RIEGO: CONSIDERACIONES QUE NOS AYUDAN A PENSAR

Dr. Ing. Agr. Daniel Prieto

Coordinador Programa Nacional Agua

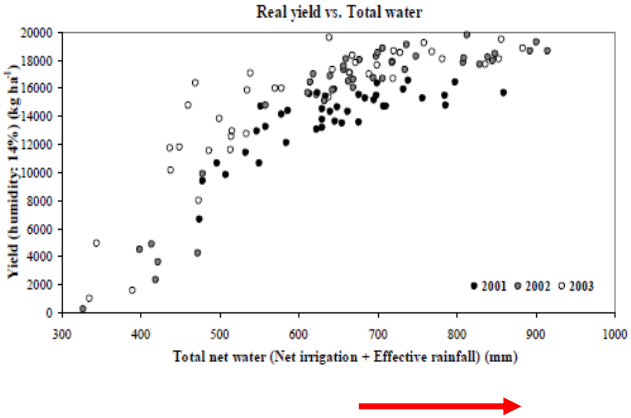
EL RIEGO

El riego es la ***intervención humana*** para modificar la distribución espacial y temporal del agua de los cursos naturales o acuíferos y ***manipular*** toda o parte de ella para la ***producción agrícola*** (Small y Svendsen, 1990)

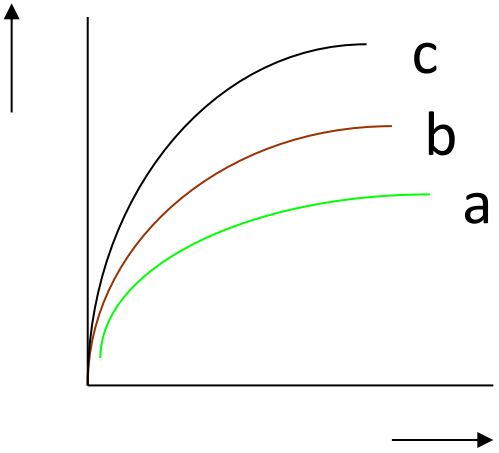
Intervención humana (colectiva)	• construcción social • emergencia de complejas relaciones sociales • diferentes tipos de actores.
Manipular el agua (recurso natural)	• relaciona intervención con ecosistema • el uso de tecnologías
Producción agrícola	• remarca carácter productivo • relación directa con el desarrollo.

AGUA INSUMO

- **Mínimos decrecientes**

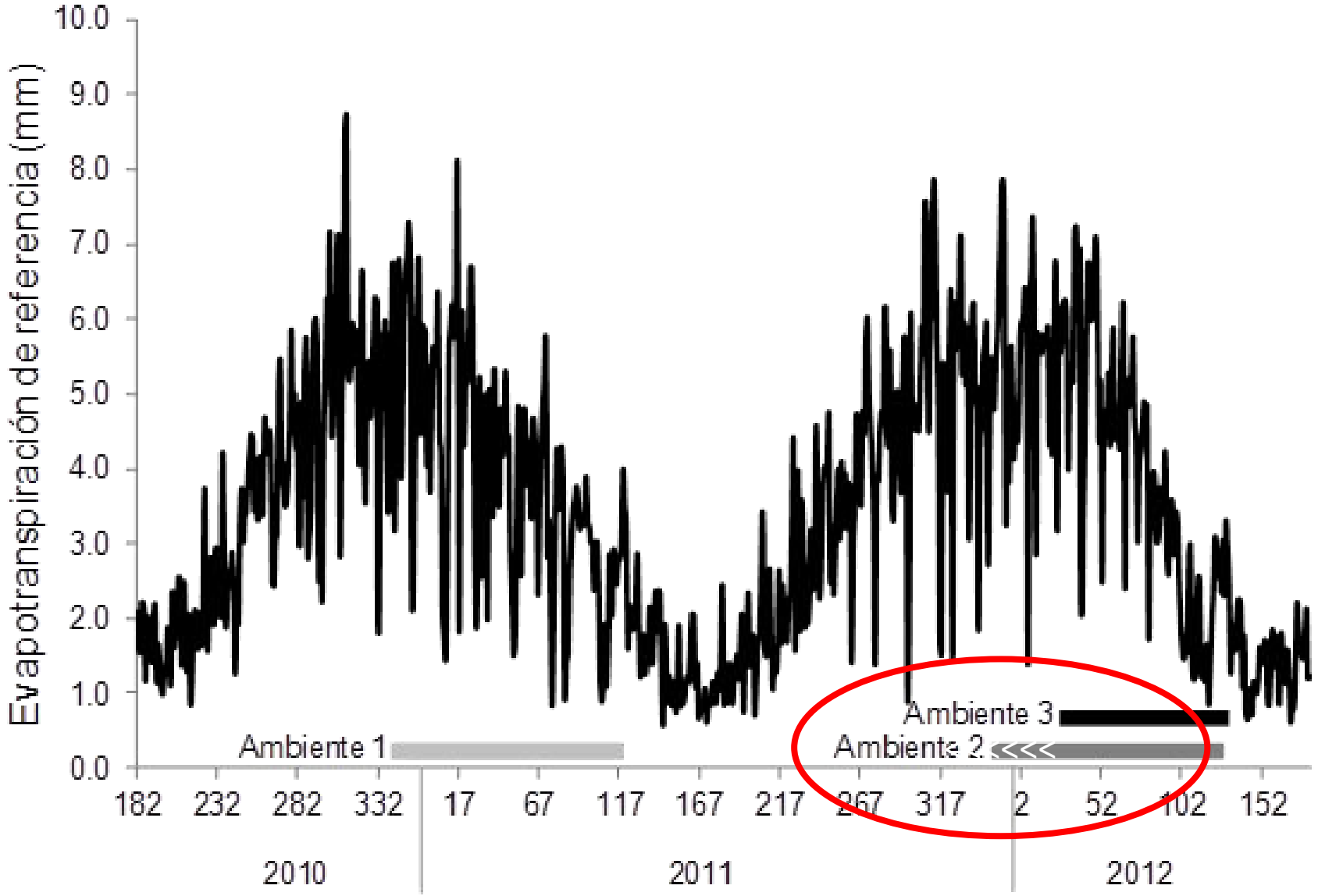


- **Ley del mínimo**



Agua insumo

- Hay variación del consumo durante el ciclo
- Existe variación inter-anual importante
- Las necesidades varían en tiempo real porque oferta natural poco predecible en:
  - Cantidad
  - Oportunidad
- No puede ser aplicado en una o dos oportunidades
  - Capacidad almacenamiento no suficiente
  - Alta movilidad
- Requiere métodos mas o menos sofisticados para la
  - Aplicación
  - Determinar oportunidad en tiempo real


Evapotranspiración de referencia (mm)
10.0
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
Ambiente 1
Ambiente 3
Ambiente 2
182
232
282
332
17
67
117
167
217
267
317
2
52
102
152
2010
2011
2012

Agua Insumo

- ¿Hay que regar?
  - Principal diferencia entre riego suplementario y total.
- ¿Cuánto?
  - Depende de cultivos, suelos, sistema de aplicación, estrategia de riego.
- ¿Cuándo?
  - Depende de estrategia de riego
  - Condiciones reales (diferencia suplementario y total)
- ¿Cómo?
  - Selección de método de acuerdo a las necesidades y posibilidades de la empresa.

$$Eficiencia = \frac{Agua\ utilizada}{Agua\ derivada\ de\ la\ fuente}$$

AGRONOMIA

Fertilización, control de plagas
Manejo de los cultivos
Manejo del Riego

+

Margen Bruto
(Ingreso – Costos)

$$Productividad = \frac{Kg.\ de\ producto\ o\ \$\ producidos}{Agua\ Utilizada}$$

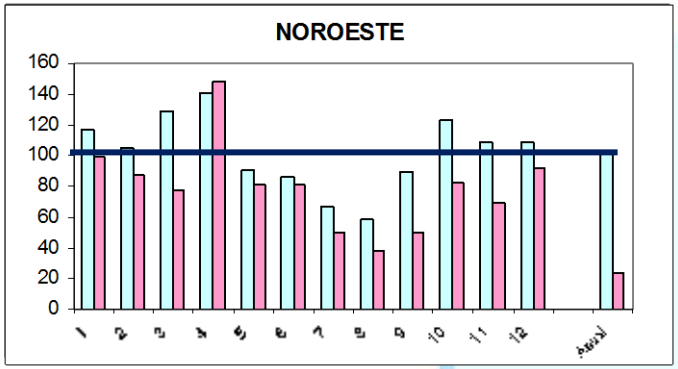
Eficiencia

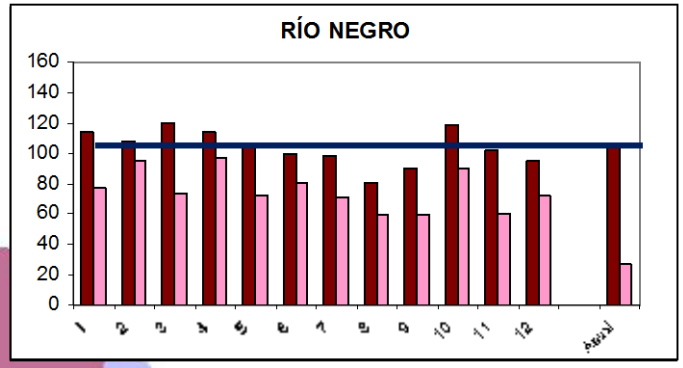
$$Huella\ Hídrica = \frac{Agua\ Utilizada}{Kg\ producto}$$

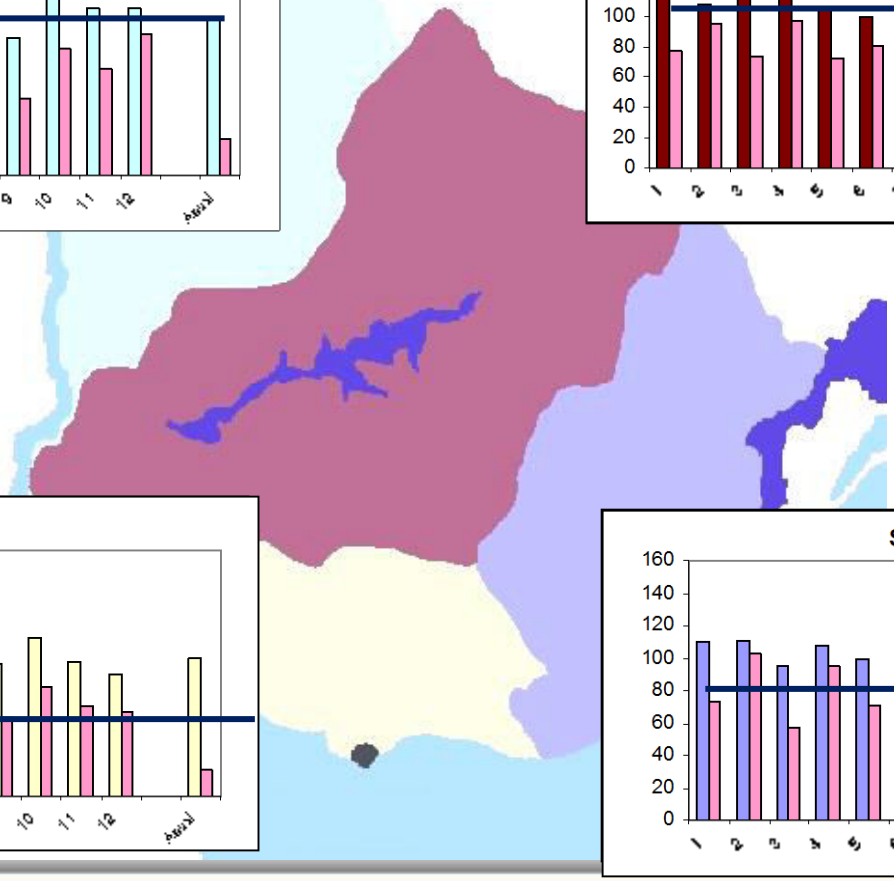
Riego suplementario

- Excelente respuesta a la variabilidad climática.
- Excelente factor para aumentar la producción y la productividad del agua.
- Requiere:
  - Conocimientos de la respuesta de los cultivos.
  - Alta integración con otros elementos de manejo de cultivos y suelos.
  - Toma de decisiones en tiempo real.

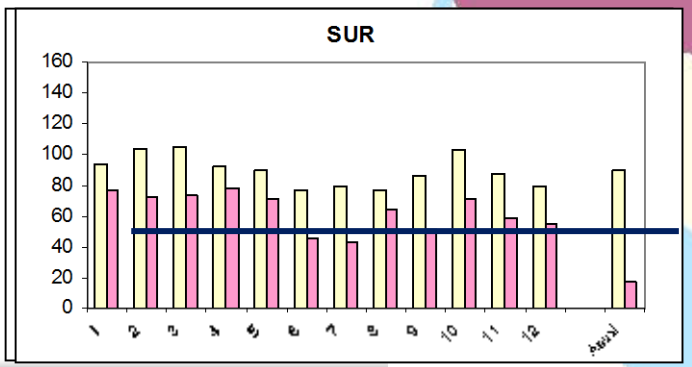
PRECIPITACIONES TOTALES (mm/mes)
Medias y Desviaciones Típicas

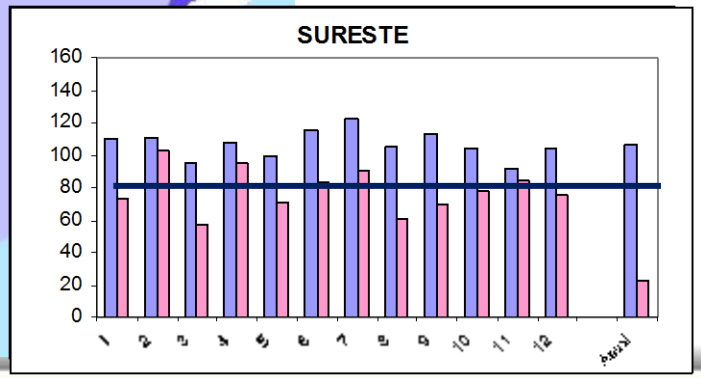




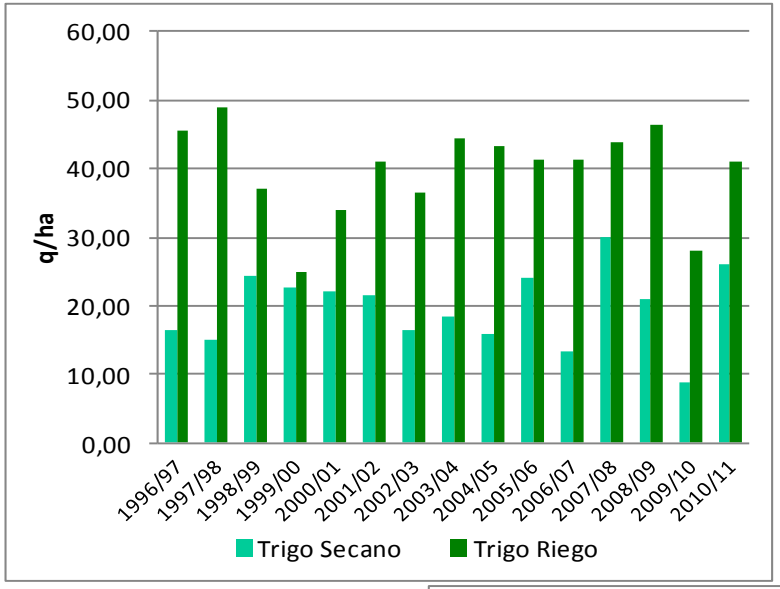


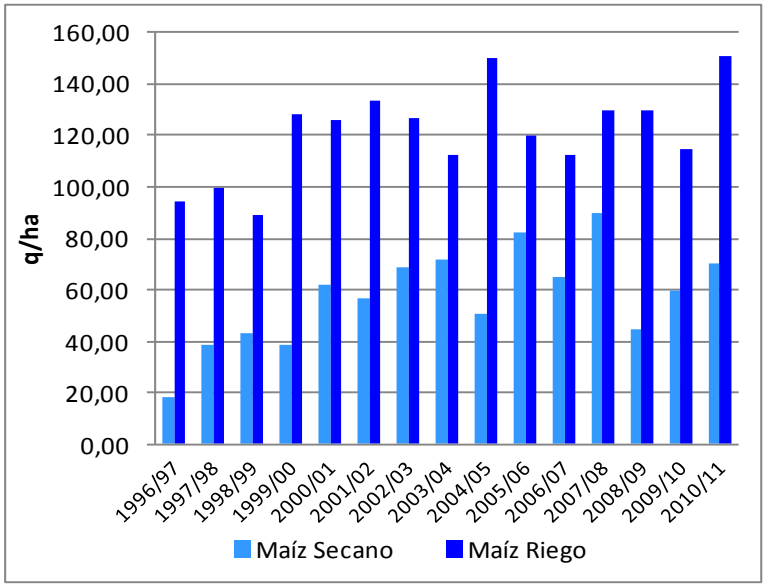
Fuente: Gimenez, Luis (2016)

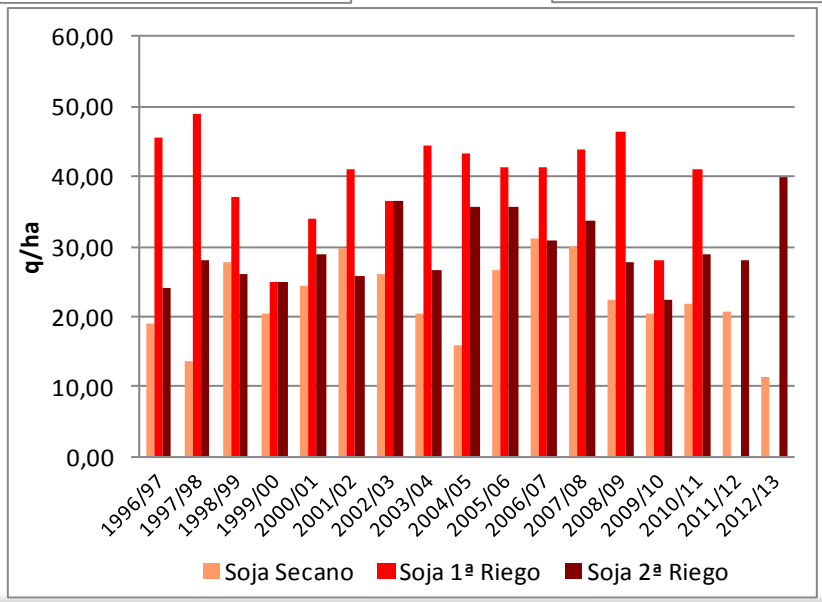




Fuente: DNM-IMFIA



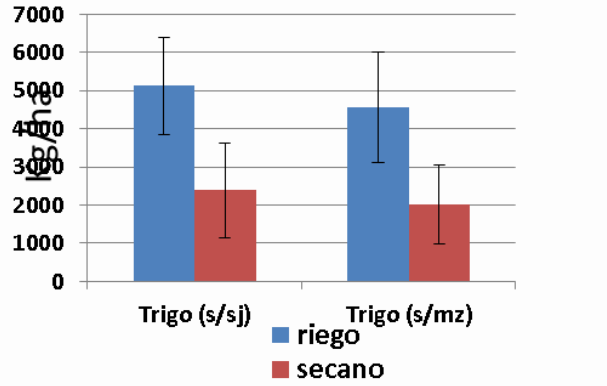


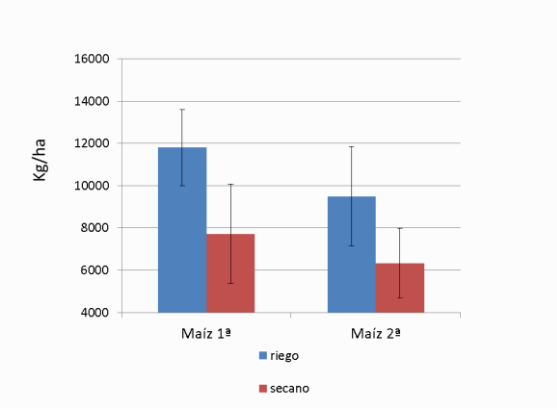


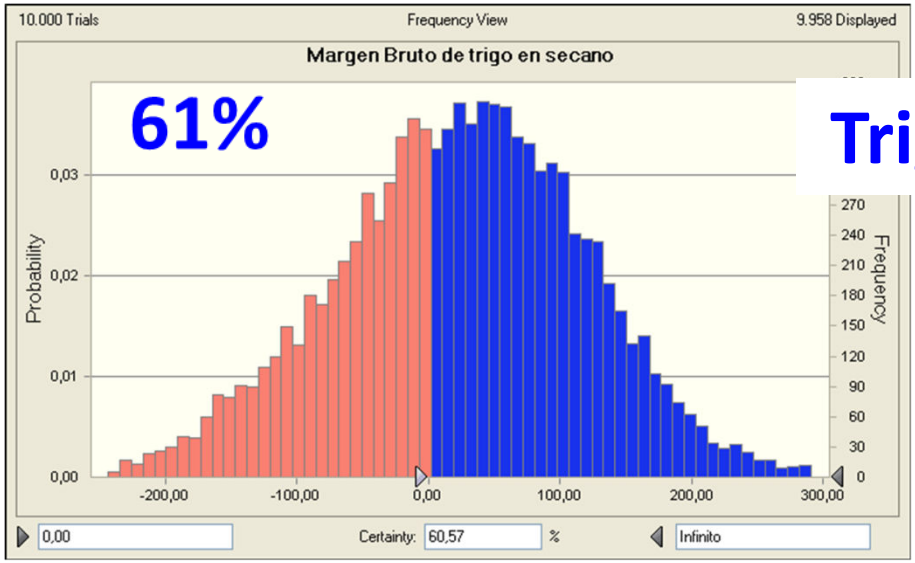
Fuente: Barberis et al. 2014

Rendimientos promedio de la rotación (riego y secano)(1996-2014)

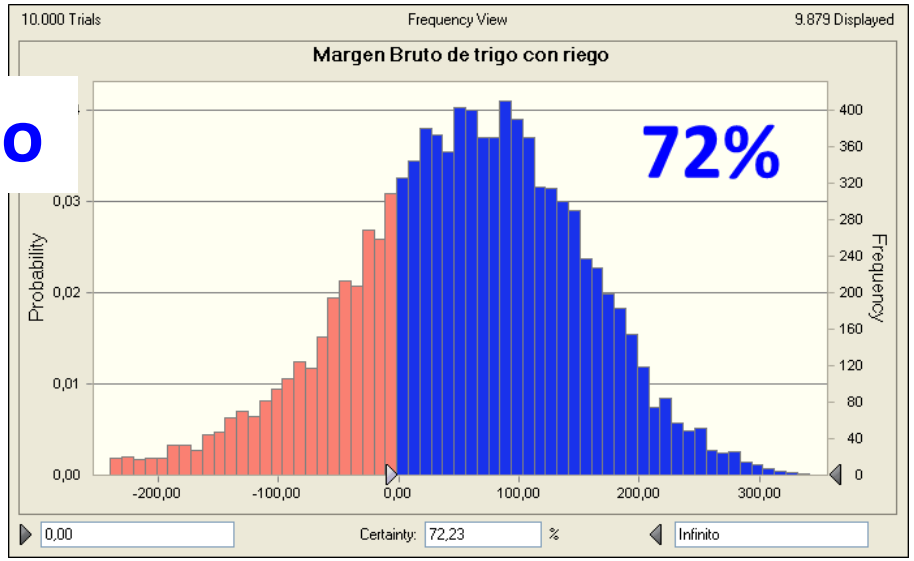
ROTACION	RENDIMIENTO RIEGO (KG/HA)	RENDIMIENTO SECANO (KG/HA)	DIFERENCIA (KG/HA)
TRIGO/SOJA 2º - MAIZ 1º	19.232	11.994	7.452 (60%)
TRIGO/MAIZ 2º - SOJA 1º	18.631	11.755	6.876 (58%)



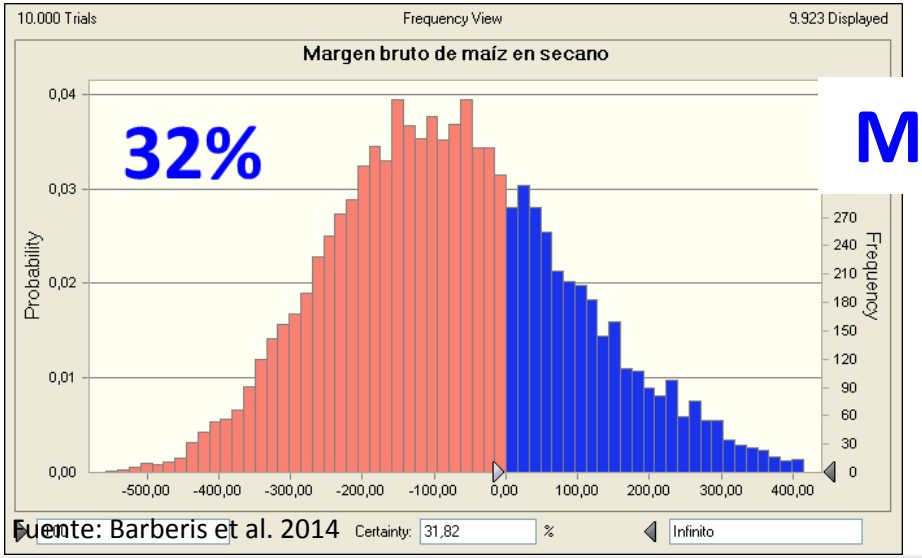




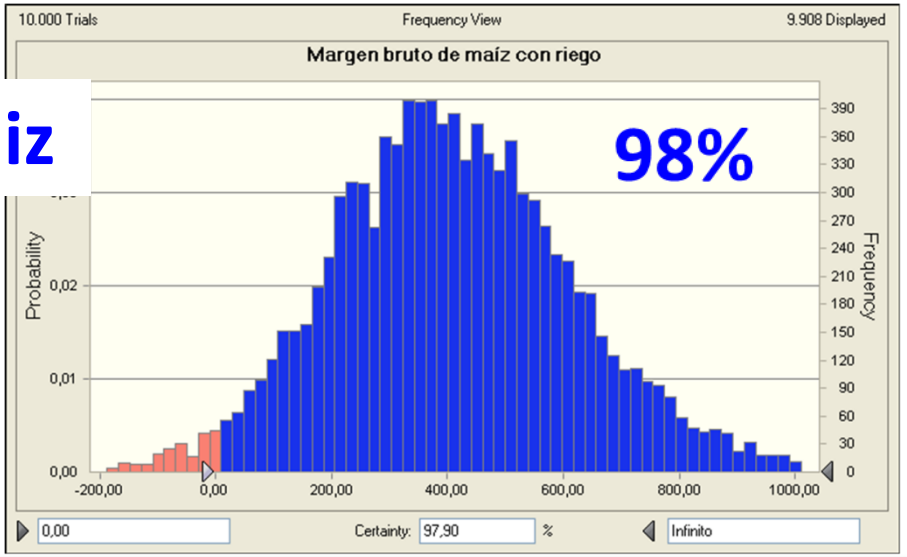
Trigo



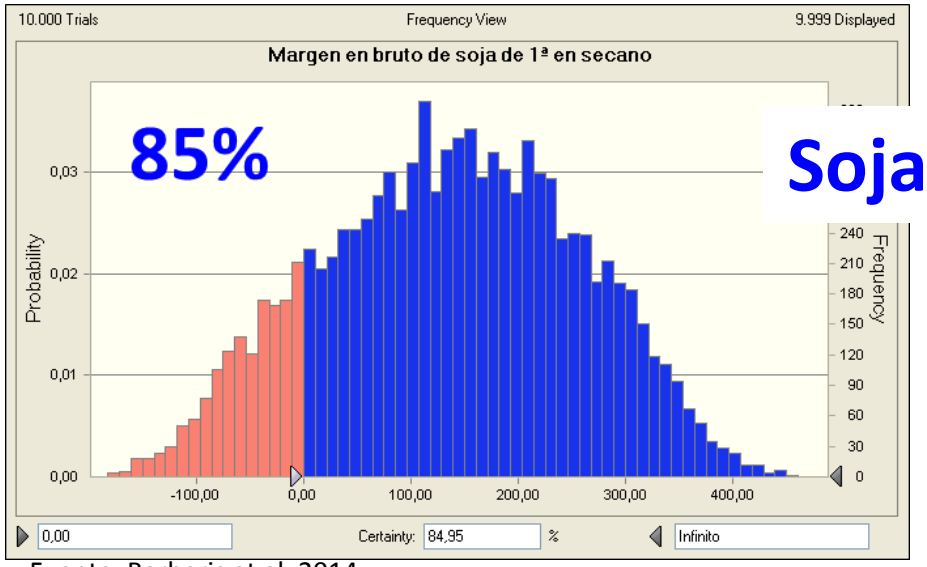
Fuente: Barberis et al. 2014



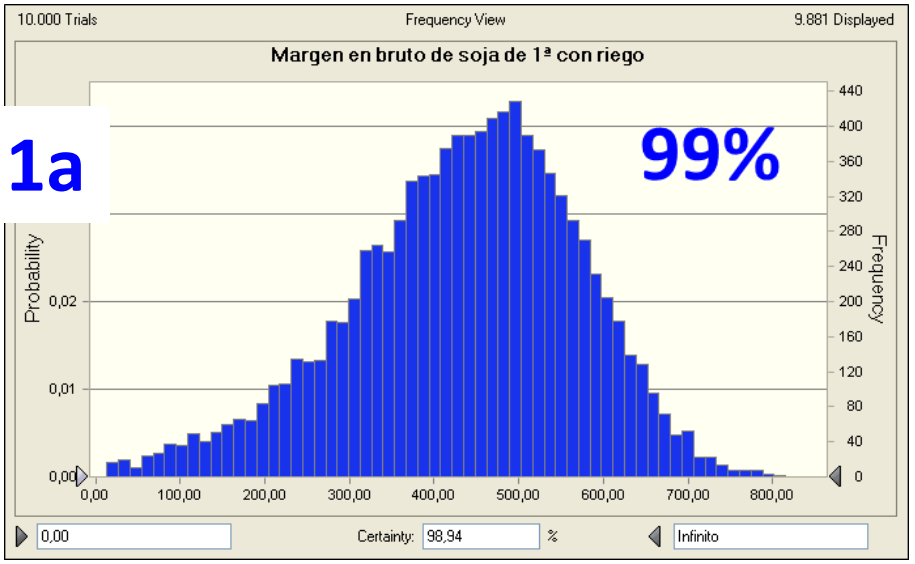
Maiz



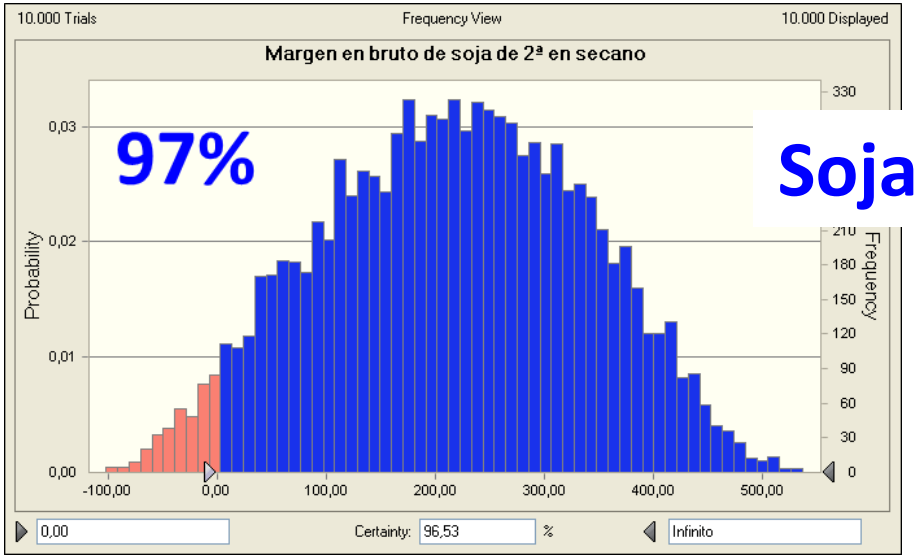
Fuente: Barberis et al. 2014



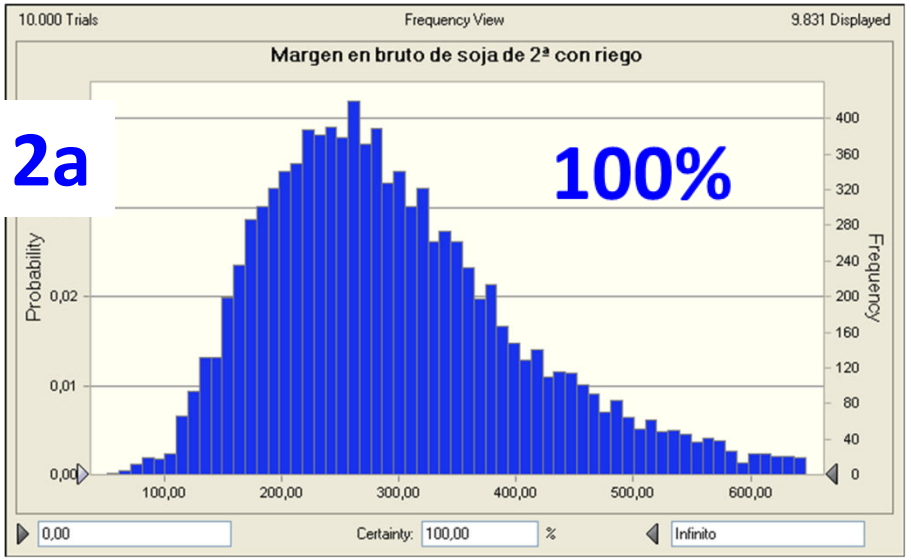
Soja 1a



Fuente: Barberis et al. 2014

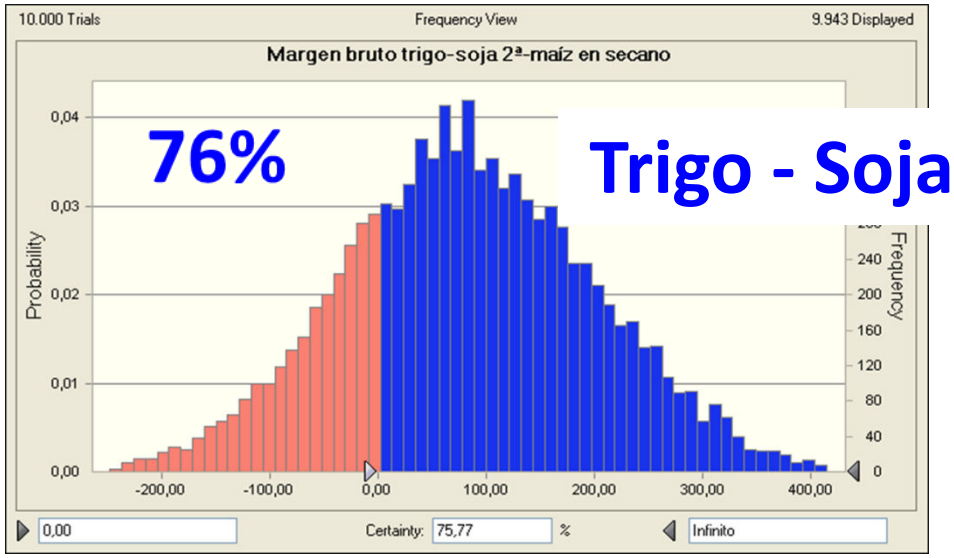


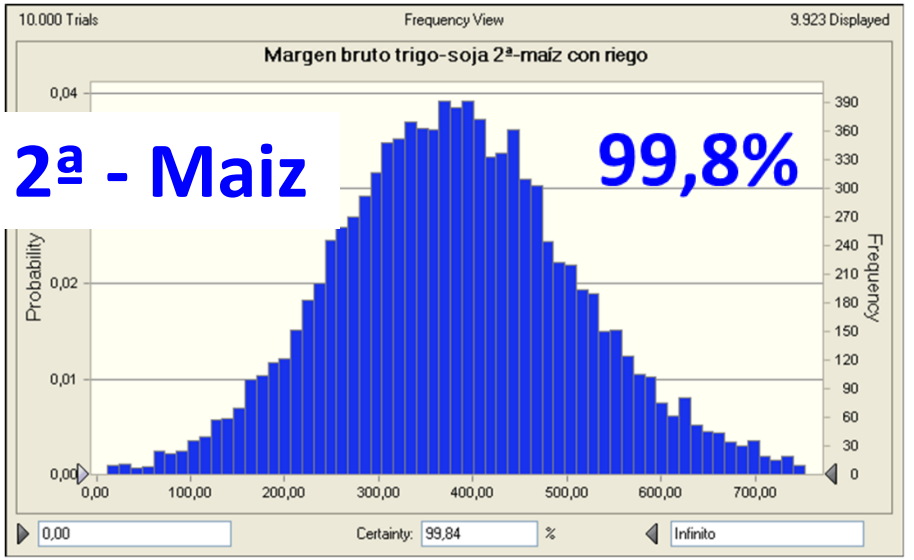
Soja 2a



Fuente: Barberis et al. 2014

Trigo - Soja 2ª - Maiz





Fuente: Barberis et al. 2014

¿Como regar?

Existen posibilidades para todas las necesidades, todas las capacidades todas las disponibilidades de agua.

FACTORES QUE INFLUYEN AL ELEGIR UN METODO DE RIEGO

Factores	Superficie	Aspersión	Localizado
Costo del Agua	Baja	Medio	Alta
Suministro	Irregular	Regular	Continuo
Disponibilidad	Abundante	Media	Limitada
Calidad	No limitante	Sin Sólidos	Elevada
Infiltración de suelos	Baja a media	Media a alta	Cualquiera
Capacidad de almacenamiento	Alta	Media a baja	No limitante
Topografía	Plana y uniforme	Relieve suave	Irregular
Sensibilidad a Deficit Hídrico	Baja	Moderada	Alta
Valor de la producción	Bajo	Medio	Alto
Costo de mano de obra	Bajo	Medio	Alto
Costo de Energía	Alto	Bajo	Moderado
Disponibilidad de capital	Bajo	Media a alta	Alta
Exigencia tecnológica	Limitada	Media a alta	Elevada

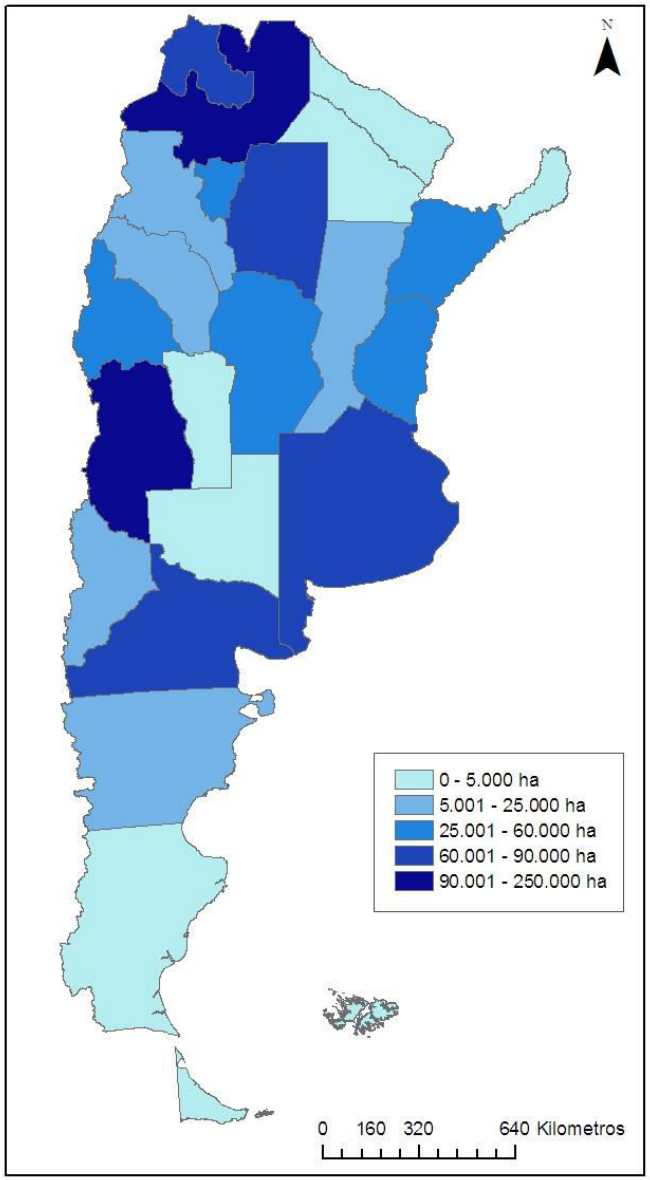
Pereira et al, 2012

Porque riego de gravitacional

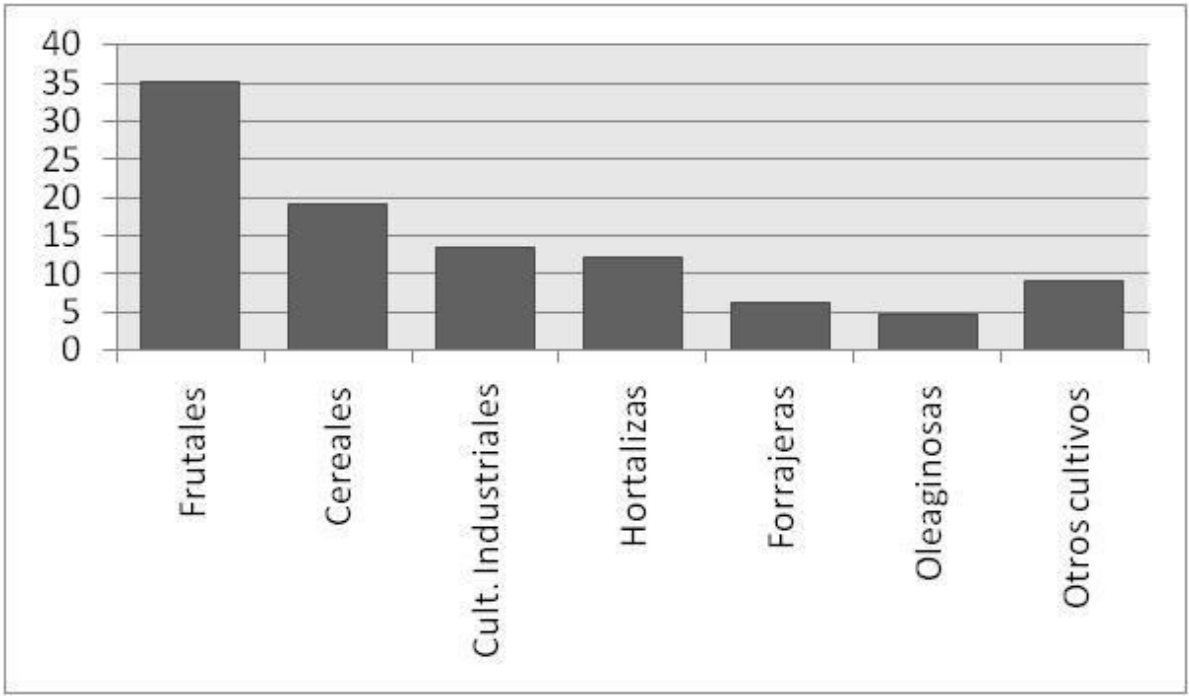
Región	Gravitacional	Aspersión	Localizado
Húmeda	**56**	37	6
Semiárida	**71**	26	2
Arida	**79**	5	16
PAIS	**70**	**21**	**9**

Cultivos	**Gravitacional**	Aspersión	Localizado		
			Goteo	Microaspersión	Otros
Cereales	**55**	43	0	0	1
Oleaginosas	**35**	64	0	0	0
Cult. Industriales	**87**	10	3	0	0
Hortalizas	**67**	27	5	0	0
Frutales	**70**	6	21	3	1
Forrajeras	**91**	8	0	0	0
Otros cultivos	**86**	12	1	0	1

CNA, 2002

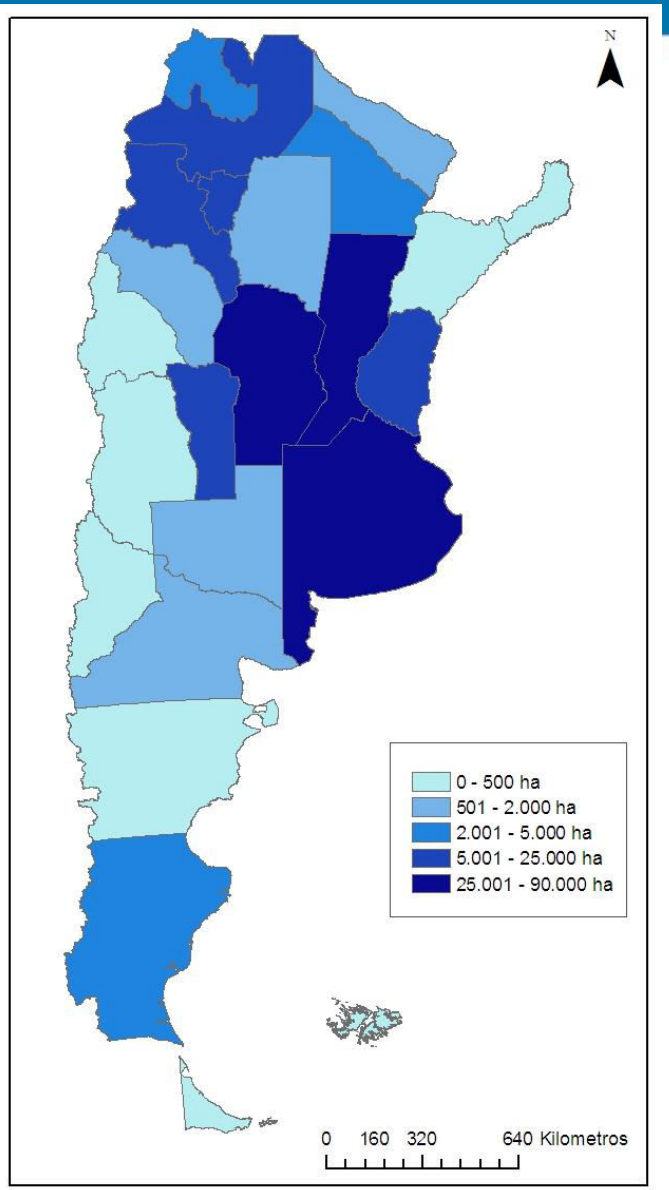


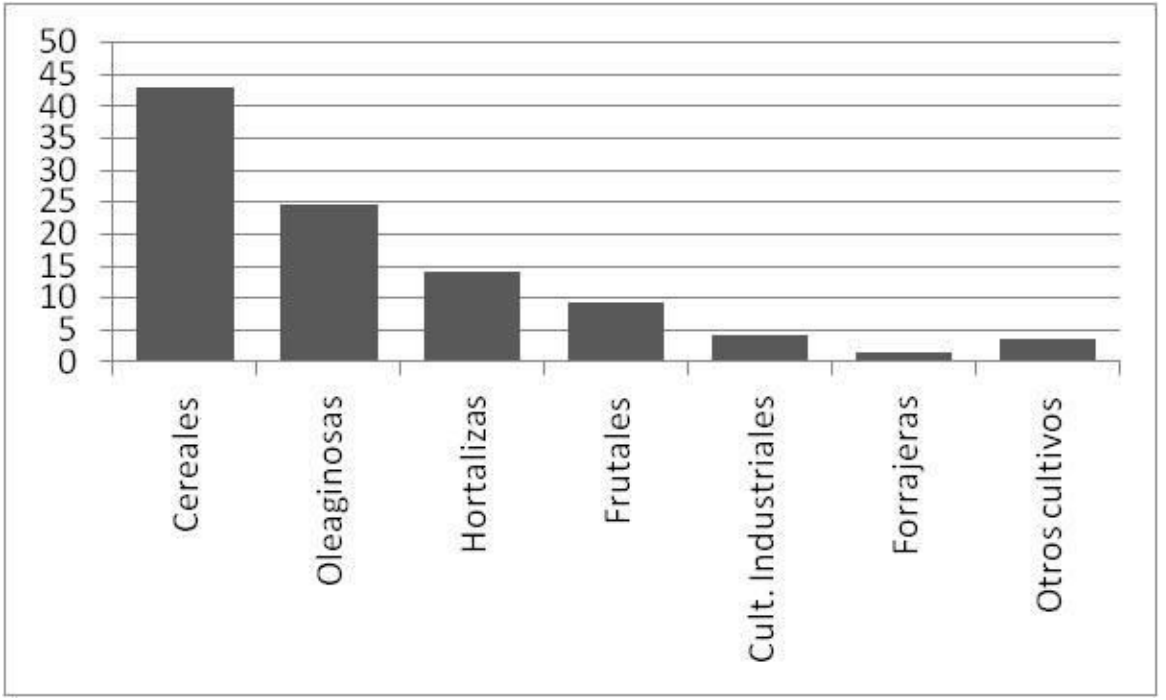
Gravitacional



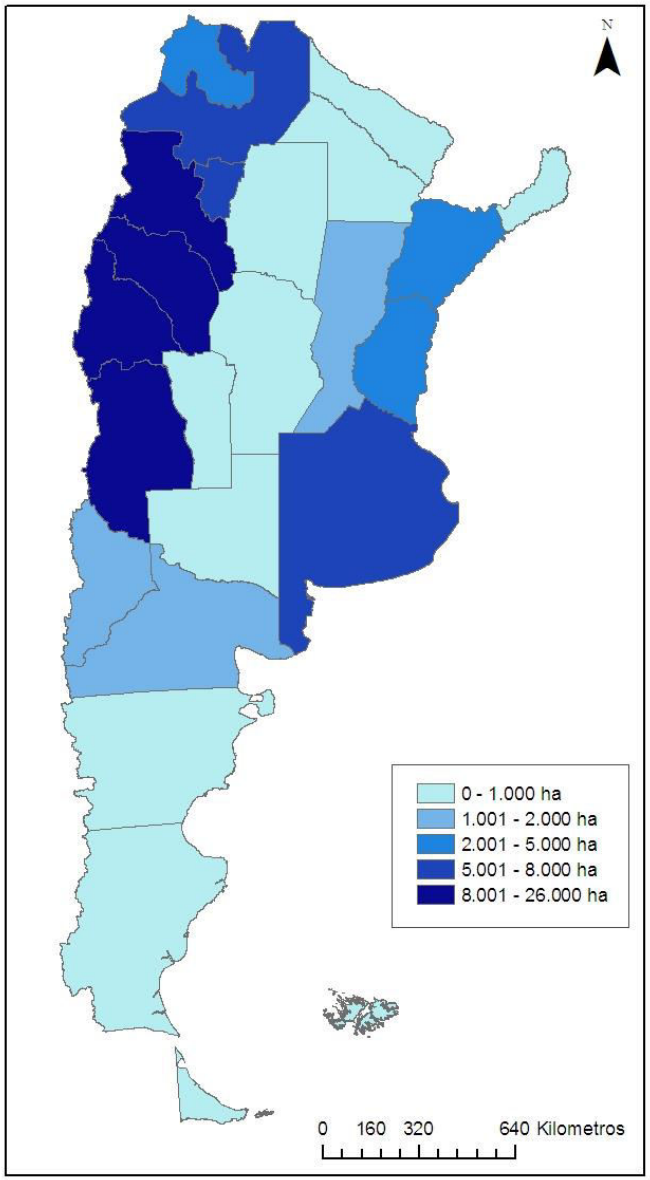
Fuente: CNA´02

Aspersión

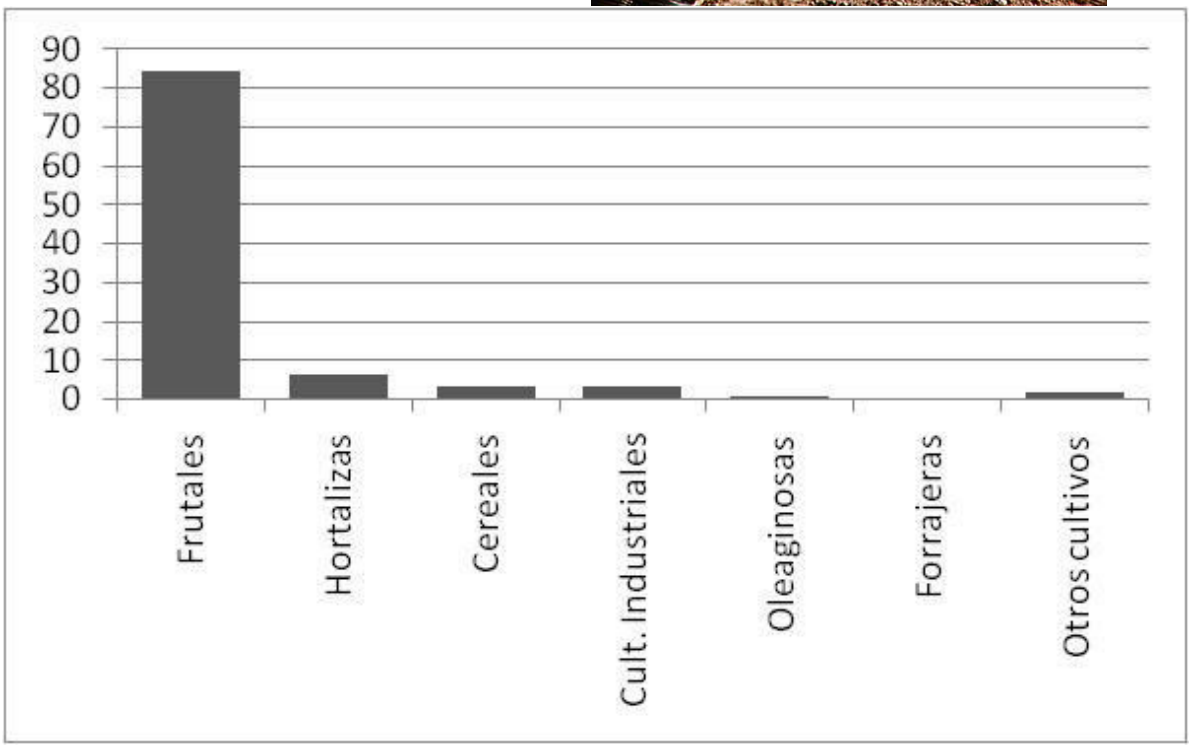




Fuente: CNA´02



Localizados



Fuente: CNA´02

Definiciones de Eficiencia

Eficiencia de Almacenamiento (Ealm)

$$Ealm = \frac{Agua\ almacenada\ zona\ de\ raices}{Agua\ necesaraia\ antes\ del\ riego\ en\ la\ ZR}$$

Eficiencia de Aplicación (Efa)

$$Efa = \frac{Volumen\ Agua\ Requerido}{Volumen\ Agua\ Aplicado} = \frac{Lámina\ Requerida}{Lámina\ Bruta\ Aplicada}$$

Sistema	Eficiencia (%)	Sistema	Eficiencia (%)
Gravedad – Nivelado		Riego por Aspersión	
Surcos	65 – 85	Estacionarios Totales	65 – 85
Fajas	70 – 85	Estacionales móviles	65 – 80
Inundación	70 – 90	Laterales ruedas	65 – 80
Gravedad Tradicional		Cañon	55 – 70
Surcos	40 – 70	Pivot – Avance	65 – 85
Fajas	45 – 70	Riego Localizado	
Inundación	45 – 70	Goteros >= 3 x planta	85 – 95
Riego de Arroz	25 - 70	Goteros < 3 por plantas	80 – 90
		Micro aspersores	85 – 95
		Linea Continua	70 - 90

Pereira et al, 2012

Uniformidad de aplicación

Indica cuán uniforme se aplica el agua de riego sobre la superficie del terreno.

Uniformidad de Distribución (DU)

$$DU = \frac{\text{Lámina Media Infiltrada en el 4to menos regado del Lote}}{\text{Lámina Media Infiltrada en el Lote}}$$

Coeficiente de Uniformidad

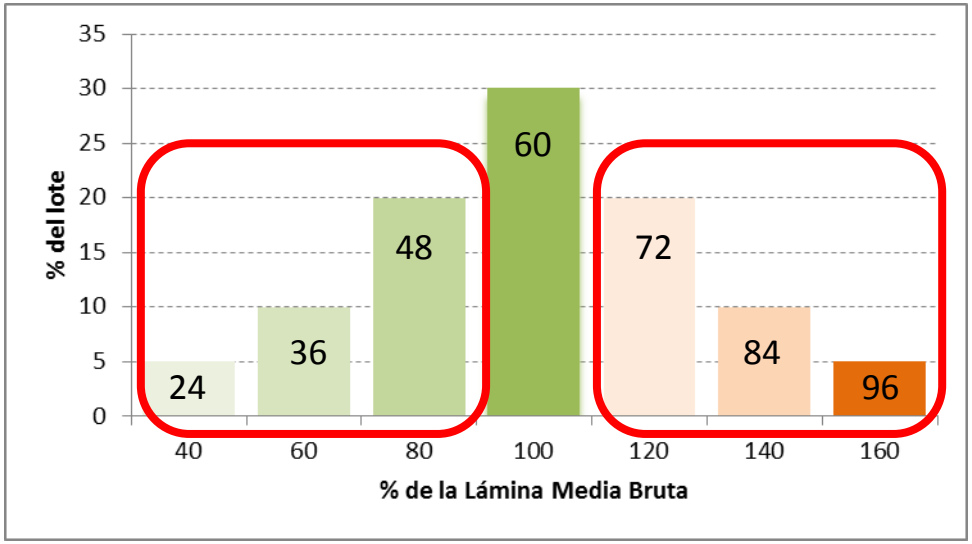
$$CU = 100\,(1 - \frac{\text{Sumatoria de diferencias absolutas lamina} \quad \text{lamina media}}{\text{Nª de observaciones x Lámina media}})$$

Otros: Desvio Tìpico, Coeficiente de Variación

Relación Eficiencia - Uniformidad

Lámina Requerida: 50 mm

Lámina Media Bruta: 60 mm



EFa = 83%

Lámina Area Subirrigada (25%) = 41 mm

Lámina Area Sobreirrigada (25%) = 79 mm

Relación Eficiencia - Uniformidad

Lámina Requerida: 50 mm

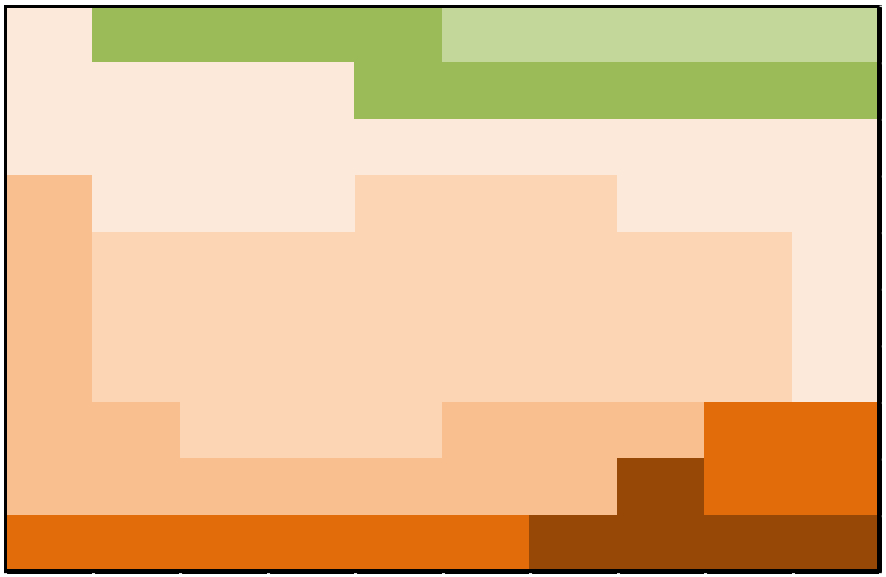
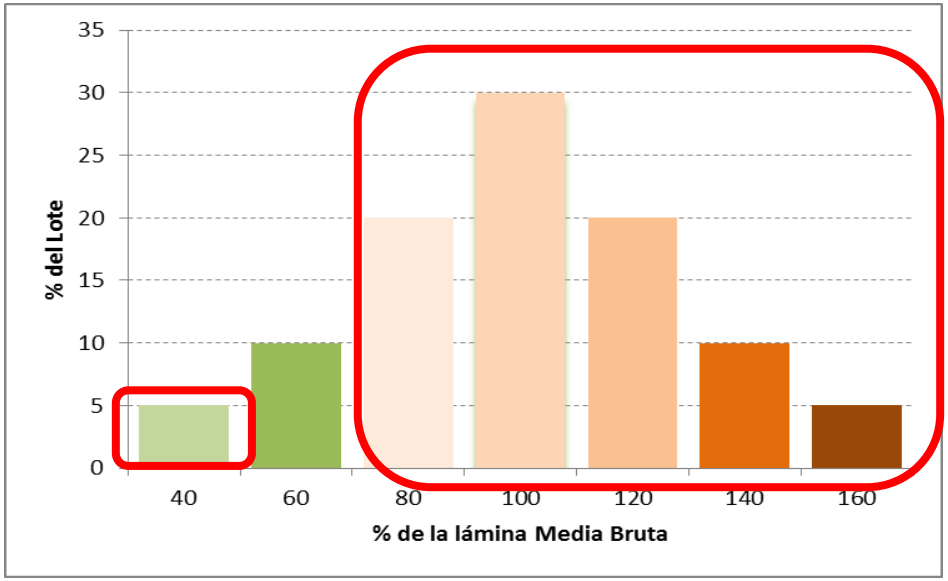


Lámina Media Bruta: 84 mm



EFa = 60%

Lámina Area Subirrigada (5%) = 48 mm

Lámina Area Sobreirrigada (85%) = 94 mm

Relación Eficiencia – Uniformidad

Conclusiones

UNIFORMIDAD	EFICIENCIA	% LOTE SUBIRRIGADO
BAJA	ALTA	ALTO
BAJA	BAJA	BAJO
ALTA	ALTA	MEDIO
ALTA	MEDIA	BAJO

LA UNIFORMIDAD DE APLICACIÓN ES DETERMINANTE DE LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN LOGRABLE CON TODOS LOS METODOS

De que depende la Eficiencia

- De la Uniformidad
- Mínimas pérdidas en la conducción
- Control del tiempo de aplicación

De que depende la Uniformidad

- Control de la aplicación en cada punto

Conducción y Distribución

Riegos presurizados

Riegos gravitacionales

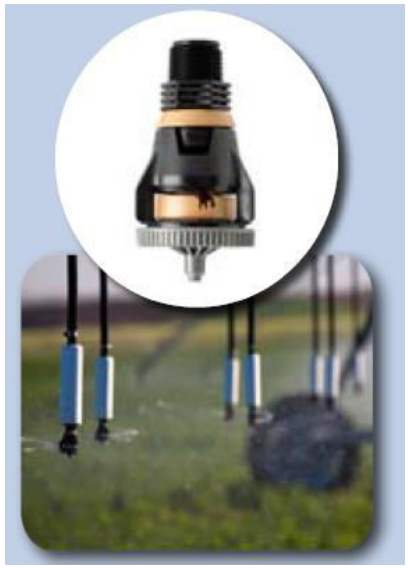
Control del tiempo de aplicación

Riegos presurizados

Riegos gravitacionales

Control de la aplicación

Riegos presurizados



Riegos gravitacionales

Conclusiones

1. Existe una enorme diferencia en la aplicación de tecnologías entre uno sistemas y otros

2. Es imposible pretender que los sistemas tradicionales de riego gravitatorio alcancen uniformidades y eficiencias como los presurizados con los bajos niveles tecnológicos que se les incorporan.

Tecnificación del riego de superficie

Existen importantes posibilidades de tecnificar el riego gravitacional en todos sus componentes

1. CONDUCCIÓN
2. CONTROL DEL TIEMPO DE APLICACIÓN
3. CONTROL DE LA APLICACIÓN

Todo empieza por lograr un buen diseño consultando a un ***Profesional Especializado*** como se lo hace con los otros métodos de aplicación.

Minimizar las pérdidas en la conducción

Control del tiempo de aplicación

- Operadores capacitados

- Automatización - Válvula

Control de la Aplicación

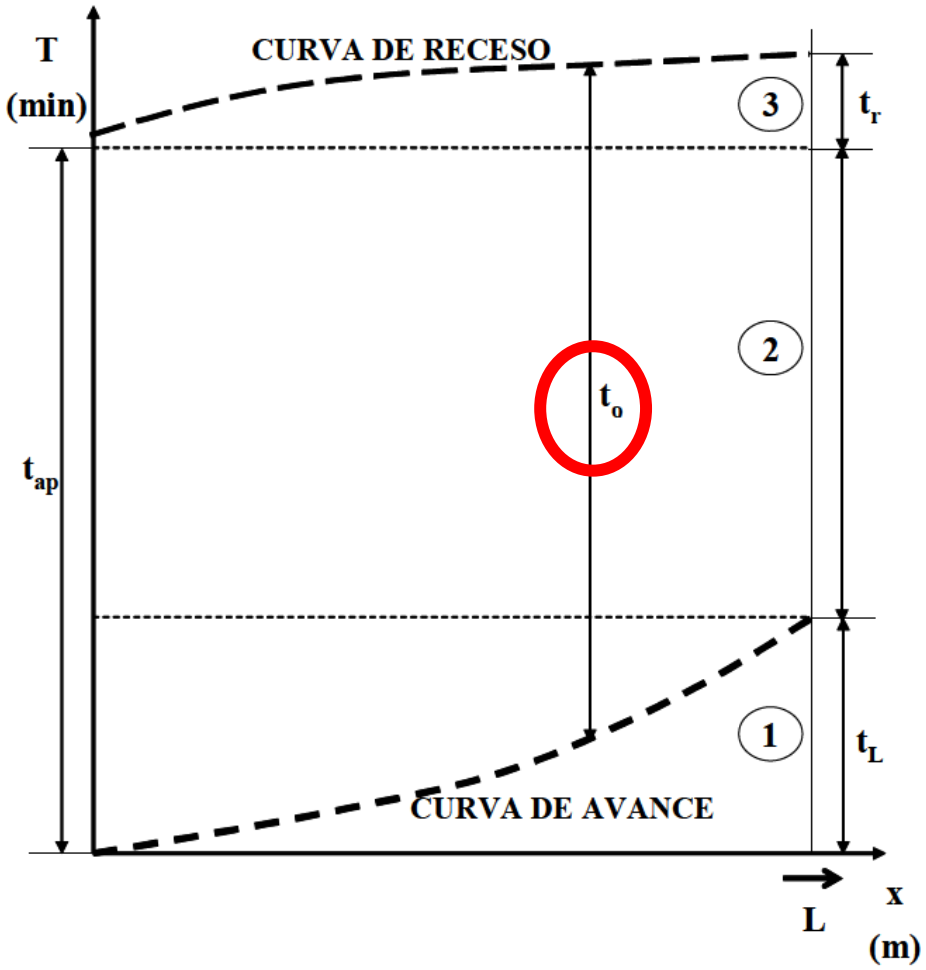
- Compuertas (derivadoras y controles)

Cañerias con ventanas

Sifones

Control de la Aplicación a lo largo de la Unidad de Riego

- COMBINACION ADECUADA DE:
  - Infiltración del Suelo
  - Pendiente
  - Longitud de la Unidad
  - Caudal derivado
  - Tiempo de Aplicación



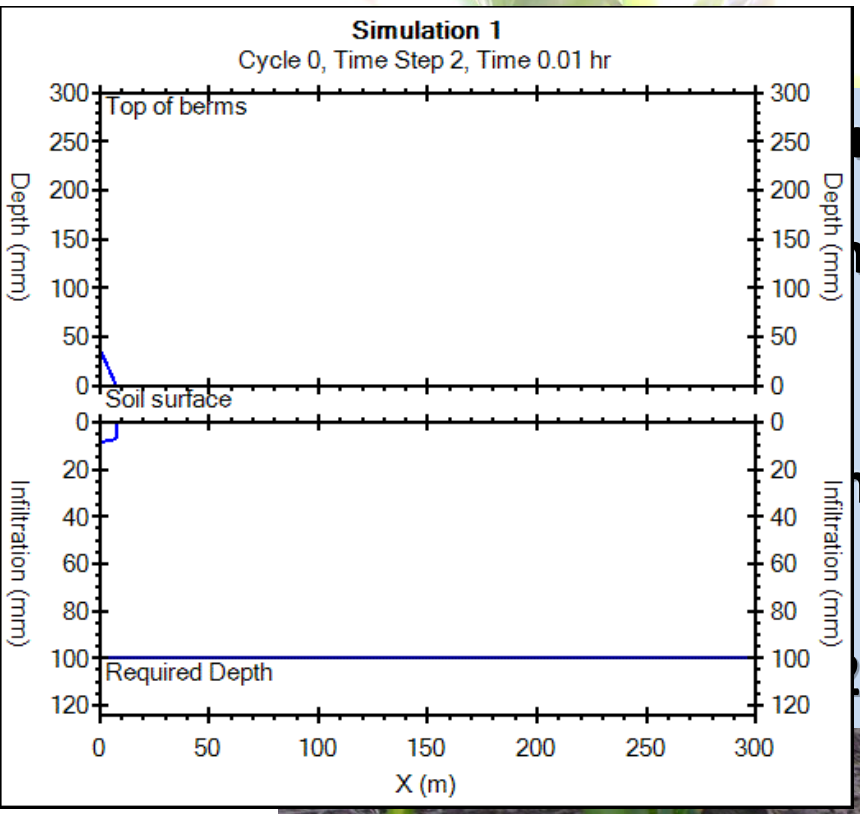
3. Fase de recesión

2. Fase de aplicación

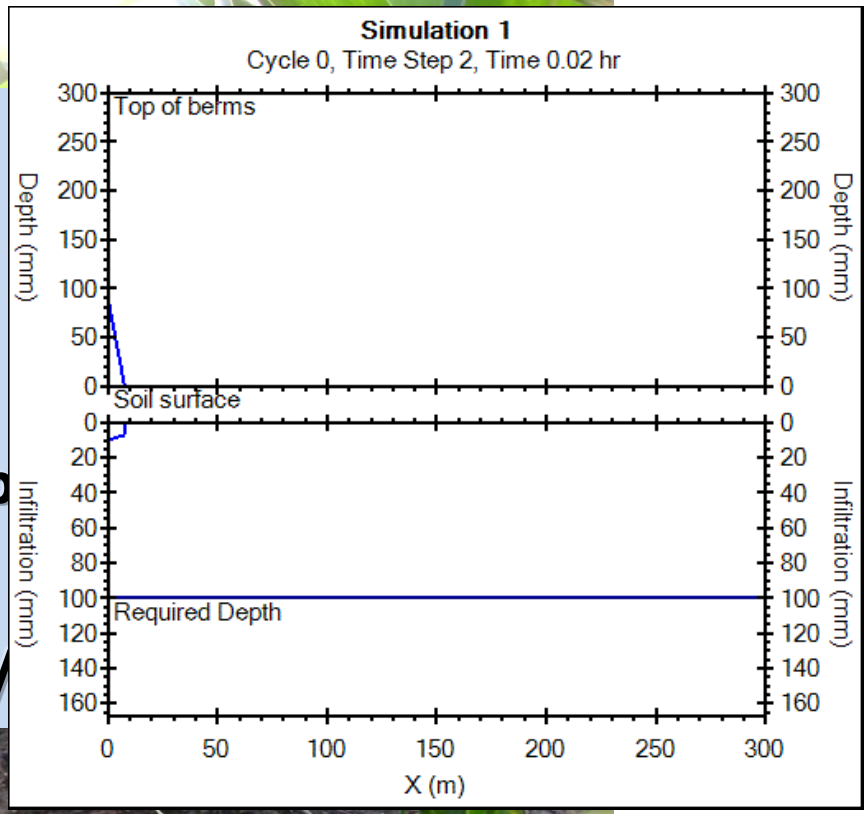
1. Fase de avance

Automatización

Simulación con surco limpio



Simulación con cultivo denso



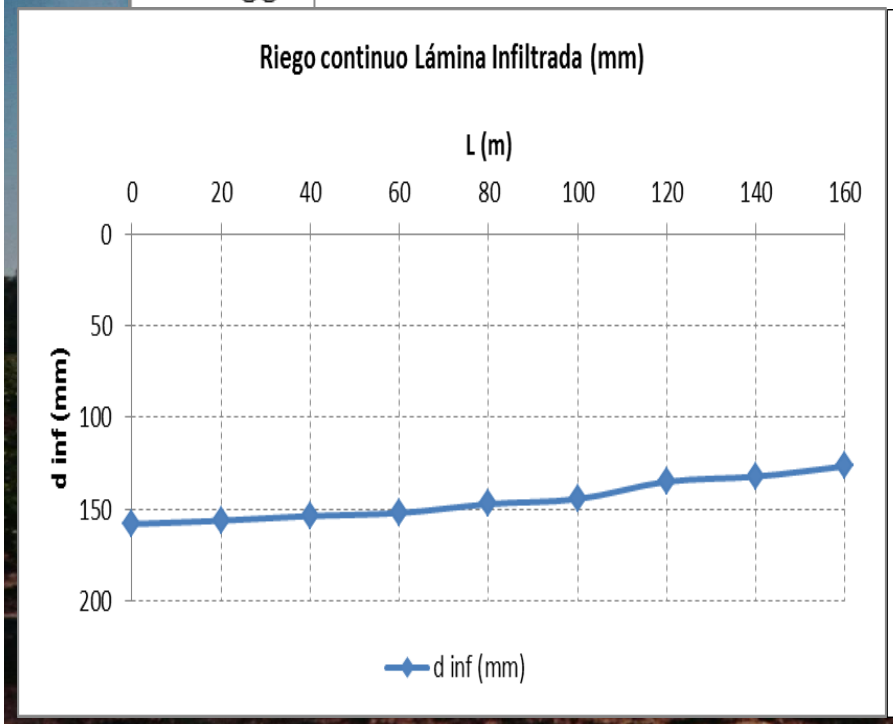
m

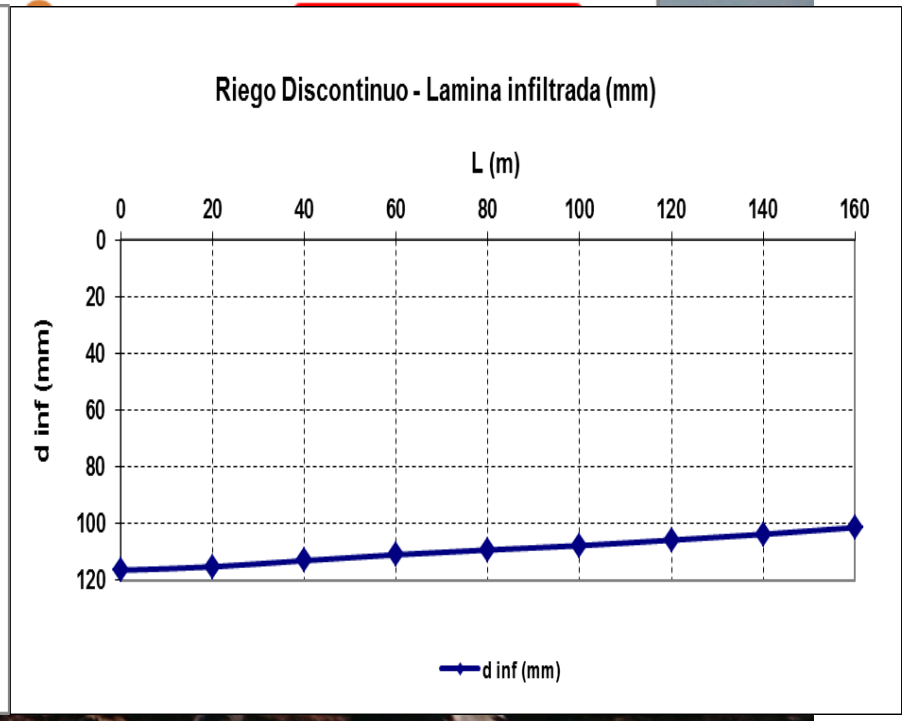
metros

h: 1,5 (lb

5 litros/

Riego discontinuo - Fase de avance





Ea = 69%

UD = 89%

Ea = 91%

UD = 94%

Conclusiones

- El ***riego*** debe ser considerado y tratado como los otros ***insumos*** productivos.
- No parecería haber razones para dudar del ***potencial productivo y estabilizador*** de los niveles de producción del **riego suplementario.**
- Existen ***grandes posibilidades*** de mejorar el desempeño del riego gravitatorio
- Se requiere un ***diseño por profesional idóneo y personal capacitado*** al igual que en los otros métodos
- ***Existen en el mercado accesorios*** para mejorar el control de la aplicación
- El ***riego de caudal discontinuo*** ofrece una importante oportunidad por
  - mejora la uniformidad de aplicación y por lo tanto las posibles eficiencias
  - permite la automatización, con la consiguiente mayor precisión y ahorro de mano de obra
  - Permite la fertiirrigación y el uso de aguas de baja calidad (residuales)

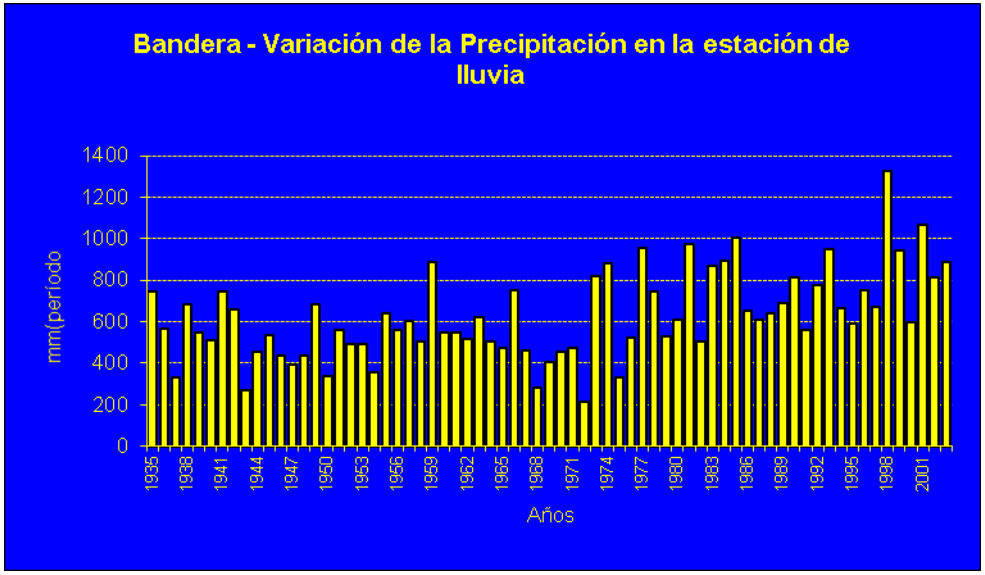
MUCHAS GRACIAS!!!!!

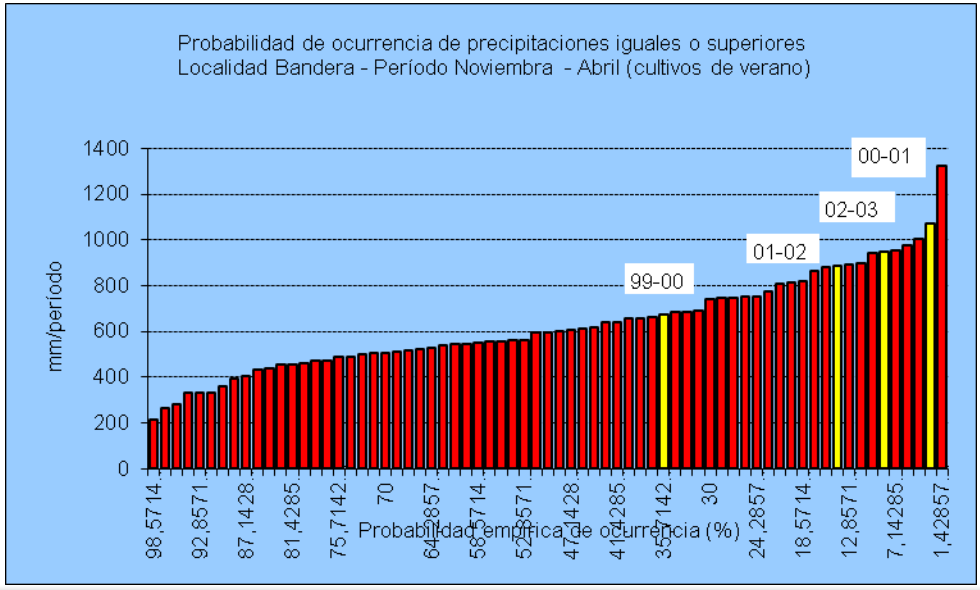
Contacto: prietogarra.daniel@inta.gob.ar

Conceptos básicos del riego gravitacional

Riego por gravedad o gravitacional, porque no exigen más energía que la de su posición.

Riego por superficie o superficial, porque utilizan la superficie del suelo como sistema de distribución

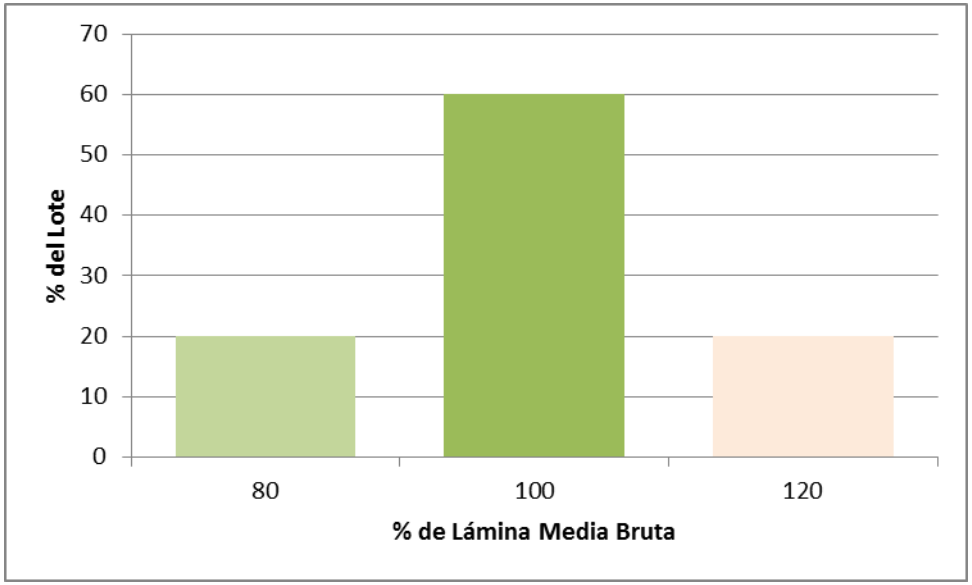

Bandera - Variación de la Precipitación en la estación de lluvia
mm/período
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
1935
1938
1941
1944
1947
1950
1953
1956
1959
1962
1965
1968
1971
1974
1977
1980
1983
1986
1989
1992
1995
1998
2001
Años


Probabilidad de ocurrencia de precipitaciones iguales o superiores
Localidad Bandera - Período Noviembra - Abril (cultivos de verano)
mm/período
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
00-01
02-03
01-02
99-00
98,5714
92,8571
87,1428
81,4285
75,7142
70
64,2857
58,5714
52,8571
47,1428
41,4285
35,7142
30
24,2857
18,5714
12,8571
7,14285
1,42857
Probabilidad empírica de ocurrencia (%)

Relación Eficiencia - Uniformidad

Lámina Requerida: 50 mm

Lámina Media Bruta: 60 mm



EFa = 83%

Lámina Area Subirrigada (20%) = 48 mm

Lámina Area Sobreirrigada (20%) = 72 mm

Relación Eficiencia - Uniformidad

Lámina Requerida: 50 mm

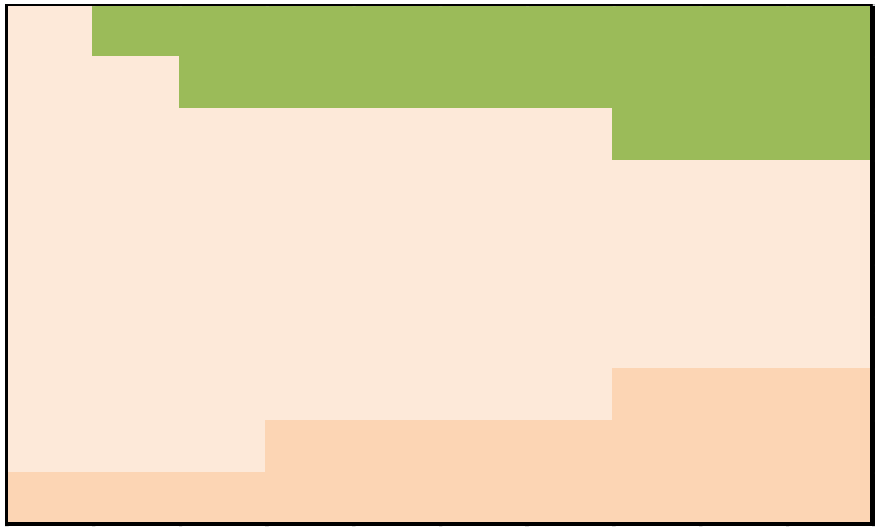
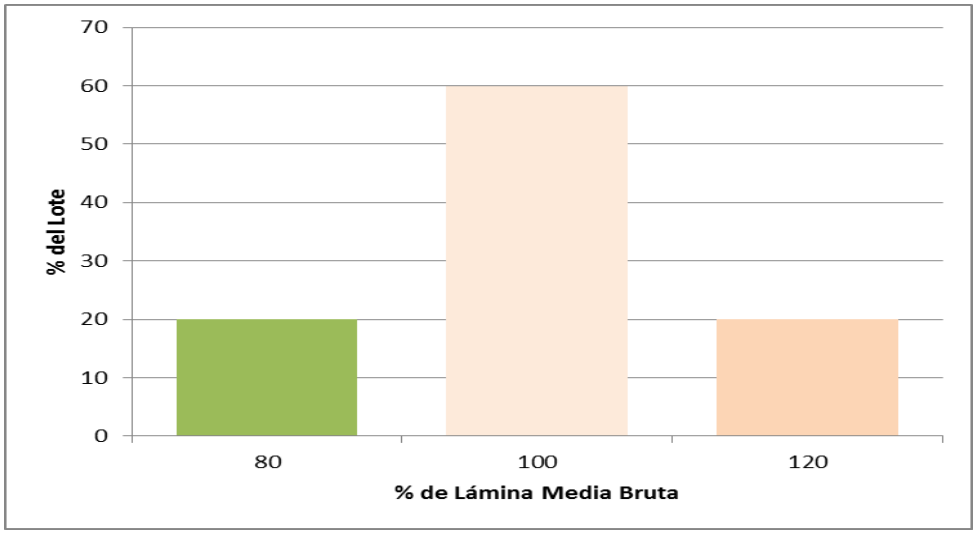
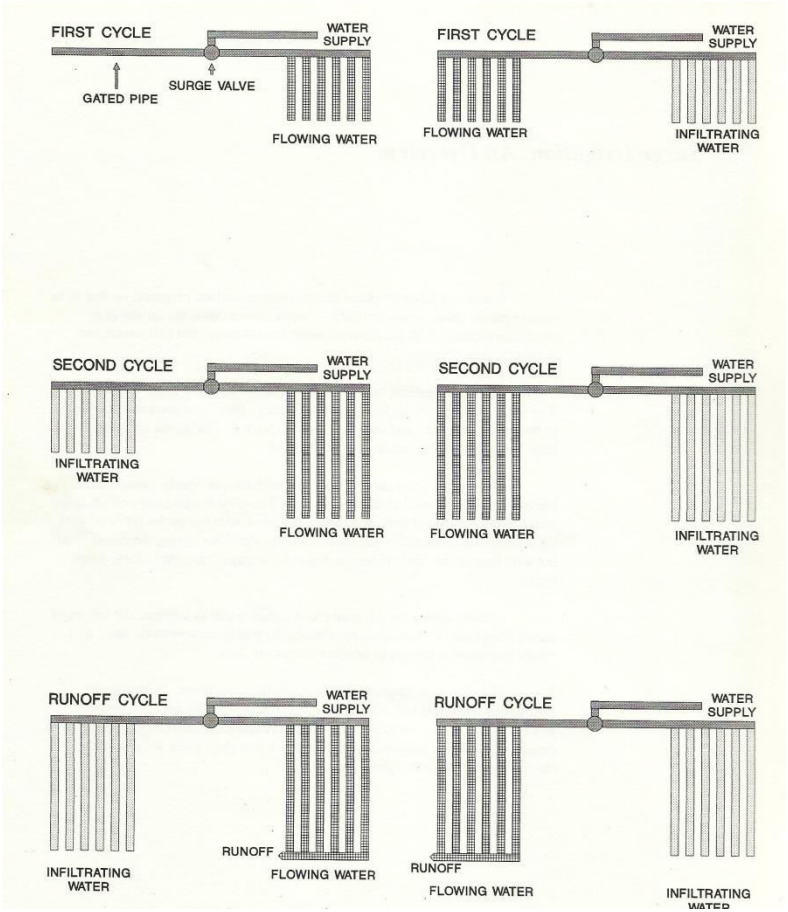
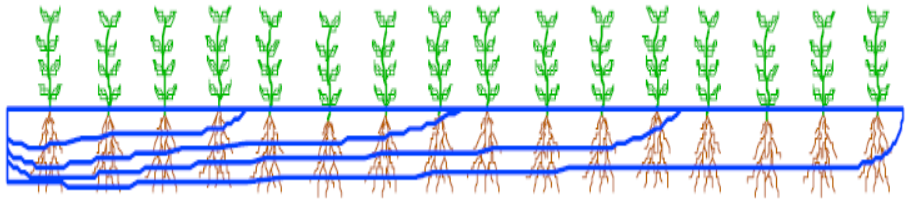
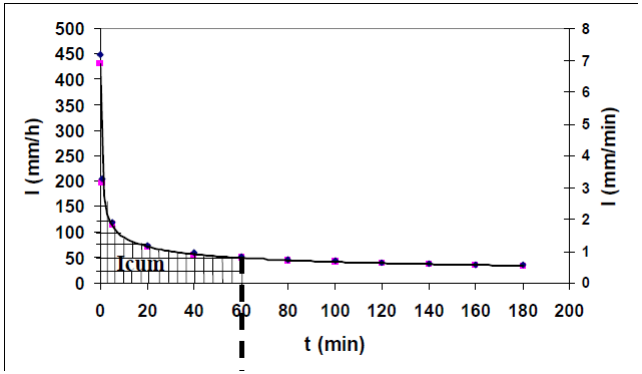
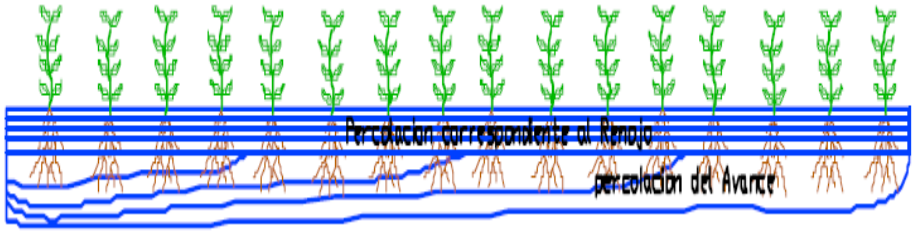


Lámina Media Bruta: 72 mm



EFa = 69%

Lámina Area Subirrigada (0%)

Lámina Area Sobreirrigada (80%) = 75 mm

Principios del riego Discontinuo