

MODELO BALANSAL

(MODELO HIDRICO SALINO DE SUELOS BAJO RIEGO)

M.Sc Ing. Carlos M. Mirábile- Cdor. Luis Fornero
CENTRO REGIONAL ANDINO - INA
Belgrano (oeste) 210 (5500) Mendoza, Argentina



OBJETIVOS:

Cuantificar la dinámica de la salinidad y humedad del suelo en función de un balance hídrico salino que tiene en cuenta la modalidad y láminas de riego aplicadas.-

El cálculo de las láminas de riego y el requerimiento de lixiviación / lavado, necesarias para satisfacer la demanda hídrica de los cultivos y desalinizar o mantener constante la salinidad del suelo.-

Permitir la programación y adecuación de los riegos, para la obtención de un determinado objetivo .-

Datos de Entrada:

W_{fc} = Contenido de humedad del suelo , a capacidad decampo, de la zona radical, expresada en (mm).

CE_e = Conductividad eléctrica inicial del suelo (dS/m)

f = Factor eficiencia del lavado

CE_e^* = Conductividad eléctrica objetivo del suelo (dS/m)

Evapot = Evapotranspiración mensual (mm)

Precip = Precipitación efectiva mensual (mm)

Riego = Láminas de riego mensual (mm)

CE agua = Conductividad eléctrica del agua de riego (dS)

-

Datos de Salidas:



CE_e = Conductividad eléctrica final del suelo (dS/m)

Cambio = Variación de la salinidad del suelo (dS/m)

R = Percolación operada (mm)

Riego* = Lámina de riego necesaria para obtener la CE objetivo
(mm)

DL = Lámina percolada necesaria para obtener la CE objetivo
(mm) -Lámima de lavado-

W = Humedad del suelo en (mm)

Modelo Balansal

Cultivo:

Tipo de suelo:

Est. Meteo.:

Datos suelo: Wfc = 290 mm

CEe = 2,964 dS/m

f = 0,5

CEe* = 2,964 dS/m

Mes	Evapot. (mm)	Precip. (mm)	Riego (mm)	CE agua dS/m	CEe dS/m	Cambio dS/m	Riego* (mm)	DL (mm)	R (mm)	W (mm)
Nov	118	16	230	1,873	2,858	-0,106	196	94	128	290
Dic	144	25	244	1,830	2,819	-0,039	197	78	125	290
Ene	165	26	228	1,870	2,966	0,148	229	90	89	290
Feb	131	41	142	1,280	2,957	-0,010	140	50	52	290
Mar	126	26	118	1,280	3,103	0,147	153	53	18	290
Abr	90	8	77	1,280	3,273	0,170	160	78	0	285
May		2	103	1,280	2,861	-0,412	77	74	100	290
Jun		2	0	0,000	2,852	-0,010	0	-20	2	290
Jul		6	0	0,000	2,822	-0,029	0	-22	6	290
Ago		4	86	1,536	2,517	-0,306	0	-42	90	290
Set		6	129	1,450	2,130	-0,387	0	-133	135	290
Oct	86	9	207	1,710	2,077	-0,053	77	-208	130	290
	860	171	1564			-0,887	1229	92	875	

ALT-G para gráfico

Est. Meteo.: Aerop

Cultivo: Vid

Datos suelo: Wfc = 210 mm

Fco-are CEe = 3,520 mmohs

f = 0,7

CEe* = 3,520

Mes	Evapot. (mm)	Precip. (mm)	Riego (mm)	CE agua (mmohs)	CEe (mmohs)	Cambio (mmohs)	Riego* (mm)	DL (mm)	R (mm)	W (mm)
Jul	15	0	0	0,000	3,520	0,000	15	0	0	195
Ago	25	0	57	1,633	3,522	0,002	57	17	17	210
Set	46	2	63	1,633	3,522	0,000	63	19	19	210
Oct	82	2	115	1,633	3,518	-0,004	115	35	35	210
Nov	119	6	162	1,633	3,516	-0,002	162	49	49	210
Dic	133	6	181	1,633	3,523	0,007	181	54	54	210
Ene	130	18	161	1,633	3,517	-0,006	161	49	49	210
Feb	113	3	157	1,633	3,521	0,004	157	47	47	210
Mar	85	10	107	1,633	3,524	0,003	107	32	32	210
Abr	45	3	61	1,633	3,516	-0,008	61	19	19	210
May	19	0	27	1,633	3,518	0,002	27	8	8	210
Jun	13	0	0	0,000	3,518	0,000	13	0	0	197
	825	50	1091			-0,002	1119	329	329	

ALT-G para gráfico

ALT-M para menú

Modelo Balansal
Carlos Mirábile - Luis Fornero
e-mail carlosmirabile@hotmail.com

Estancia Ojo de Agua- San Pedro Chico

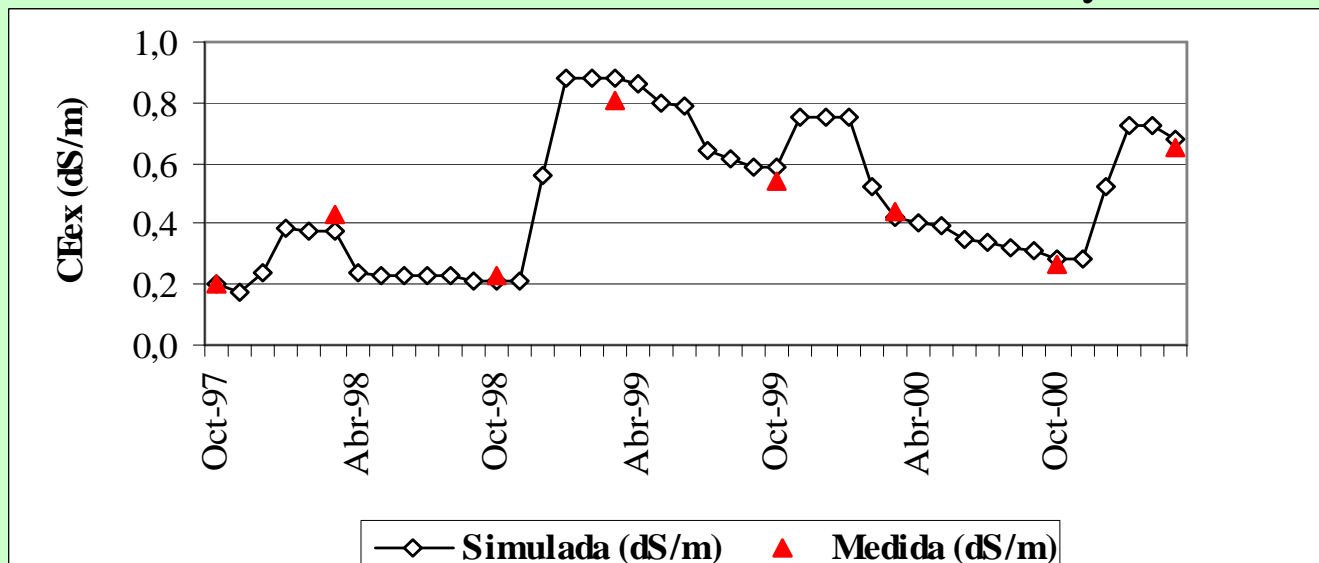
Cultivo: Maiz 97-98
Tipo de suelo: Franco Arcilloso
Est. Meteo.: Balcarce

Datos suelo: Wfc = 187 mm
CEe = 0,235 mmohs/cm CEe* = 0,235
f = 0,3

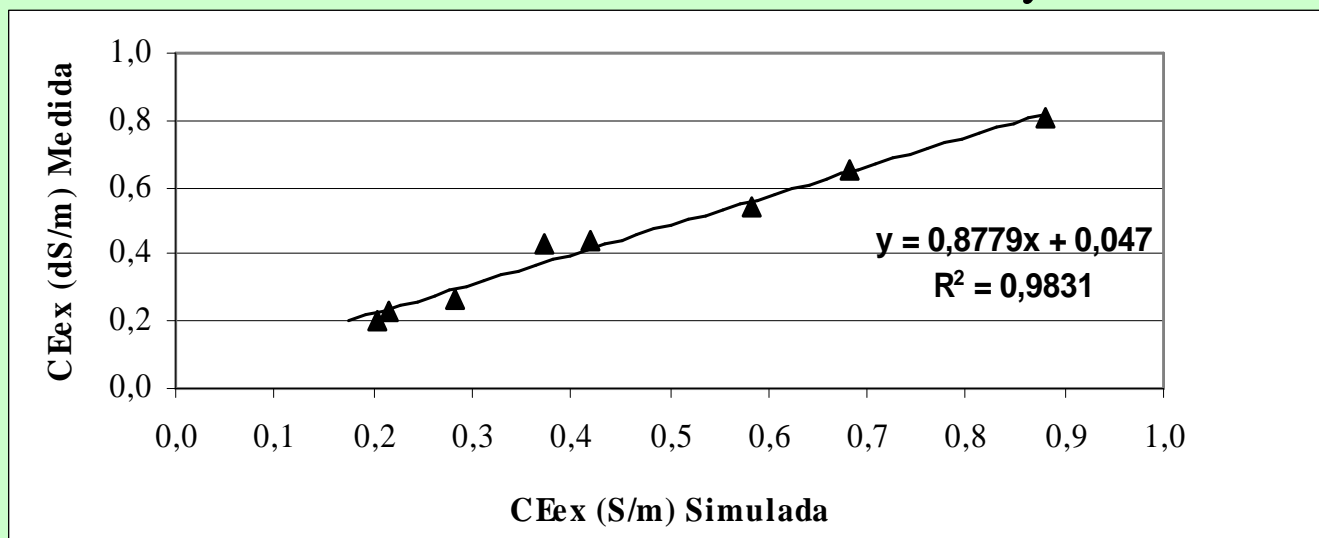
Mes	Evapot. (mm)	Precip. (mm)	Riego (mm)	CE agua (mmohs)	CEe (mmohs)	Cambio (mmohs)	Riego* (mm)	DL (mm)	R (mm)	W (mm)
Oct-97	40	132		0,000	0,203	-0,032	0	0	92	187
Nov-97	95	123		0,000	0,194	-0,009	0	-92	28	187
Dic-97	175	152	25	1,130	0,264	0,070	23	-50	2	187
Ene-98	203	152	65	1,130	0,423	0,159	51	-361	14	187
Feb-98	112	132		0,000	0,409	-0,013	336	356	20	187
Mar-98	64	56		0,000	0,409	0,000	346	337	0	179
	689	747	90			0,174	755	190	156	

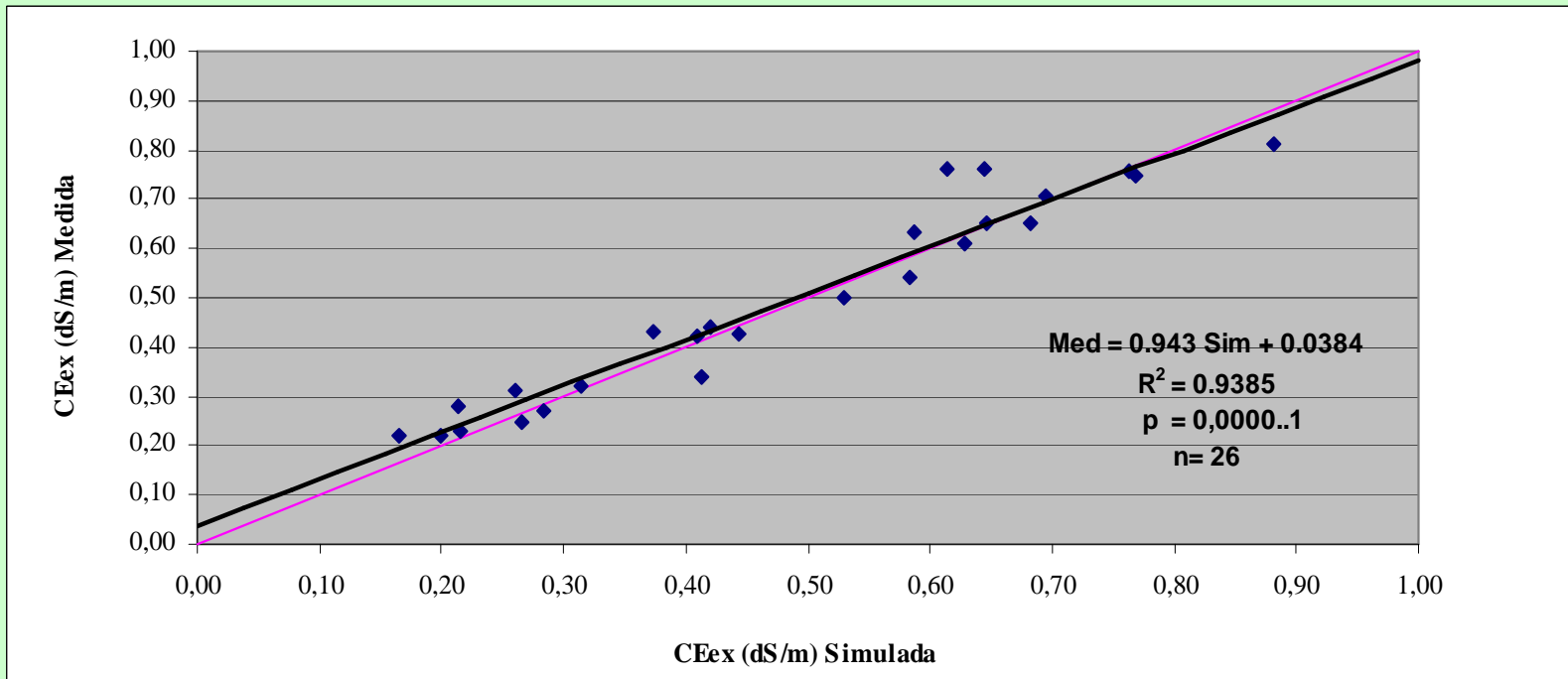
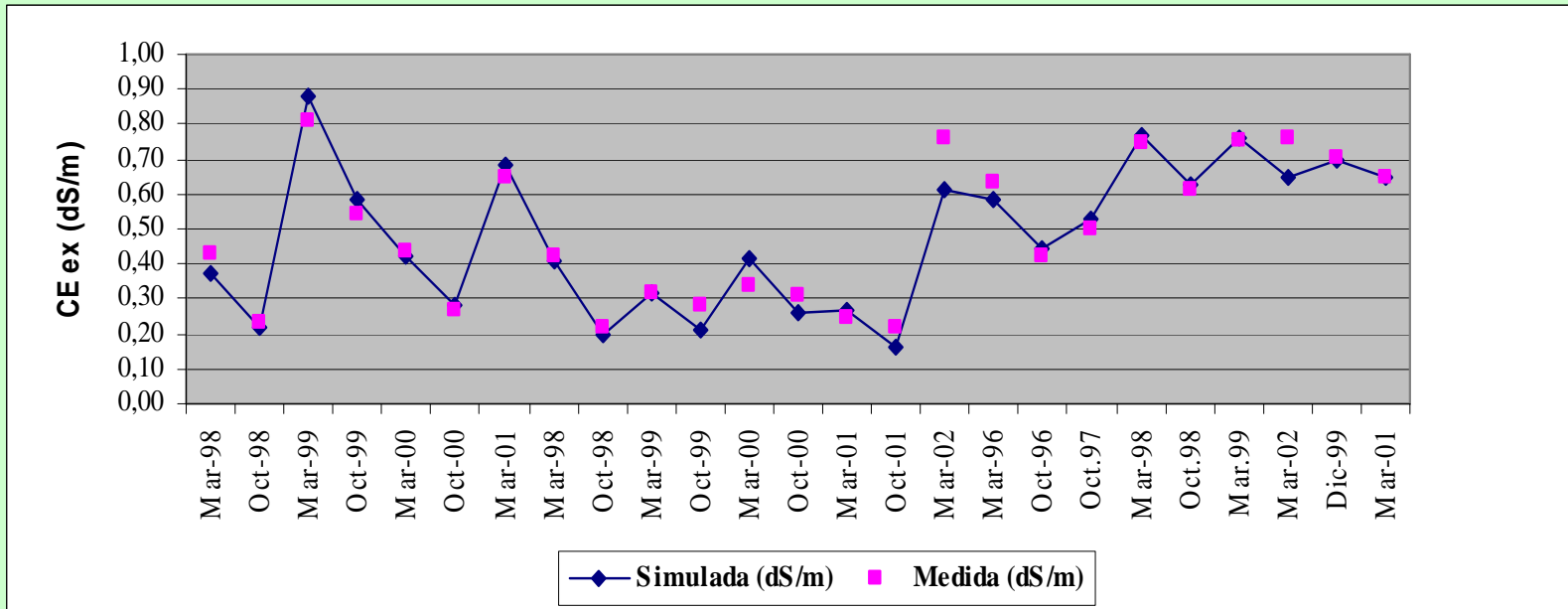
Estancia Ojo de agua San Pedro Grande- Corrida Cont. 1997-2001

Evolución de la Salinidad del Suelo Simulada y Medida



Correlación Entre los Valores Simulados y Medidos





Campo:Ojo de agua Lote: San Pedro grande
Diferencias de Salinidad entre Valor Medido y Simulado

Cultivo	Mes/año	Valor Medido microS/m	Valor Simulado microS/m	Diferencia Porcentual
Maiz	Oct-97		205	
	Mar-98	430	373	-13
Maiz	Oct-98		230	
	Mar-99	810	896	11
Trigo	Jul-99		700	
	Dic-99	705	695	-1,5
Maiz	Oct-00		270	
	Mar-01	650	646	-0,6

Corrida Mensual Contínua-Periodo 1997-2001

Oct-97		205	
Mar-98	430	373	-13
Oct-98	230	215	-7
Mar-99	810	881	9
Oct-99	540	583	8
Mar-00	440	420	-5
Oct-00	270	284	5
Mar-01	650	682	5

Campo: Santa Ida
Diferencias de Salinidad entre Valor Medido y Simulado

Cultivo	Mes/año	Valor Medido microS/m	Valor Simulado microS/m	Diferencia Porcentual
Maiz	Oct-95		270	
	Mar-96	631	587	-7
Soja	Oct-97		500	
	Mar-98	748	768	4

Corrida Mensual Contínua- Período 95-96

Oct-95		270		
Oct-96	425		444	5

Maiz+ Rast.

Corrida Mensual Contínua-Período 96-99

Oct-96		425		
Oct-97	500		530	6
Oct-98	610		629	3
Oct-99	755		763	1

Lote San Pedro Chico Oct 97- Mar 2002

Cultivos: Maíz 97-98, Trigo 98, Maíz 99-00, Trigo 00 y Maíz 01-02

Tipo de suelo: Franco Arcilloso

Est. Meteo.: Balcarce

Datos suelo: Wfc = 187 mm Maíz
 CEe = 0,235 (dS/m) Trigo
 f = 0,3

Mes	Evapot. (mm)	Precip. (mm)	Riego (mm)	CEe (dS/m)	Cambio (dS/m)	R (mm)	W (mm)	Cumple Umbral con W (mm)	
								P.Critico	P.Normal
								152	127
Oct-97	40	132		0,203	-0,032	92	187		
Nov-97	95	123		0,194	-0,009	28	187		
Dic-97	175	152	25	0,264	0,070	2	187		
Ene-98	203	152	65	0,423	0,159	14	187		
Feb-98	112	132		0,409	-0,013	20	187		
Mar-98	64	56		0,409	0,000	0	179		
Abr-98	24	369		0,235	-0,174	337	187		
May-98	12	33		0,228	-0,008	21	187		
Jun-98	10	28		0,221	-0,006	18	187		
								144	136
Jul-98	8	10		0,220	-0,001	2	187		
Ago-98	21	21		0,220	0,000	0	187		
Set-98	48	112		0,199	-0,021	64	187		
Oct-98	84	9		0,199	0,000	0	112		
Nov-98	140	57	38	0,314	0,115	0	68		
Dic-98	111	70		0,314	0,000	0	26		
Ene-99	80	86		0,314	0,000	0	32		
Feb-99	61	63		0,314	0,000	0	34		
Mar-99	65	124		0,314	0,000	0	93		
Abr-99	30	72		0,314	0,000	0	135		
May-99	25	75		0,314	0,000	0	185		
Jun-99	14	22		0,310	-0,003	6	187		



	Evapot.	Precip.	Precip.	CEe	Cambio	R	W		
Jul-99	17	158		0,247	-0,063	141	187		
Ago-99	33	57		0,238	-0,009	24	187		
Set-99	40	87		0,221	-0,017	47	187		
								152	127
Oct-99	40	58		0,214	-0,006	18	187		
Nov-99	95	70		0,214	0,000	0	162		
Dic-99	175	75	84	0,468	0,254	0	146		
Ene-00	203	130	107	0,791	0,323	0	180		
Feb-00	112	352		0,542	-0,249	233	187		
Mar-00	64	233		0,413	-0,129	169	187		
Abr-00	24	62		0,389	-0,024	38	187		
May-00	12	48		0,367	-0,022	36	187		
Jun-00	10	100		0,317	-0,049	90	187		
								144	136
Jul-00	8	31		0,306	-0,012	23	187		
Ago-00	21	74		0,281	-0,025	53	187		
Set-00	48	70		0,271	-0,010	22	187		
Oct-00	84	110		0,260	-0,011	26	187		
Nov-00	140	38	16	0,308	0,048	0	101		
Dic-00	111	98		0,308	0,000	0	88		
Ene-01	80	131		0,308	0,000	0	139		
Feb-01	61	148		0,289	-0,019	39	187		
Mar-01	65	119		0,265	-0,024	54	187		
Abr-01	30	46		0,259	-0,007	16	187		
May-01	25	106		0,227	-0,032	81	187		
Jun-01	14	58		0,212	-0,015	44	187		
Jul-01	17	37		0,205	-0,007	20	187		
Ago-01	33	131		0,175	-0,030	98	187		
Set-01	40	76		0,165	-0,010	36	187		
								152	144
Oct-01	40	220		0,123	-0,042	180	187		
Nov-01	95	248		0,097	-0,027	153	187		
Dic-01	175	63	75	0,337	0,241	0	150		
Ene-02	203	130	63	0,539	0,202	0	140		
Feb-02	112	66	30	0,636	0,096	0	124		
Mar-02	64	149		0,614	-0,022	22	187		

Conclusiones



- El modelo funciona satisfactoriamente, siendo la media de las diferencias porcentuales entre simulado y medido del orden del 8,6 % en valores absolutos y su mediana 0.
- El análisis de frecuencia determina un error estándar del 11% y que el 76% de las comparaciones realizadas están dentro de una dif.de $\pm 10\%$.
- El coeficiente de determinación presenta un valor alto ($R^2 = 94$) con un valor de p (probabilidad observada) muy pequeño de 0,00000...1
- La pendiente de la recta ($\cong 1$) y la ordenada al origen extremadamente baja indican un correcto funcionamiento del modelo.
- La buena superposición de la recta con respecto a la normal indica que el modelo, en gral, no produce sub o sobre estimaciones importantes.
- El modelo es sensible al valor del factor de eficiencia de lavado por lo que se aconseja determinarlo o ajustarlo localmente.

Estancia Santa Ida Lote 1 - -1996-99

Cultivo: Maiz-Soja-Trigo
Tipo de suelo: Franco limoso
Est. Meteo.: Cnel. Suárez

Datos suelo: Wfc = 234 mm
 CEe = 0,425 mmohs
 f = 0,6



Cultivo	Mes	Evapot. (mm)	Precip. (mm)	Riego (mm)	CEe (mmohs)	Cambio (mmohs)	R (mm)	W (mm)	Cumple Umbral con W (mm)	
									P.Critico	P.Normal
MAÍZ									195	166
Maíz	Oct-96	45	40	0	0,425	0,000	0	229		
Maíz	Nov-96	109	125	0	0,413	-0,012	11	234		
Maíz	Dic-97	199	177	90	0,477	0,063	68	234		
Maíz	Ene-97	215	81	190	0,764	0,287	56	234		
Maíz	Feb-97	119	98	61	0,785	0,022	40	234		
Maíz	Mar-97	70	156	0	0,629	-0,156	86	234		
	Abr-97	56	28	0	0,629	0,000	0	206		
	May-97	25	0	0	0,629	0,000	0	181		
	Jun-97	18	92	0	0,596	-0,033	21	234		
	Jul-97	24	20	0	0,596	0,000	0	230		
	Ago-97	42	15	0	0,596	0,000	0	203		
	Set-97	65	32	0	0,596	0,000	0	170		
	Oct-97	99	209	0	0,530	-0,066	46	234		
SOJA									195	186
Soja	Nov-97	73	64	0	0,530	0,000	0	225		
Soja	Dic-97	136	52	0	0,530	0,000	0	141		
Soja	Ene-98	152	109	30	0,597	0,067	0	128		casi PMP
Soja	Feb-98	126	184	60	0,701	0,104	12	234		
Soja	Mar-98	75	35	30	0,768	0,067	0	224		
	Abr-98	56	150	0	0,619	-0,149	84	234		
	May-98	25	6	0	0,619	0,000	0	215		
	Jun-98	18	0	0	0,619	0,000	0	197		
TRIGO									186	176
Trigo	Jul-98	11	19	0	0,619	0,000	0	205		
Trigo	Ago-98	56	31	15	0,653	0,034	0	195		
Trigo	Set-98	59	118	30	0,595	-0,058	50	234		
Trigo	Oct-98	99	25	15	0,629	0,034	0	175		
Trigo	Nov-98	160	64	60	0,763	0,135	0	139	X	
Trigo	Dic-98	127	48	0	0,763	0,000	0	60		PMP
	Ene-99	70	61	0	0,763	0,000	0	51		
	Feb-99	140	55	0	0,763	0,000	0	-34		
	Mar-99	50	203	0	0,763	0,000	0	119		
	Abr-99	56	35	0	0,763	0,000	0	98		
	May-99	25	0	0	0,763	0,000	0	73		
	Jun	18	5	0	0,763	0,000	0	60		
	Jul	24	30	0	0,763	0,000	0	66		
	Ago	42	30	0	0,763	0,000	0	54		