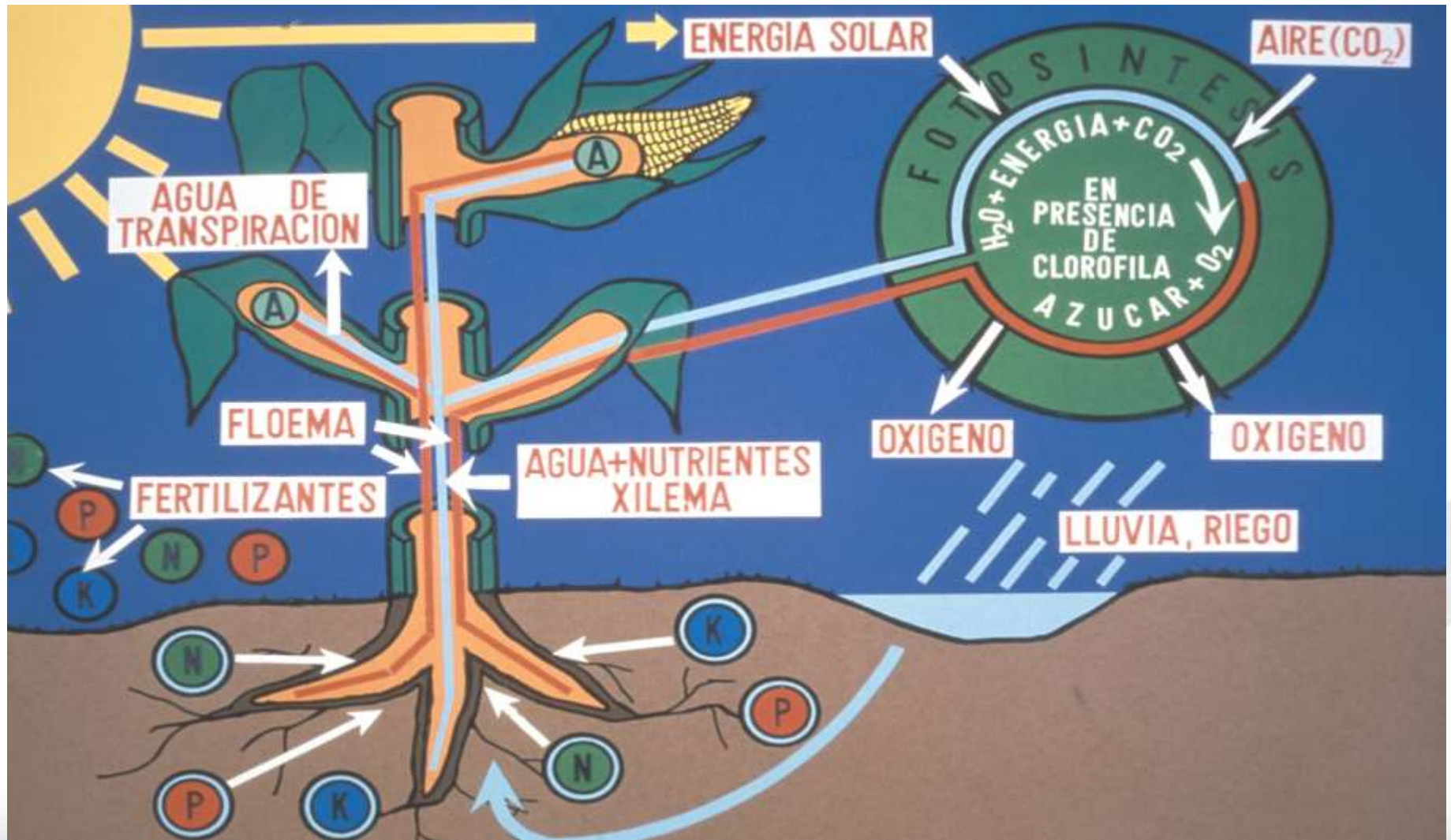
Dr. Marcelo Calvache Ulloa , PhD.  
UCE

- EL AGUA EN LAS PLANTAS



**98%  
AGUA**







## COMPOSICION MEDIA DE UNA PLANTA EN % DE MATERIA SECA



80 % AGUA	42 %	CARBONO		SUMINISTRADOS POR EL AIRE Y AGUA	
	44 %	OXIGENO			
	6 %	HIDROGENO			
	20 % MATERIA SECA	2 %	NITROGENO	NUTRIENTES PRINCIPALES	SUMINISTRADOS A TRAVES DEL SUELO
		0,4 %	FOSFORO		
		2,5 %	POTASIO		
		1,3 %	CALCIO	NUTRIENTES SECUNDARIOS Y MICRO - ELEMENTOS	
		0,4 %	MAGNESIO		
		0,4 %	AZUFRE		
		1 %	MICRO - ELEMENTOS		

# EFFECTOS DE LA SEQUÍA



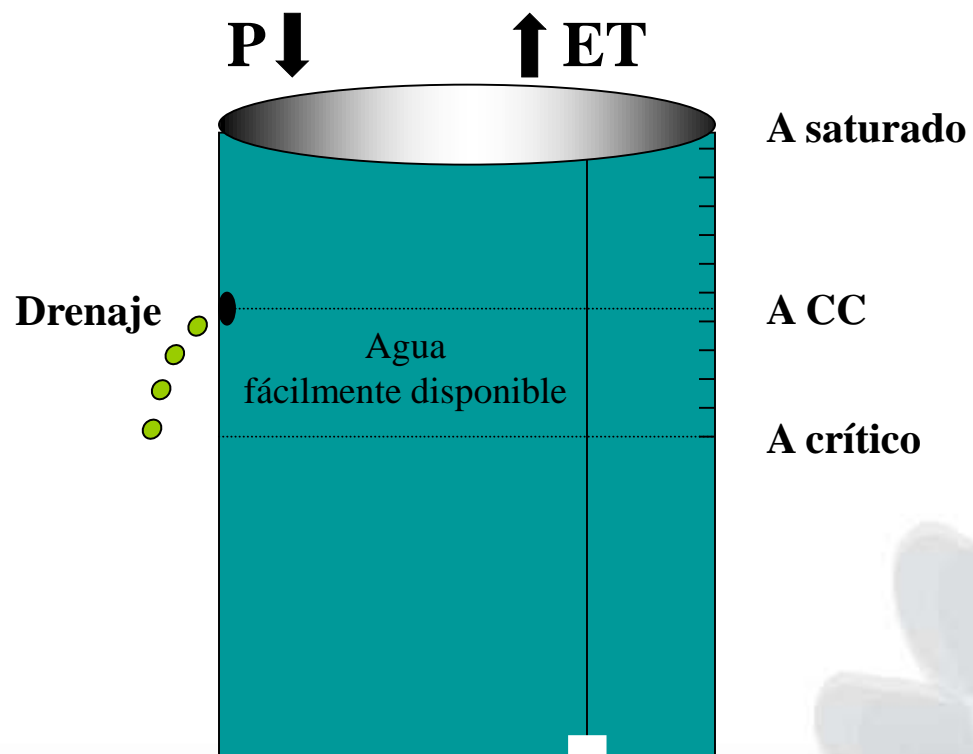
**ENCARTUCHAMIENTO DE HOJAS  
FLORES MASCULINAS**



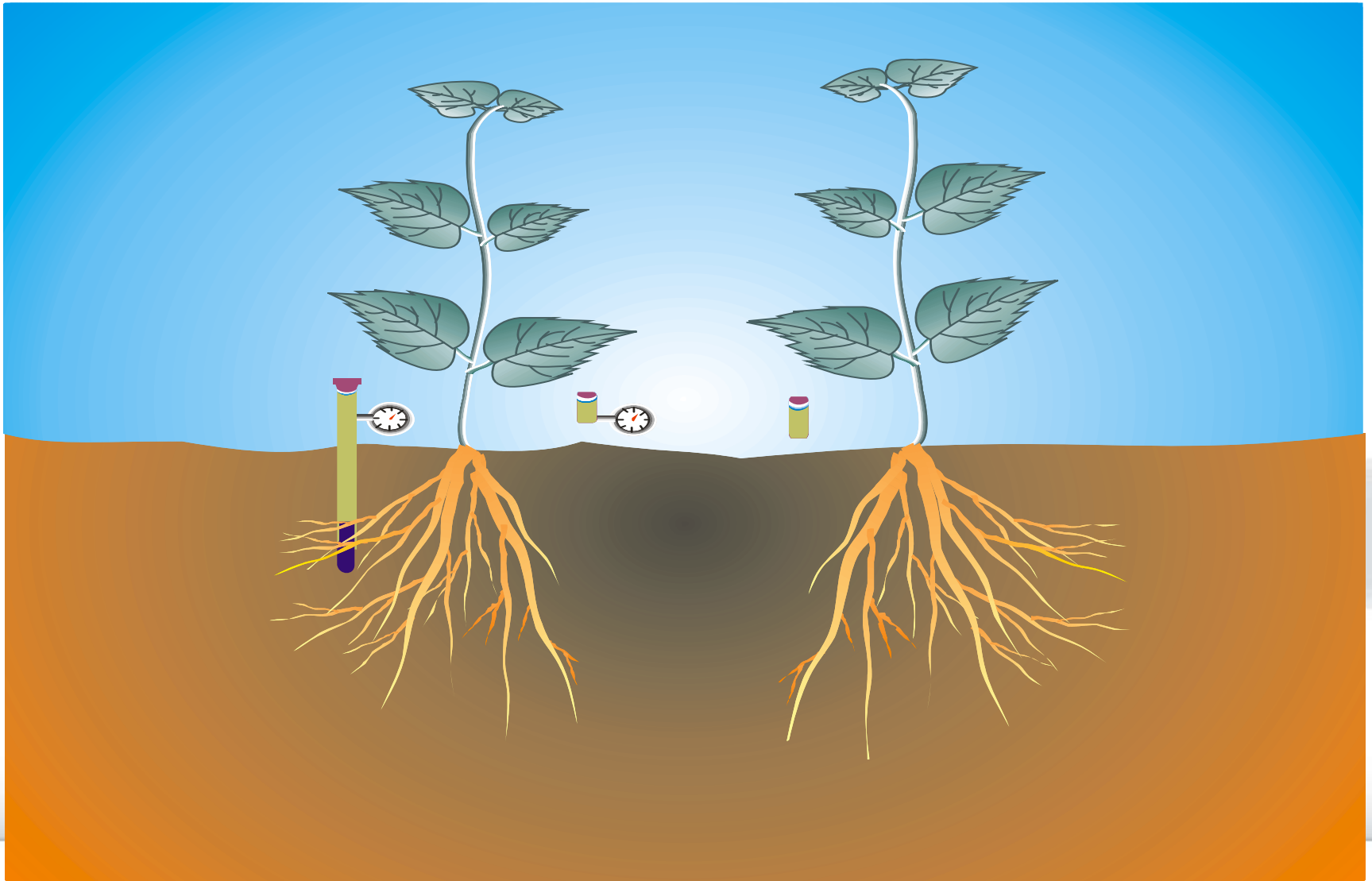
# EFFECTOS DEL RIEGO



# CALIBRACION DEL LISIMETRO “MC”

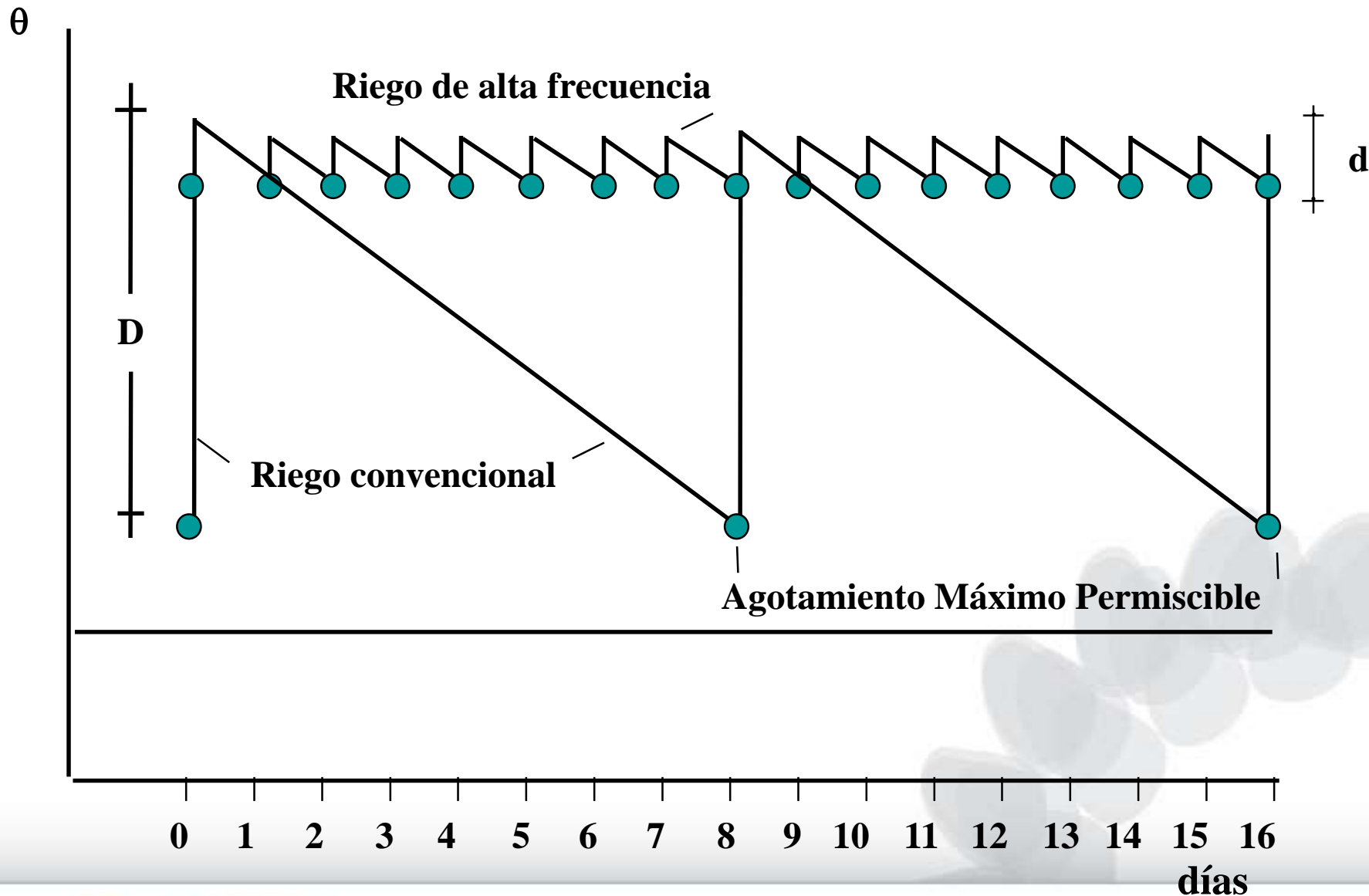


# UBICACIÓN DE TENSÍOMETROS EN PROFUNDIDAD

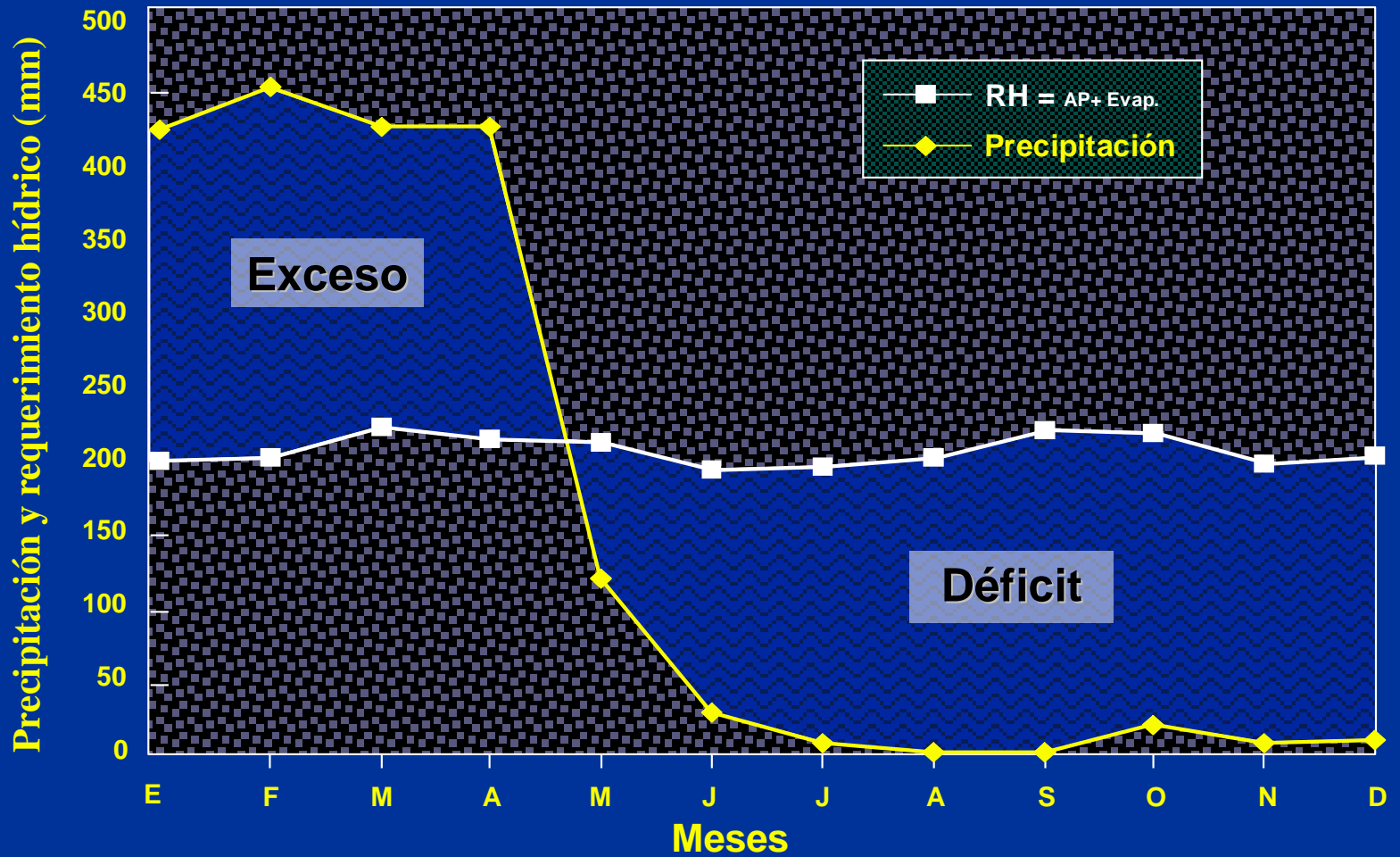




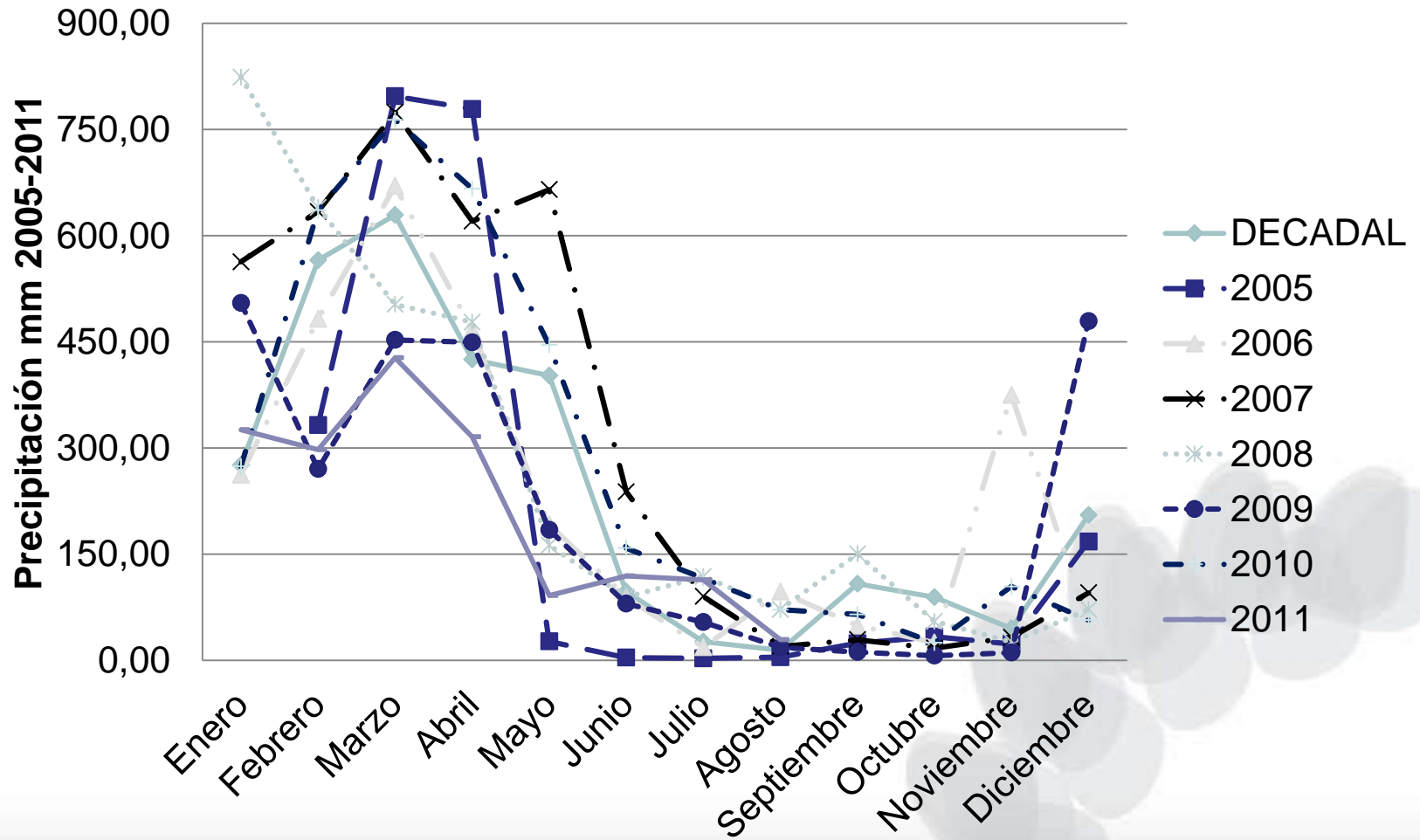
# RIEGO DE ALTA FRECUENCIA Y CONVENCIONAL



# PROMEDIO DE LA PRECIPITACION Y EL REQUERIMIENTO HIDRICO PARA EL CULTIVO DE PALMA EN LA ZONA DE QUEVEDO )

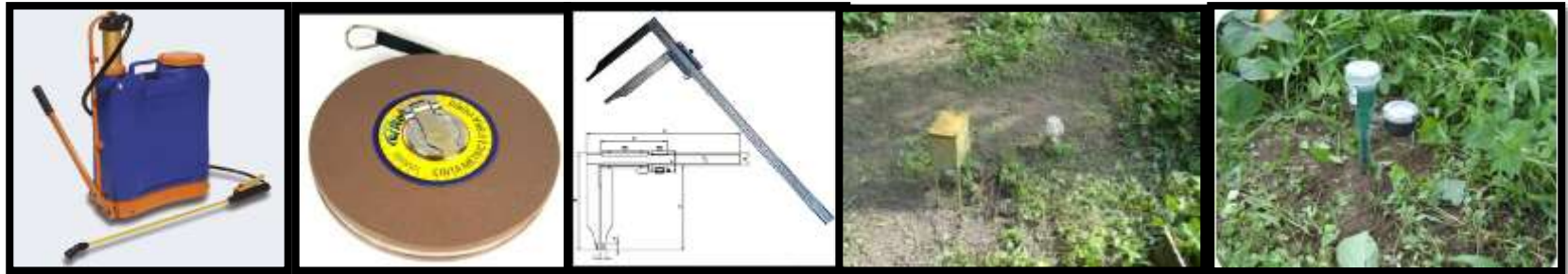


# PRECIPITACIÓN





# MATERIALES



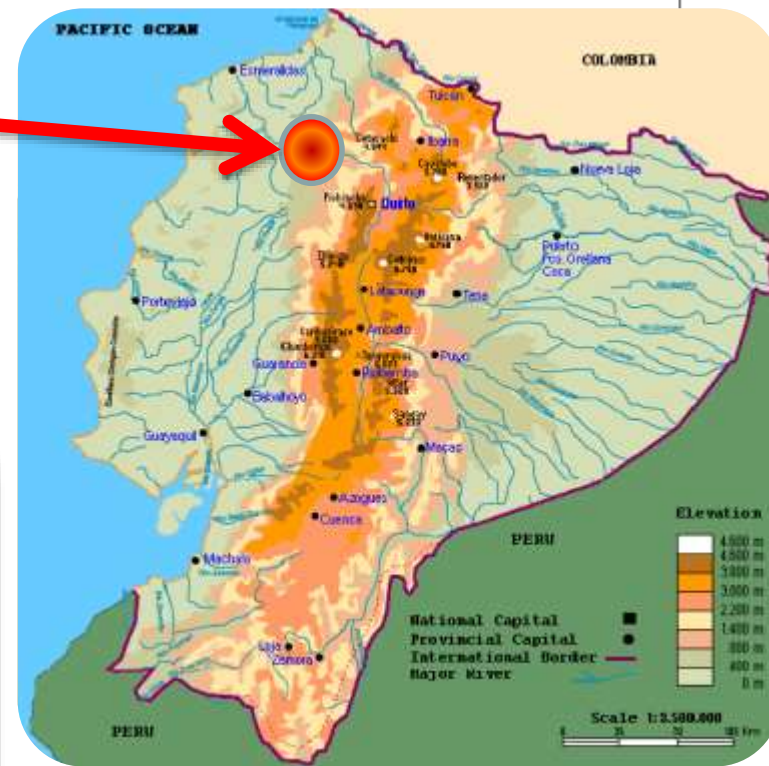
## OFICINA

## OTROS MATERIALES

## FERTILIZANTES Y PESTICIDAS

**MURIATO DE POTASIO**  
STANDARD  
60% K<sub>2</sub>O





**Provincia:**

Sto. Domingo de los Tsáchilas

**Cantón:**

La Concordia

**Sector:** km. 37½ vía Sto.Domingo - Quinindé

**Altitud:** 264 m.s.n.m.

**Latitud:** 0°02'29" S

**Longitud :** 79°24'54" O

**Temperatura prom:** 24.2°C

**Heliofanía:** 626 h/luz

**HR:** 87%

**Prec. Prom. Anual:** 2928.72 mm

**Nubosidad:** 7/8



# RIEGO x ASPERSIÓN

# HÍBRIDOS



INIAP



CIRAD



ASD



# EMISIÓN FOLIAR

## #hojas/mes





# RENDIMIENTO TM/ha





# NÚMERO DE RACIMOS/PLT.



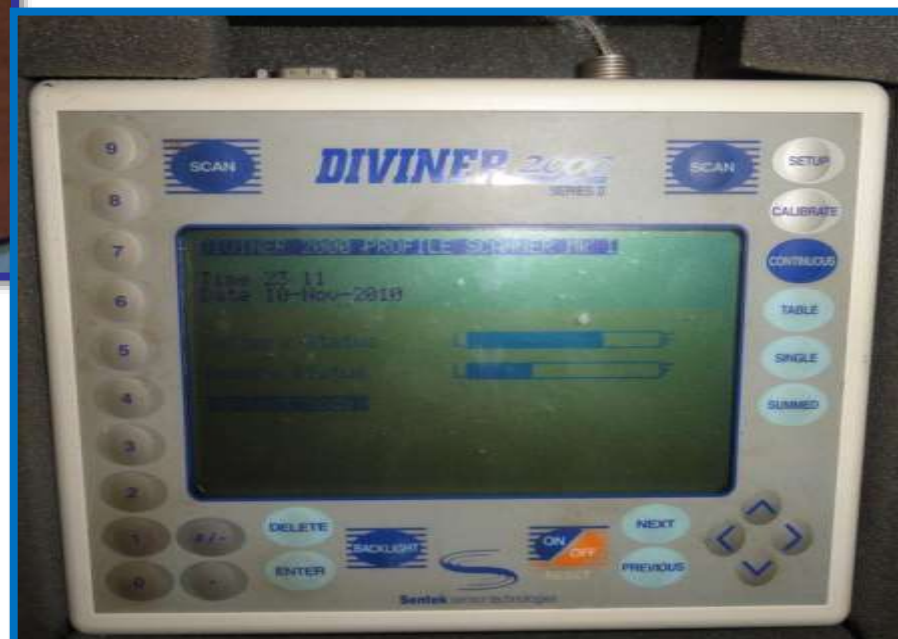
# PESO PROMEDIO DE RACIMOS kg/racimo







**Figura 3. Consola y sonda DIVINER 2000. CIPAL, 2010.**



**Figura 4. Consola para visualización de datos DIVINER 2000. CIPAL, 2010.**



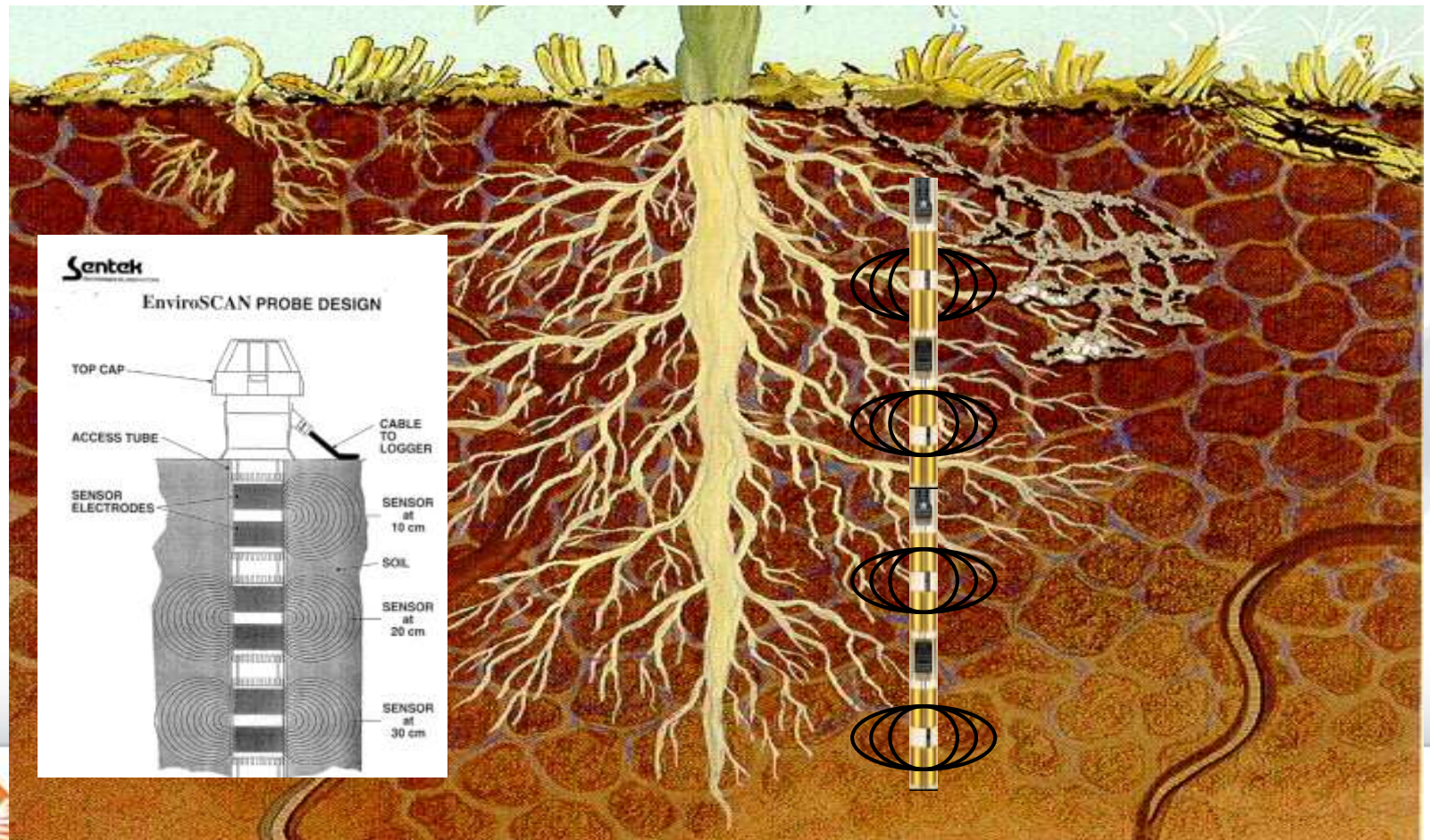
**Figura 5. Introducción de la sonda del DIVINER 2000, para la toma de datos. CIPAL, 2010.**



**Figura 6. Toma de datos de la conductividad hidráulica no saturada.. CIPAL, 2010.**



# Monitoreo de la dinámica del agua en el suelo



# RESULTADOS

**Cuadro 2. Cálculo de la conductividad hidráulica no saturada utilizando los LECTURA DE LA HUMEDAD (mm agua/10cmsuelo)**

Perfil del suelo	Tiempo (horas)						
	0	6,3	19,4	30,1	54,1	65,1	319,6
10 cm	41,338	34,537	33,417	31,165	30,787	29,910	28,930
20 cm	41,918	41,773	40,833	40,761	40,331	39,830	39,410
30 cm	43,016	42,137	40,403	40,117	39,904	39,120	38,910
40 cm	45,100	45,025	44,201	43,237	43,978	43,680	41,770
50 cm	45,401	45,477	44,425	44,052	43,904	43,530	42,060
60 cm	43,904	43,459	42,942	43,163	42,209	41,990	39,970
70 cm	41,338	40,117	39,195	39,620	38,773	38,140	36,630
80 cm	42,283	41,555	41,555	40,977	40,761	40,550	38,840
90 cm	36,763	35,339	35,272	34,471	34,074	34,010	32,440
100 cm	38,493	37,106	36,695	35,811	35,676	35,610	33,740
Humedad (mm agua/10cm de suelo)	41,955	40,652	39,894	39,338	39,040	38,637	37,270
Hva (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	0,420	0,407	0,399	0,393	0,390	0,386	0,373
A mm	419,553	406,524	398,939	393,375	390,397	386,370	372,700
ΔA m m		13,029	7,586	5,564	2,978	4,027	13,670
k mm/h		2,076	0,577	0,523	0,124	0,363	0,054
k(mm/día)		49,815	13,842	12,546	2,980	8,724	1,289
Hvb cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>		37,800	36,901	36,253	35,743	35,643	34,675



Frecuencias de riego: (El vergel, 1996)

Tratamientos	Producción (t/ffha/año)	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
T1 (7 días)	36	2,22	0,15	0,86	0,89	0,16
T2 (14 días)	32	2,28	0,15	0,83	0,89	0,17
T3 (21 días)	30	2,26	0,15	0,86	0,9	0,16
Testigo	19	2,18	0,15	0,85	0,93	0,15
Nivel Opt. Cultivo	40	2,5	0,15	1,00	0,60	0,24

# CUANTO REGAR

Mediante Datos del Tanque de Evaporación MC

EMC = Evaporación del Tanque MC en mm / día

Kc = Coeficiente del Cultivo

$$ETc = Kc \times EMC$$

Otros parámetros a considerar son :

$$Lb = ETc / Ea$$

Donde :

Lb = Cantidad de agua aplicar (lámina bruta)

ETc = Ln = Necesidades Netas de agua

Ea = Eficiencia de aplicación

# Cálculo de los requerimientos hídricos y necesidades de riego en palma aceitera El Vergel-Quevedo, 1990

Mes	Eto (mm día)	Kc	Etc (mm/mes)	Lluvia (mm/mes)	Nec. Riego (mm/mes)
Enero	2.6	0.8	64.48	139.6	0
Febrero	2.8	0.8	62.72	144.3	0
Marzo	2.9	0.8	71.92	143.1	0
Abril	2.8	0.8	67.20	137.3	0
Mayo	2.5	0.8	69.44	104.2	0
Junio	2.1	0.8	50.40	57.3	0
Julio	2.1	0.8	52.08	24.6	27.48
Agosto	2.4	0.8	59.52	12.7	46.82
Septiembre	2.6	0.8	62.40	16.4	48.08
Octubre	2.7	0.8	66.96	20.1	46.86
Noviembre	2.7	0.8	64.80	33.4	33.56
Diciembre	2.6	0.8	64.48	110.0	

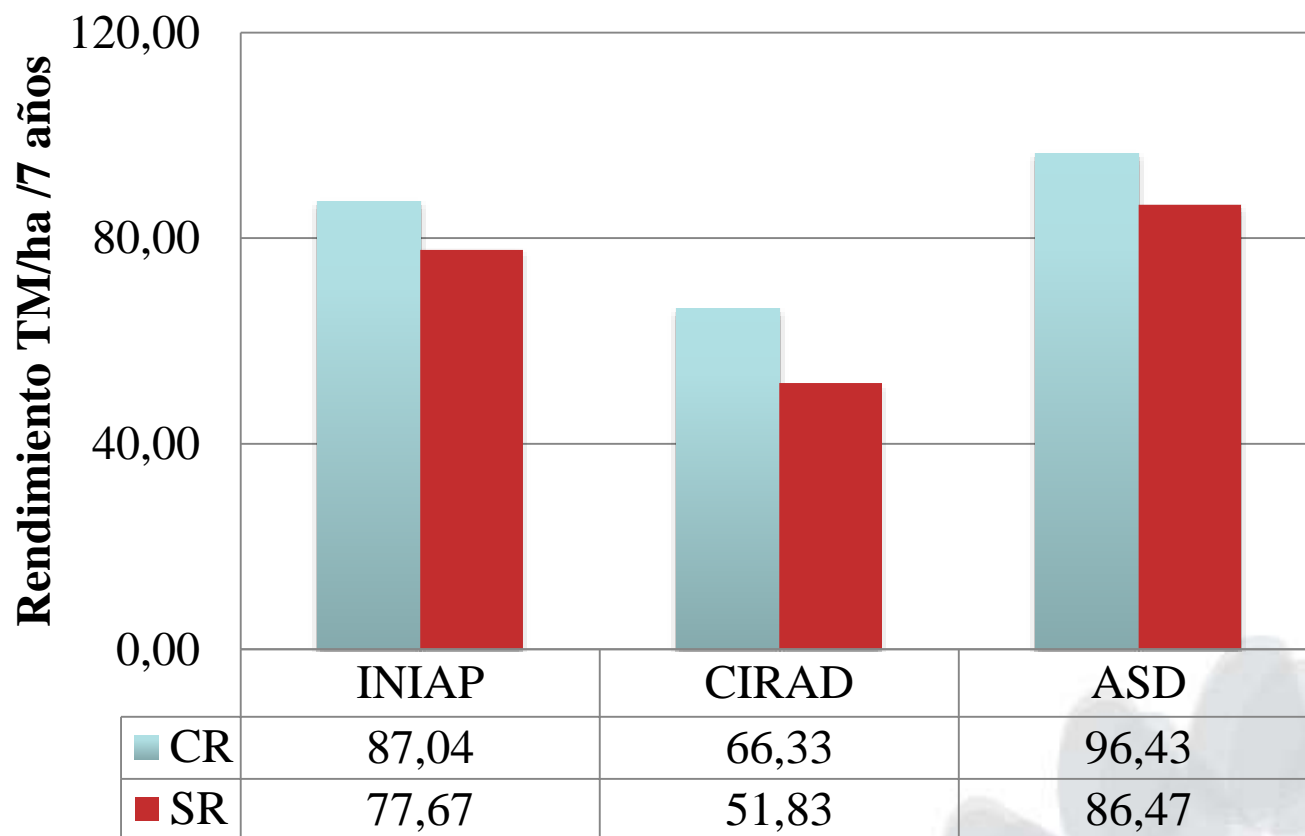


# Cálculo de los requerimientos de agua y de lámina de riego en palma africana La Concordia, 1990

Mes	Etp (mm)	Kc	ETc (mm/mes)	Lluvia (mm/mes)	Nec. Riego (mm/mes)
Enero	2.40	0.8	59.52	148.70	00
Febrero	2.60	0.8	58.24	155.50	00
Marzo	2.80	0.8	69.44	160.50	00
Abril	2.60	0.8	62.40	159.30	00
Mayo	2.40	0.8	59.52	131.00	00
Junio	2.10	0.8	50.40	116.60	00
Julio	2.20	0.8	54.56	70.60	00
Agosto	2.20	0.8	54.56	53.60	10.96
Septiembre	2.10	0.8	50.40	45.30	15.10
Octubre	2.40	0.8	59.52	53.80	15.72
Noviembre	2.30	0.8	55.20	52.80	12.40
Diciembre	2.30	0.8	57.04	116.00	00

# Utilidad Incremental de Palma Aceitera en función de la frecuencia de riego. El Vergel. 1990. (Palmas de 10 años)

Tratamientos	Producción (t/ha/año)	I. B (\$/ha/año)	C. Riego (\$/ha/año)	I. Neto (\$/ha/año)	BI/CI
Testigo	19.00	1520.00	0.00	1520.00	0.0
T1 (7días)	36.00	2880.00	240.00	2640.00	5,7
T2 (14 días)	32.00	2560.00	220.00	2340.00	4.7
T3 (21 días)	30.00	2400.00	200.00	2200.00	4.4



**Gráfico 4.** Rendimiento acumulado promedio (7 años) para la interacción R x H en la Influencia del riego en el comportamiento de tres Híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). La Concordia, Santo Domingo de los Tsáchilas, 2011.



# ANÁLISIS FINANCIERO

**Cuadro 19.** Análisis financiero en el estudio de la Influencia del Riego en el comportamiento de tres Híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). La Concordia, Santo Domingo de los Tsáchilas, 2011.

Híbrido	Producción TM/ha/año	Precio* USD/TM	Ingreso USD/ha	Ingreso/ Planta USD	Costo Oper. /planta USD	B/C (Beneficio /Costo)
<b>INIAP CR</b>	20.60	185.22	3815.53	26.68	11.29	<b>2.36</b>
<b>INIAP SR</b>	18.14	185.22	3359.89	23.50	9.55	<b>2.46</b>
<b>CIRAD CR</b>	16.02	185.22	2967.22	20.75	11.29	<b>1.84</b>
<b>CIRAD SR</b>	15.52	185.22	2874.61	20.10	9.55	<b>2.10</b>
<b>ASD CR</b>	20.30	185.22	3759.97	26.29	11.29	<b>2.33</b>
<b>ASD SR</b>	19.16	185.22	3548.82	24.82	9.55	<b>2.60</b>



# Métodos de manejo del experimento

- Análisis Financiero

Se determinaron los costos operacionales de una planta con riego y una planta sin riego en el año, y se procedió a calcular el beneficio costo incremental (Bi/Ci), ya que este análisis es residual y solo contempla las ganancias que se obtienen al implementar la nueva tecnología.

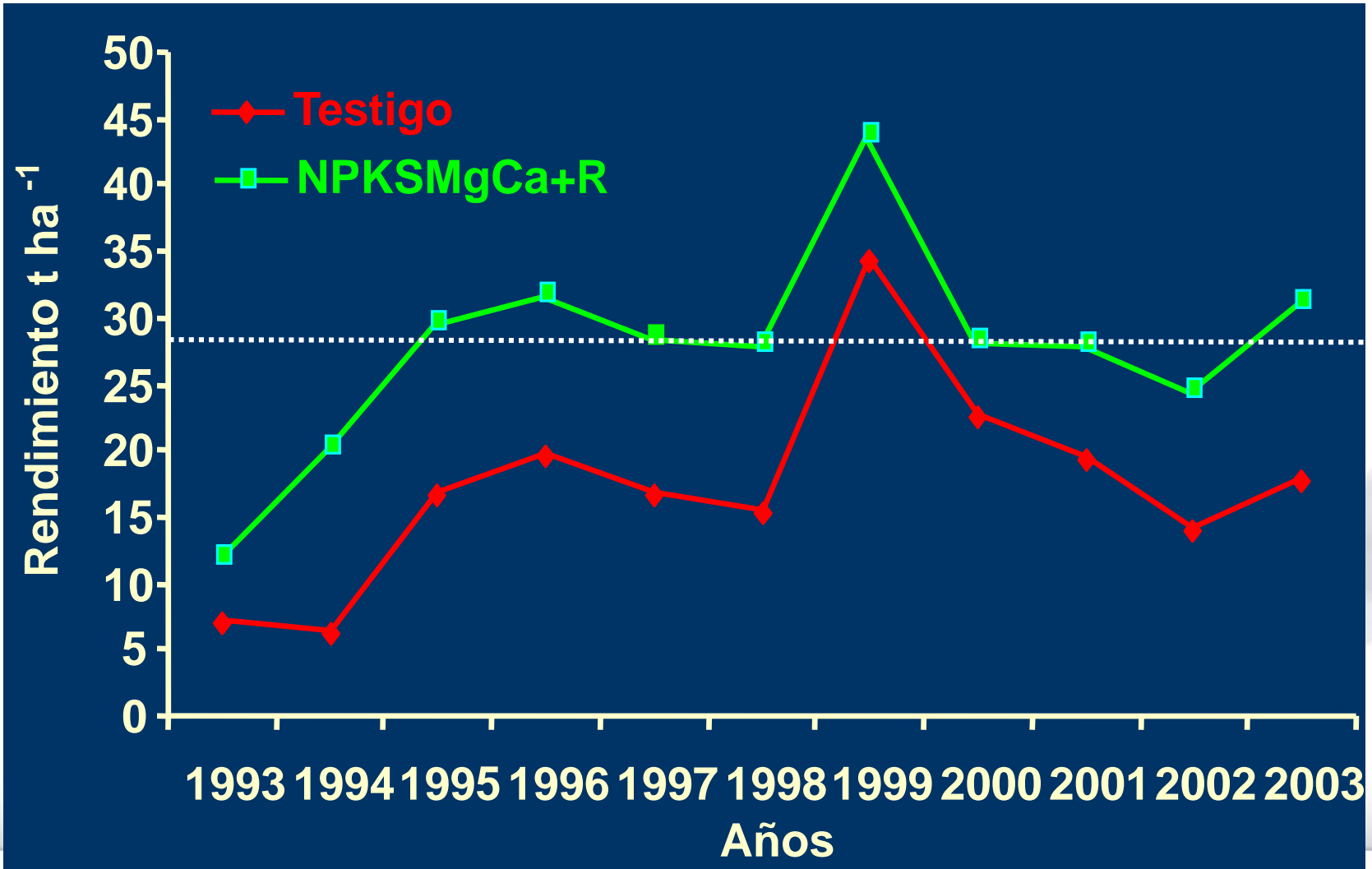
- $BI = \frac{B.Riego - B.Testigo}{C.Riego - C.Testigo}$
- $> 1$  RENTABLE

# Utilidad Incremental de Rendimiento. Lote 5. EESD. 2000. (Palmas de 15 años)

Tratamientos	Producción (t/ha/año)	I. B (\$/ha/año)	C. Riego (\$/ha/año)	I. Neto (\$/ha/año)	BI/CI
F. Palmicultor	12.40	992.00	0.00	992.00	0.0
F.E. + riego	27.73	2218.40	200.00	2018.40	<b>6,1</b>
F.E + riego + CO <sub>3</sub> Ca	23.26	1860.80	200.00	1660.80	4,3



# RESULTADOS DE RENDIMIENTOS ENTRE EL TESTIGO Y LA FERTILIZACION BALANCEADA, A TRAVES DEL TIEMPO



# Riego

$$LN = Etc = EV MC \times Kc$$

De donde:

- **LN** = Lámina neta de riego
- **Etc** = Evapotranspiración relativa del cultivo
- **EV MC** = Evaporación del Lisímetro MC
- **Kc** = Coeficiente del cultivo (1.0)

## Cálculo del tiempo de riego

$$T = (A \times LB)/Q$$

De donde:

- **T** = Tiempo de riego
- **A** = Área de riego (m<sup>2</sup>)
- **Q** = Caudal (2.79 gl/min)
- **LB** = Lámina bruta que es LN/Ea
- **Ea** = Eficiencia de aplicación determinada por CUC

# ...previo a los resultados

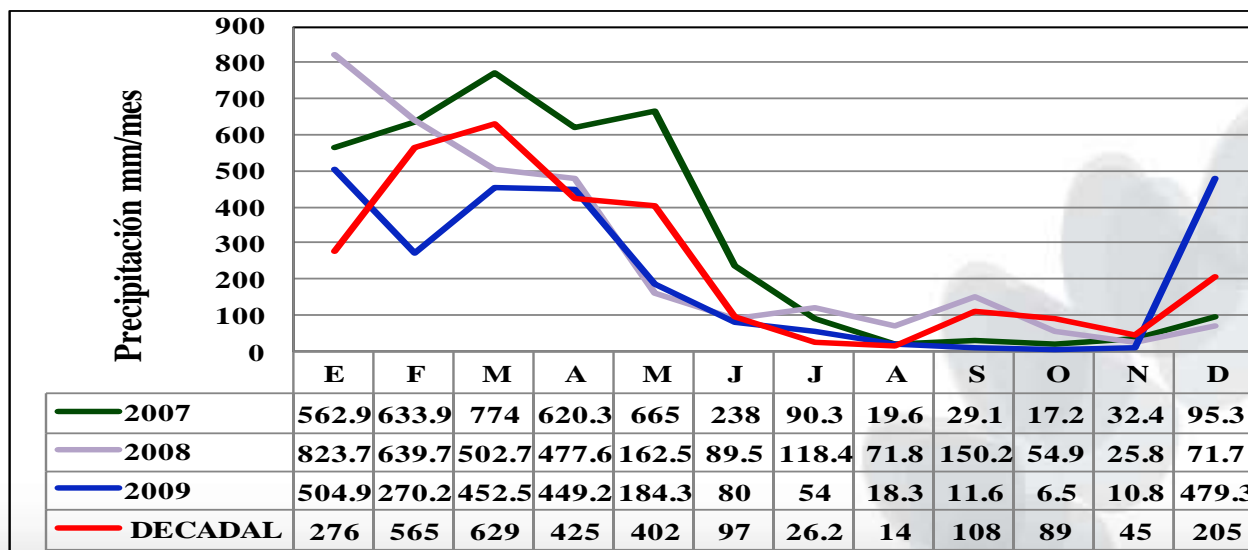
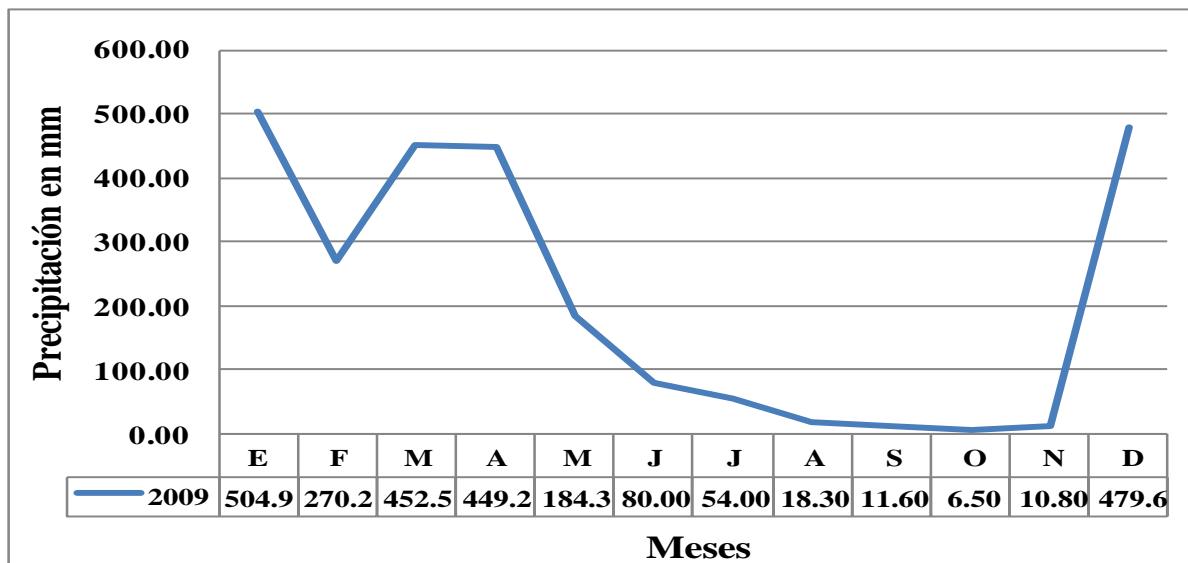
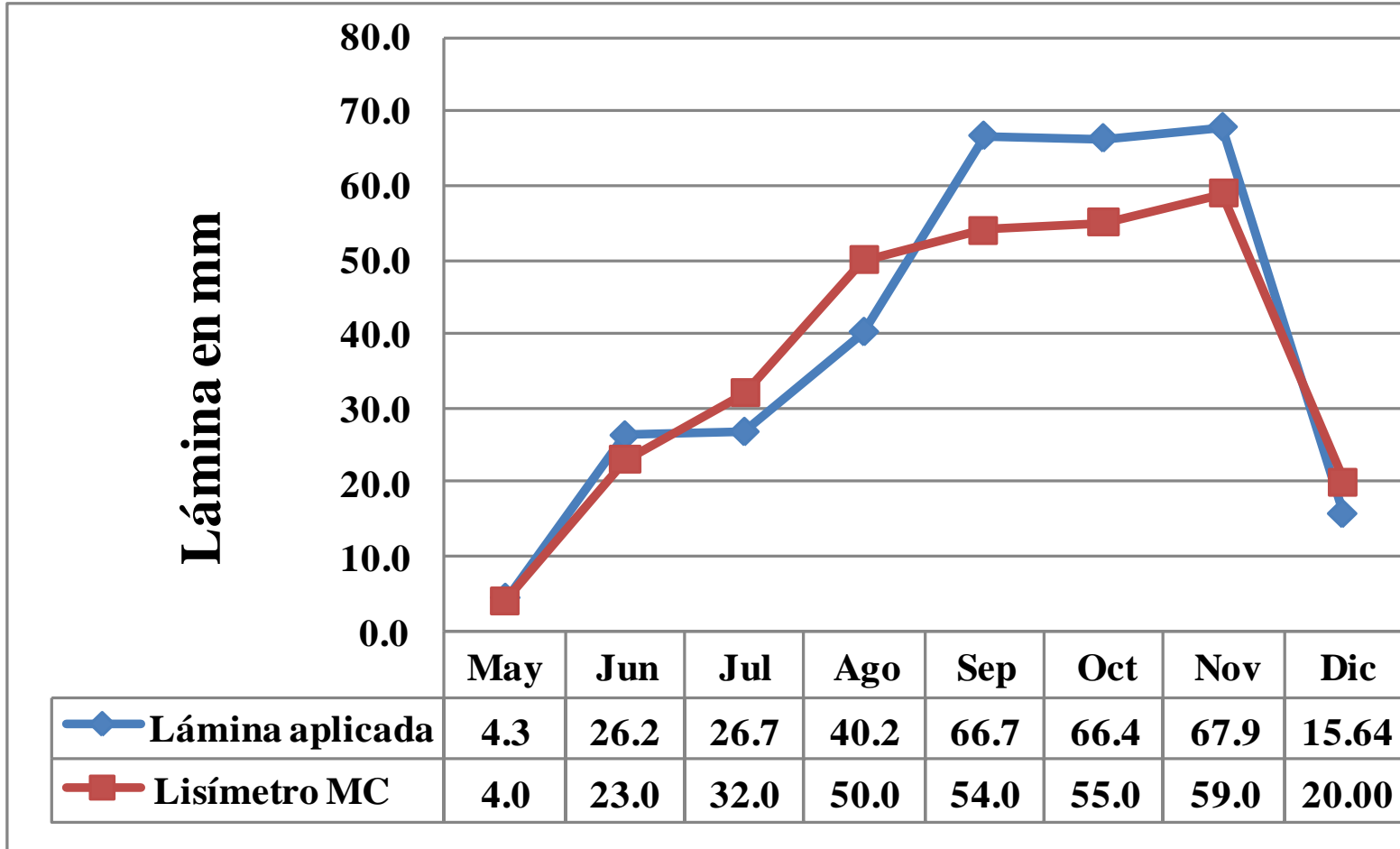


Gráfico 1.- Comportamiento de la precipitación durante el año 2009

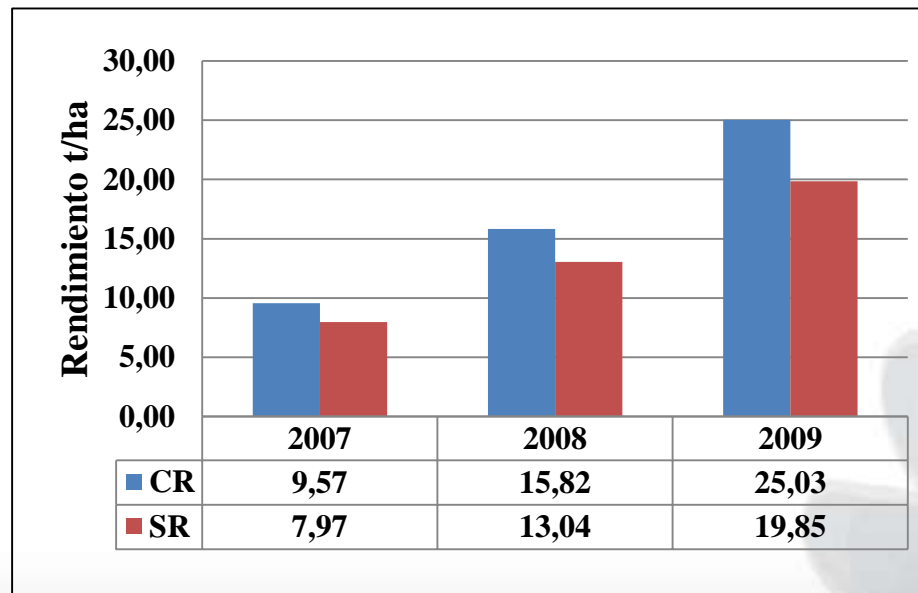
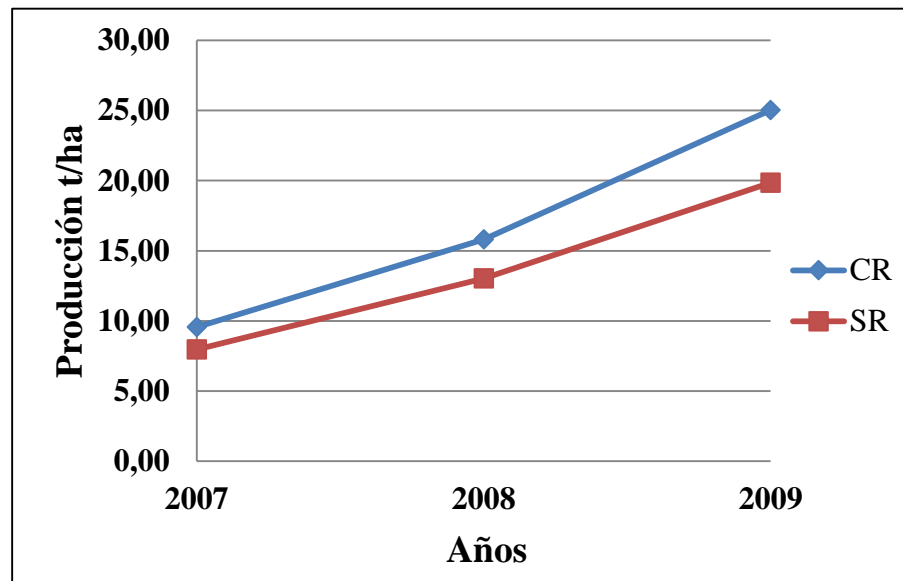




**Gráfico 2.-** Evaporación de Lisímetro MC vs. Lámina aplicada durante el año 2009

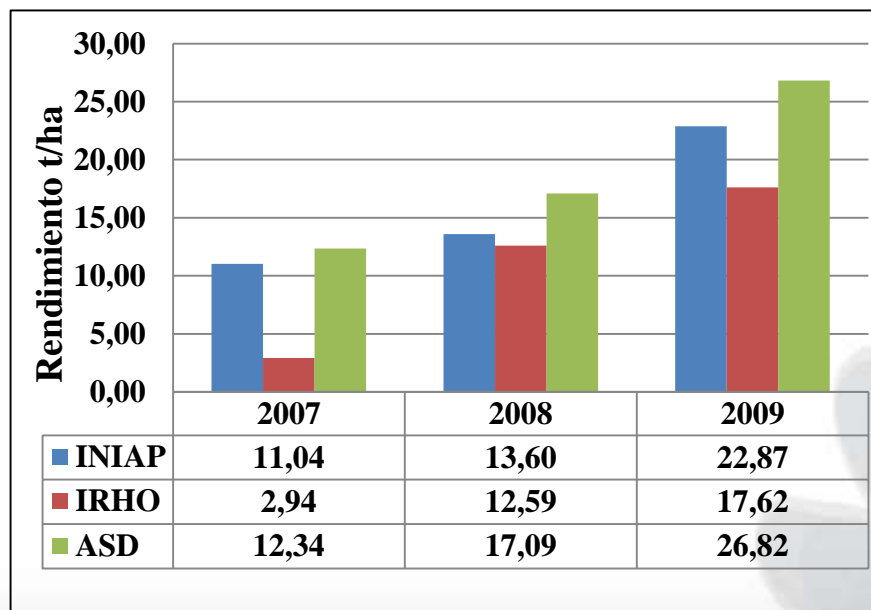
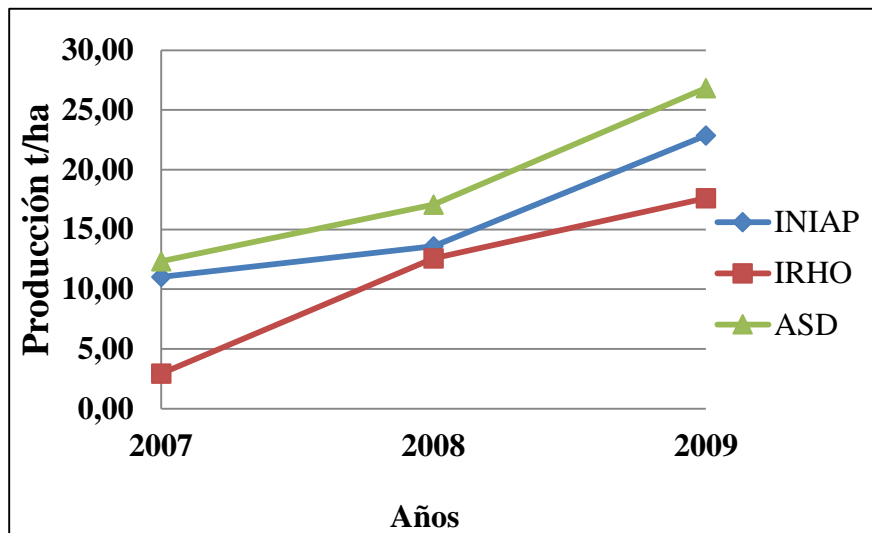
**Cuadro 10.-** Peso promedio de racimos durante el año 2009

<b>AÑO 2009</b>		
<b>PESO PROMEDIO DEL RACIMO (kg)</b>		
<b>CON RIEGO (CR)</b>		
	Peso promedio anual (kg)	CR (kg)
<b>INIAP</b>	12.62	<b>11.05</b>
<b>IRHO</b>	7.48	
<b>ASD</b>	13.04	
<b>SIN RIEGO (SR)</b>		
	Peso promedio anual (kg)	SR (kg)
<b>INIAP</b>	10.83	<b>9.06</b>
<b>IRHO</b>	6.20	
<b>ASD</b>	10.17	

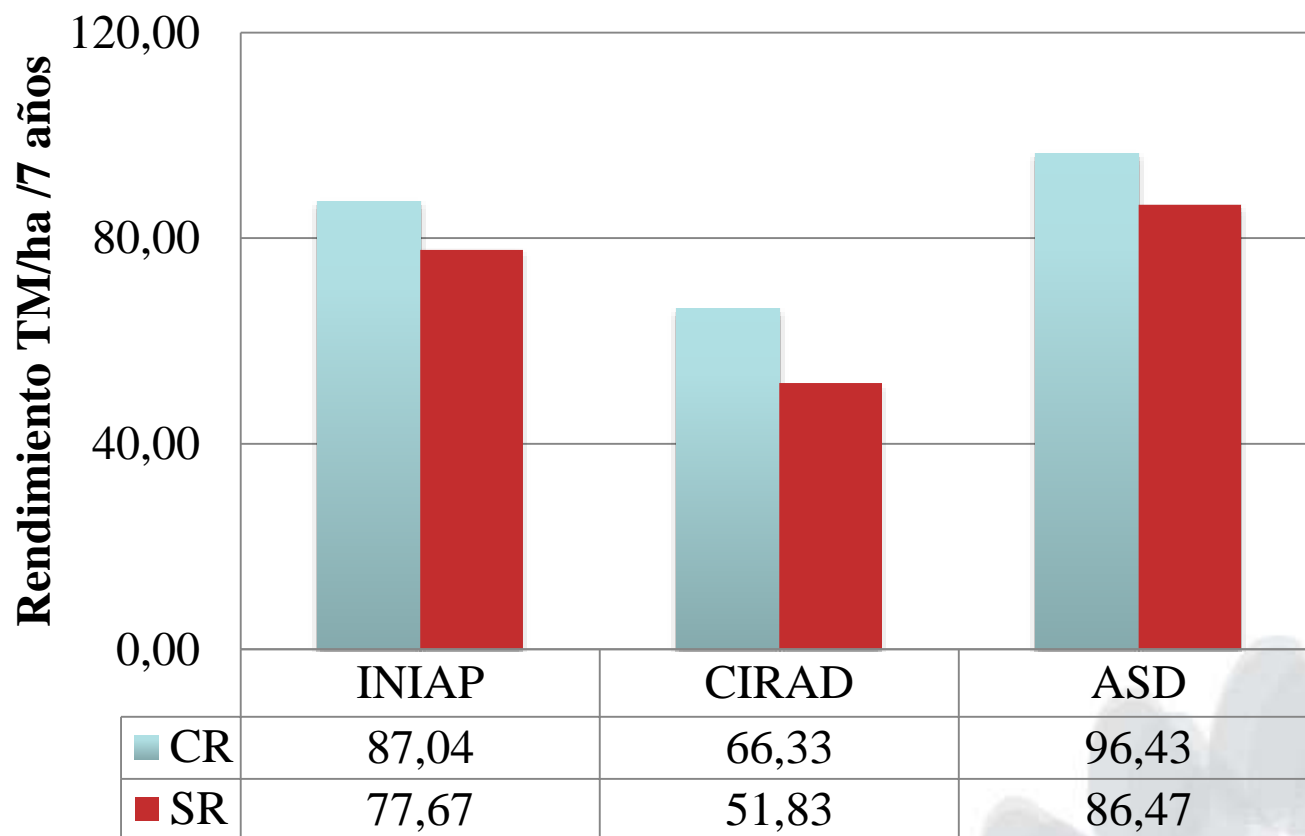


**Gráfico 25.- Rendimiento histórico para el factor Riego**





**Gráfico 26.- Rendimiento histórico para el factor Híbridos**



**Gráfico 4.** Rendimiento acumulado promedio (7 años) para la interacción R x H en la Influencia del riego en el comportamiento de tres Híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). La Concordia, Santo Domingo de los Tsáchilas, 2011.



# Análisis Financiero

RUBRO	COSTO/PLANTA	
	Con Riego	Sin Riego
	USD	USD
<b>MANEJO AGRONÓMICO</b>	4.34	4.34
<b>FERTILIZANTES</b>	5.66	5.66
<b>MOTOR (1.9 ha)*</b>	0.64	0.00
<b>SISTEMA DE RIEGO (1.9 ha)**</b>	0.28	0.00
<b>MANO DE OBRA</b>	0.43	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>11.35</b>	<b>10.00</b>

## Cuadro 11. Análisis financiero incremental

Híbrido	Producción TM/ha/año	Precio* USD/TM	Ingreso USD/ha	Ingreso/ Planta USD	Costo Oper/planta USD	B/C (Beneficio/ Costo)	Bi/Ci (Beneficio/Co sto Incremental)
<b>INIAP CR</b>	26.61	114.24	3039.58	21.26	11.35	<b>1.87</b>	<b>4.42</b>
<b>INIAP SR</b>	19.14	114.24	2186.07	15.29	10.00	<b>1.53</b>	
<b>IRHO CR</b>	19.26	114.24	2199.96	15.38	11.35	<b>1.36</b>	<b>1.93</b>
<b>IRHO SR</b>	15.99	114.24	1826.54	12.77	10.00	<b>1.28</b>	
<b>ASD CR</b>	29.23	114.24	3339.14	23.35	11.35	<b>2.06</b>	<b>2.85</b>
<b>ASD SR</b>	24.42	114.24	2789.43	19.51	10.00	<b>1.95</b>	



- El mayor Beneficio/Costo lo registró ASD CR con un valor de 2.06, lo cual indica que **por cada dólar invertido en el cultivo** se recupera la inversión y se obtiene una ganancia de 1.06 USD, en tanto que el menor B/C lo registró IRHO SR con un valor de 1.28 USD.
- El mayor Beneficio/Costo Incremental lo registró INIAP con un valor de 4.42, es decir que **por cada dólar invertido en riego** se recupera la inversión y se ganan 3.42 USD, para ASD se obtiene un Bi/Ci de 2.85 y para IRHO el Bi/Ci es de 1.93. Para los tres casos el invertir en riego representa una ganancia económica debido al incremento del rendimiento en el cultivo.

# ANEXOS

## INIAP CR



## INIAP SR





**IRHO CR**



**IRHO SR**





**ASD CR**



**ASD SR**





**Muchas gracias**

**mcalvache20@gmail.com**