Primeras jornadas de riego de cultivos intensivos.

- Recursos hídricos disponibles.

  a) Precipitación efectiva.
  b) Aguas superficiales.
  c) Aguas subterráneas.

- Calidad del agua para riego.

  a) Cultivos a campo.
  b) Cultivos bajo cubierta.

RECURSOS HIDRICOS DISPONIBLES

- **Precipitación efectiva Pe:**

a) estimada mediante distintos métodos (Blaney, USDA, SCS) en función de la precipitación ocurrida cada 25 mm.

b) estimada genéricamente como un 80% de la precipitación ocurrida.

- **Agua subterránea captada en pozos con equipamiento de bombeo.**

La calidad del agua para riego debe interpretarse según si el cultivo recibe o no precipitaciones en forma directa.

a) En cultivos a campo, actúan en el suelo mecanismos de recuperación de los disturbios (la salinidad es controlada por la lixiviación de sales por las lluvias y la sodicidad es controlada por la capacidad de intercambio catiónico CIC) Ambos mecanismos explican la RESILIENCIA del suelo a cambios en sus propiedades químicas (pH, CEex, PSI). La calidad del agua no debe evaluarse con las clasificaciones de aptitud del USDA y de la FAO.

b) En cultivos bajo cubierta, la salinidad y sodicidad del suelo son consecuencia del riego y la fertilización. La aptitud del agua para riego puede evaluarse con las clasificaciones del USDA y de la FAO.

OBJETIVOS

- Reconocer a la calidad del agua para riego como un componente de la disponibilidad de agua para los cultivos, además de la cantidad.
- Interpretar las relaciones causa-efecto de la calidad del agua para riego de acuerdo con las condiciones ambientales donde se riega.
- Describir los métodos de clasificación de aptitud agrícola del agua más difundidos (US Salinity Lab y FAO).
- Discutir los alcances de dichas clasificaciones y sus capacidades de pronóstico de efectos indeseables en los agroecosistemas.
- Presentar la clasificación de aguas del Proy. IPG-INTA para riego en zonas húmedas (Riego complementario).

- La superficie regada en la Argentina es del orden de 1.355.000 ha.

- El 70 % se ubica en zonas áridas, bajo riego integral, la mayoría son cultivos intensivos.
- El 30 % ocurre en zonas húmedas, bajo riego complementario, la mayoría son cultivos extensivos.

- Los recursos hídricos superficiales y subterráneos aprovechables para riego, son siempre soluciones salinas y frecuentemente arrastran sólidos en suspensión.

COMPONENTES DE LA OFERTA HÍDRICA.

- **CANTIDAD:** vinculada con la estacionalidad de la demanda hídrica de los cultivos.

- **CALIDAD:** asociada con la naturaleza y cantidad de sólidos en suspensión y solutos en solución y el pronóstico de los impactos negativos que puedan producir en los agroecosistemas.

La evaluación de la calidad del agua para riego debe incluir:

- **Criterios de selección**: agua apta, apta con restricciones, agua no apta para riego.
- **Pautas de manejo**:

a) para prevenir alteraciones o disturbios en los agroecosistemas.

b) para combatirlos.

c) para presupuestar la inversión y el gasto que demande el mantenimiento de la sustentabilidad en función de la calidad del agua (la presión social puede obligar el uso de aguas de baja calidad).

Causas que generan alteraciones o disturbios en los sistemas agroproductivos:

- Actividad de partículas minerales y sustancias químicas.

  a) Salinidad.

  b) Sodicidad.

  c) Toxicidad específica.

  d) Obtrucción de tuberías, accesorios y emisores de riego.

Efectos indeseables en los agroecosistemas:

- La actividad de partículas minerales y sustancias químicas producen colmatación o entarquinamiento, erosión, obturación, corrosión en canales, obras de arte, tuberías y emisores.
- Las sales disminuyen la disponibilidad de agua para las plantas.
- El sodio disminuye la permeabilidad del suelo.
- Los iones tóxicos alteran el metabolismo vegetal, disminuyendo la cantidad y calidad de cosechas.

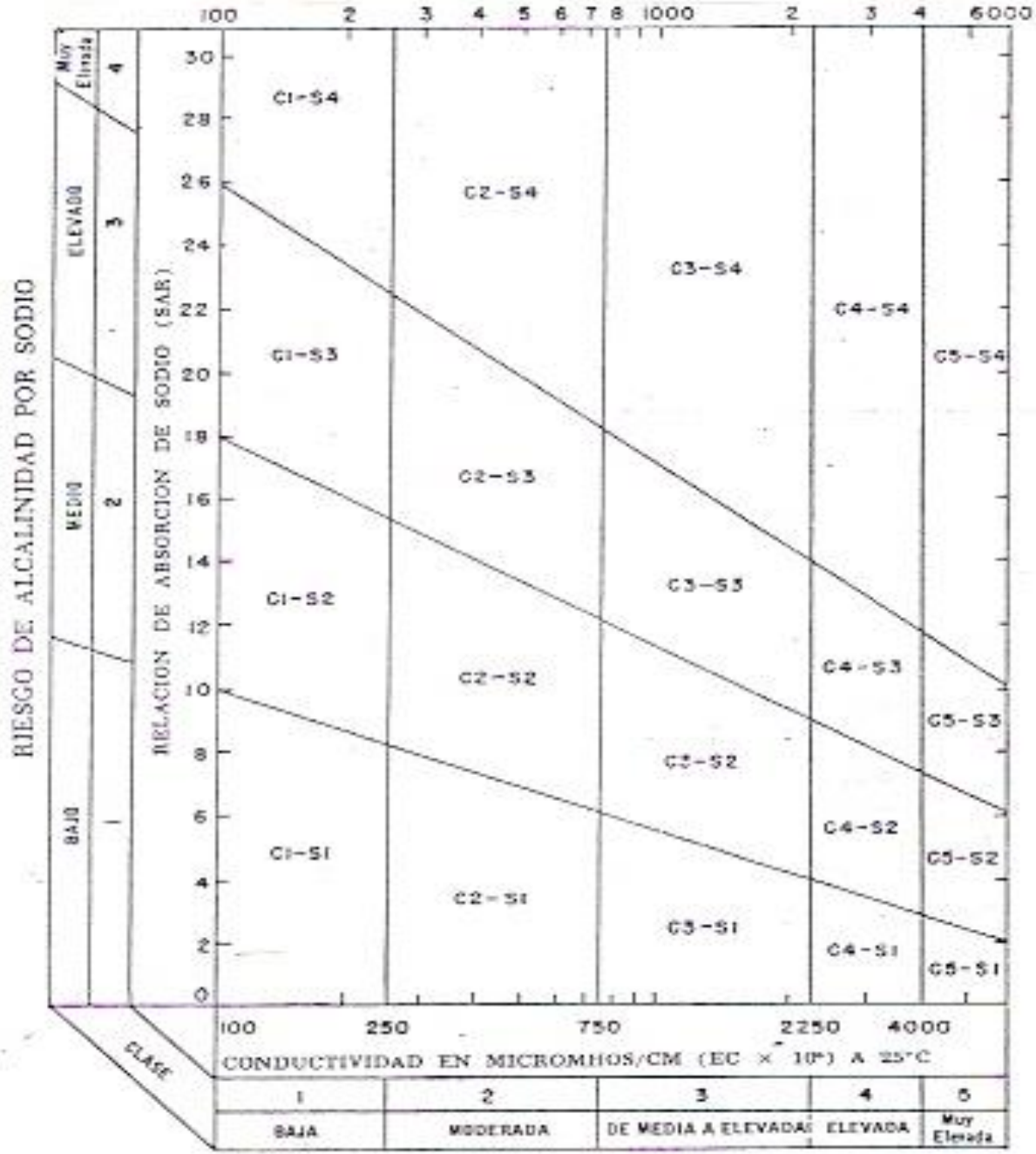
RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS

- Epoca: en la que se planifica el uso.
- Tamaño: en función de la variabilidad (no < de 3 repeticiones).
- Aguas superficiales: alejada de la orilla, en tramos sin accidentes, derivaciones ni aportes.
- Aguas subterráneas: desde pozos en actividad.
- Llevar al laboratorio en envase limpio, estanco, rotulado, mantenido a °T normal.

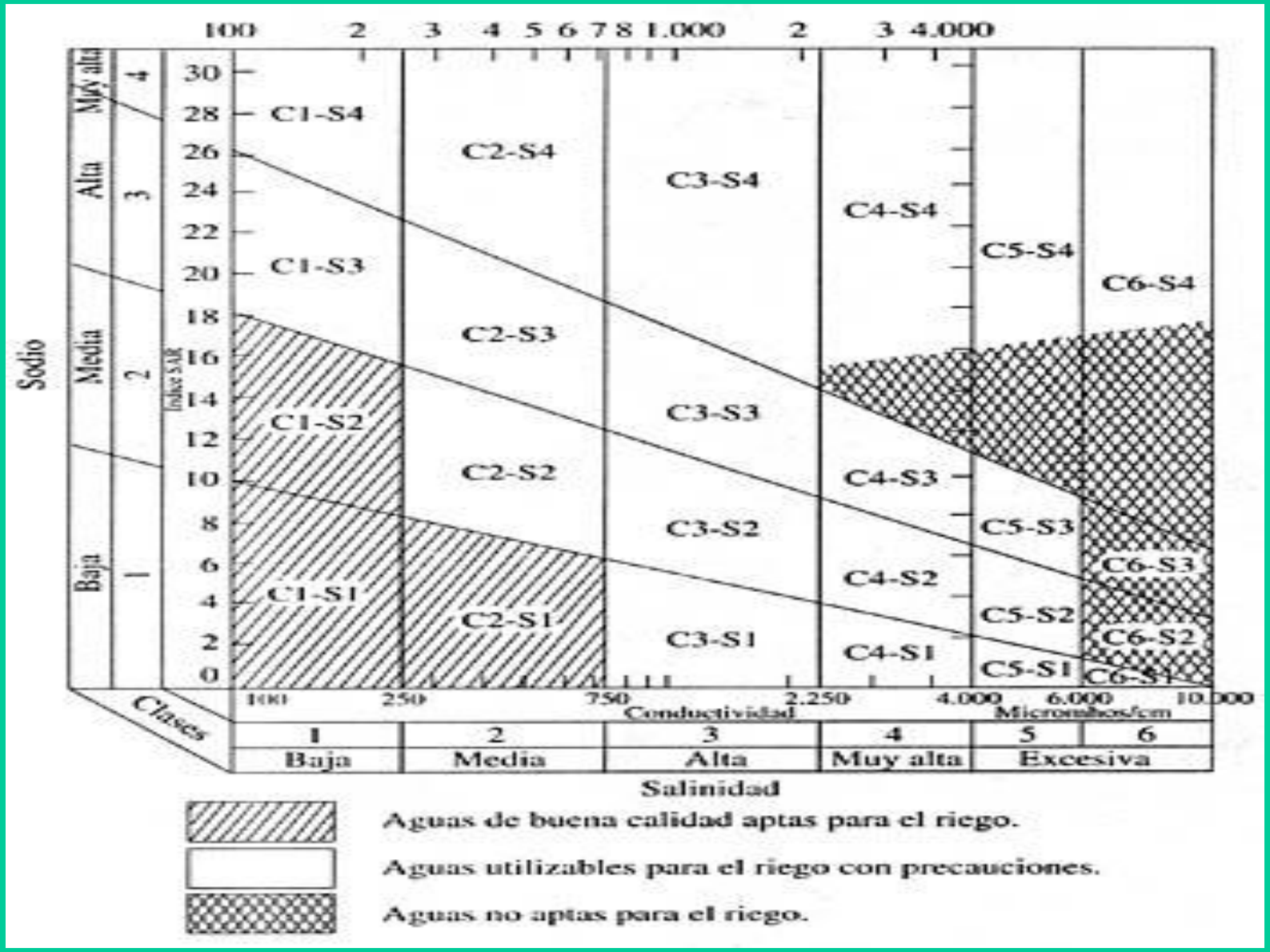
Datos analíticos		Indicadores
pH	[Cl]	CEa
CEa	[CO3]	RAS
[Na]	[CO3H]	CSR
[Ca]	{B]	
[K]	[N02]	
[Mg]	[N03]	

CLASIFICACIONES DE APTITUD AGRICOLA DE LAS AGUAS MAS DIFUNDIDAS.

- Método del US Salinity Lab. (Richards *et al*, 1954) Riverside.
- Método de la FAO. (Ayers y Westcot, 1985)



RIESGO DE LA SALINIDAD


Sodio
Muy alta
Alta
Media
Baja
Clases
Indice SAR
C1-S4
C1-S3
C1-S2
C1-S1
C2-S4
C2-S3
C2-S2
C2-S1
C3-S4
C3-S3
C3-S2
C3-S1
C4-S4
C4-S3
C4-S2
C4-S1
C5-S4
C5-S3
C5-S2
C5-S1
C6-S4
C6-S3
C6-S2
C6-S1
Conductividad
Micromhos/cm
Baja
Media
Alta
Muy alta
Excesiva
Salinidad
Aguas de buena calidad aptas para el riego.
Aguas utilizables para el riego con precauciones.
Aguas no aptas para el riego.

Relación de adsorción de sodio.

$$RAS = (Na^{+}) / [\ ½\ (Ca^{2+} + Mg^{2+})\ ]^{-½}$$

Carbonato de sodio residual

$$CSR = (C03^{2-} + HC03^{-}) – (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

Todas las concentraciones iónicas en me/l

FAO

AGUA DE RIEGO: INTERPRETACIÓN DE LA CALIDAD[1]							
Problemas potenciales de riego				Unidad	Grado de restricción en el uso		
					Ninguno	Bajo a moderado	Severo
Salinidad*(afecta la disponibilidad de agua)*[2]							
	EC_w			dS/m	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
	TDS			mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000
Infiltración*(afecta la tasa de infiltración del suelo. Evaluar usando EC_w y SAR juntos)*[3]							
SAR	= 0 – 3	y EC_w	=		> 0.7	0.7 – 0.2	< 0.2
	= 3 – 6		=		> 1.2	1.2 – 0.3	< 0.3
	= 6 – 12		=		> 1.9	1.9 – 0.5	< 0.5
	= 12 – 20		=		> 2.9	2.9 – 1.3	< 1.3
	= 20 – 40		=		> 5.0	5.0 – 2.9	< 2.9
Toxicidad específica *(afecta cultivos sensibles)*							
	Sodio (Na)						
	Riego superficial			SAR	< 3	3 – 9	> 9
	Riego por aspersión			me/l	< 3	> 3	
	Cloruro (Cl)						
	Riego superficial			me/l	< 4	4 – 10	> 10
	Riego por aspersión			me/l	< 3	> 3	
	Boro (B)			mg/l	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
Otros Efectos *(afecta cultivos sensibles)*							
	Nitrógeno (NO_3^- - N)			mg/l	< 5	5 – 30	> 30
	Bicarbonato (HCO_3^-) (aspersión)			me/l	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5
	pH				Rango Normal 6.5 – 8.4		

IPG-INTA

C. RIESGO DE SALINIDAD y SODICIDAD EN RIEGO COMPLEMENTARIO.				
Válido para la región pampeana húmeda. Fuente: IPG-Taller sobre calidad de agua, 1998.				
1) Riesgo de salinidad	Indicador	Aptitud del agua de riego		
		Buena	Dudosa	No recomendada
Zonas donde el excedente otoñal de lluvias produzca el lavado de sales, en suelos con nivel freático < - 3 m	CE (dS/m)	Menor de 2	2 a 4	Mayor de 4
2) Riesgo de sodicidad				
a) Suelos del sudeste bonaerense MO superficial 6-7%, % arcilla 25-26 CIC 22-25 cmol/kg, pH 6-7 Req.de riego 70-160 mm/año	RAS	<15	15 a 20	>20
b) Argiudoles del norte de Bs. As. MO = 2,5-3%, % arc horiz A=22-24 Req. de riego,150-200 mm/año	RAS	< 10	10 a 15	>15
c) Argiudoles del NE de Santa Fé Arc. Horiz A=26%, limo= 70 % CIC= 20 cmollkg, pH ligeram. Ácido Req. De riego 150 a 300 mm/año	RAS	<7	7 a 12	>12
d) Haplustoles del centro sur de Cór doba, francolimosos en superficie CIC= 15-17 cmol/lkg y req. de riego 200-350 mm/año.	RAS	<5	5a 10	>10

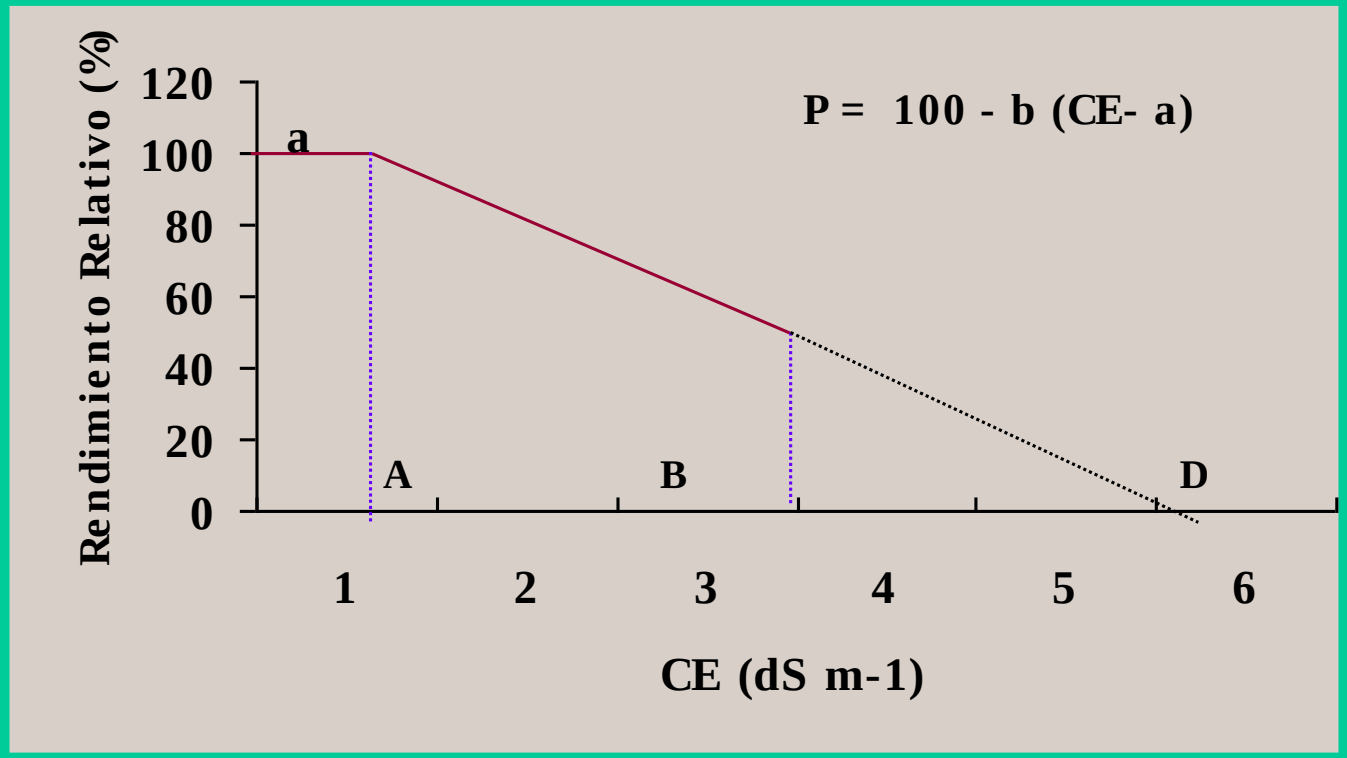
DIRECTRICES PARA EVALUAR LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO				
B. RIESGO DE OBSTRUCCION DE TUBERIAS y EMISORES EN SISTEMAS				
DE RIEGO LOCALIZADO.	(Fuente: Takayama y Bucks, 1986)			
Inconvenientes	Indicador	Probabilidad de obstrucción		
a) Problemas de tipo físico:		Baja	Media	Alta
Materiales en suspensión	Concentrac. (mgll)	<50	50 -100	> 100
b) Problemas de tipo químico:				
Alcalinidad (bicarbonato de sodio)	Concentrac.(mg/l)	< 100	100 a 200	>200
Calcio	Concentrac. (mgll)	< 10	10 a 50	>50
Hierro	Concentrac.(mg/l)	< 0,1	0,1 a 1,5	> 1,5
Manganeso	Concentrac.(mg/l)	< 0,1	0,1 a 1,5	> 1,5
pH	pH escala 1-14	< 7	7 a 8	>8
Sulfuro	Concentrac.(mg/l)	< 0,5	0,5 a 2.0	>2.0
Total de sólidos disueltos	Concentrac.(mg/l)	<500	500 a 2.000	> 2.000
c) Problemas de tipo biológico:				
Bacterias	Número por mi	< 10.000	10.000 a 50.000	> 50.000

Relación de la salinidad y la producción de los cultivos (Maas y Hoffman, 1976)

Relación la producción de los cultivos y la salinidad medida como CE_e (salinidad del medio):

$$P = 100 - b\,(CE - a) \leq 100$$

P = porcentaje de rendimiento relativo al máximo; CE = conductividad eléctrica; a y b son parámetros propios de cada cultivo.



Valores de CE (mmhos/cm) para diferentes valores de P(%) *calculados en base a datos recopilados de la bibliografía internacional por Pizarro (1996).*

Cultivo	CE (mmhos/cm)						
	a	b	100%	90%	75%	50%	0%
Zapallito	4.1	8.47	4.1	5.8	7.4	10.0	15.0
Tomate	2.5	9.80	2.5	3.5	5.0	7.6	12.5
Pepino	2.5	13.16	2.5	3.3	4.4	6.3	10.0
Melón	2.2	7.25	2.2	3.6	5.7	9.1	16.0
Espinaca	2.0	7.58	2.0	3.3	5.3	8.6	15.0
Apio	1.8	6.17	1.8	3.4	5.8	9.9	18.0
Maíz dulce	1.7	11.90	1.7	2.5	3.8	5.9	10.0
Pimiento	1.5	13.89	1.5	2.2	3.3	5.1	8.5
Lechuga	1.3	12.82	1.3	2.1	3.2	5.2	9.0
Chaucha	1.0	19.23	1.0	1.5	2.3	3.6	6.5

Conclusiones

- La disponibilidad de agua para riego debe atender la cantidad y la calidad.
- La calidad debe interpretar la aptitud para riego considerando los posibles impactos negativos que pudiese generar en los agroecosistemas.
- Las clasificaciones deben proponer pautas de manejo de las aguas considerando las condiciones ambientales y las modalidades de riego.
- La clasificación de Riverside es la más difundida, por lo que se prefiere para identificar clases de agua, pero sus pronósticos de salinización y sodificación solo deben aplicarse al riego integral en zonas áridas y a cultivos bajo cubierta.
- La clasificación de la FAO considera con mayor precisión la interrelación CEa-RAS y propone pautas de manejo tomando en cuenta los rendimientos relativos de los cultivos. También es indicada para evaluar aguas para riego integral en zonas áridas y bajo cubierta.
- La propuesta de clasificación del IPG-INTA es muy promisoria, porque además de factores químicos, incluye lluvias, láminas de riego y propiedades de los suelos. Es específica para riego complementario.

Muchas gracias