



Universidad  
Complutense  
Madrid

Proyecto de Innovación Educativa

## Enseñanza de la Calidad en los Laboratorios del Dpto. Química Analítica

Resultados del primer semestre.  
Asignatura: Química Analítica II.

Curso 2014-2015  
3º curso Grado en Química

# Introducción y Objetivos



## INTRODUCCIÓN

- **Un ejercicio de intercomparación es un proceso planificado por el que una serie de laboratorios analizan un material para comparar sus resultados entre sí.**
- **Los ejercicios de intercomparación ayudan a los laboratorios a mejorar la calidad de sus ensayos y a poder demostrar ante terceros su competencia técnica.**

## OBJETIVOS

- **Motivar a los alumnos sobre la necesidad de obtener resultados fiables en los laboratorios de Química Analítica.**
- **Fomentar el espíritu crítico de los estudiantes para evaluar los resultados analíticos y proponer medidas correctoras si fueran necesarias.**
- **Estudiar y aplicar una herramienta importante de los sistemas de calidad, fundamentales en un laboratorio químico.**

# ENSAYOS



## ● Muestra de suelo agrícola

**Analitos:** Humedad. Método: Gravimetría  
Potasio. Método: Fotometría de llama  
Fósforo. Método: Espectrofotometría UV-V

## ● Muestra de Ostra (Material de Referencia)

**Analitos:** Selenio. Método: Absorción atómica- hidruro  
Mercurio. Método: Absorción atómica- vapor frío

## ● Muestra de leche en polvo (La Lechera – Nestle)

**Analitos:** Humedad. Método: Gravimetría  
Cenizas. Método: Gravimetría  
Cinc. Método: Absorción atómica de llama  
Calcio. Método: Absorción atómica de llama  
Hierro. Método: Absorción atómica – cámara de grafito

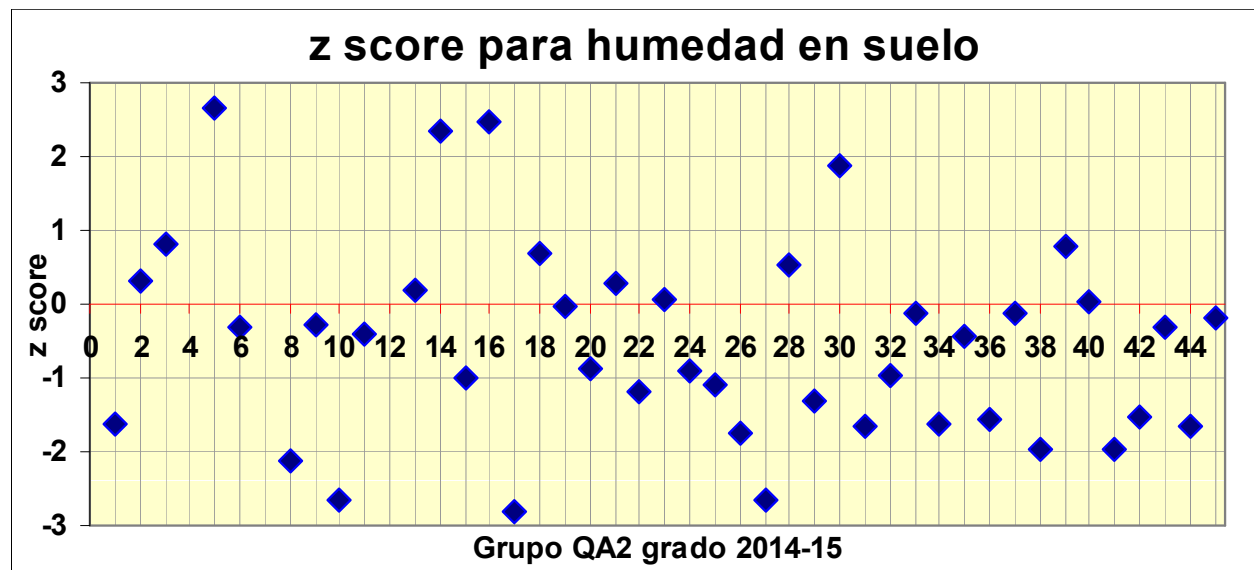
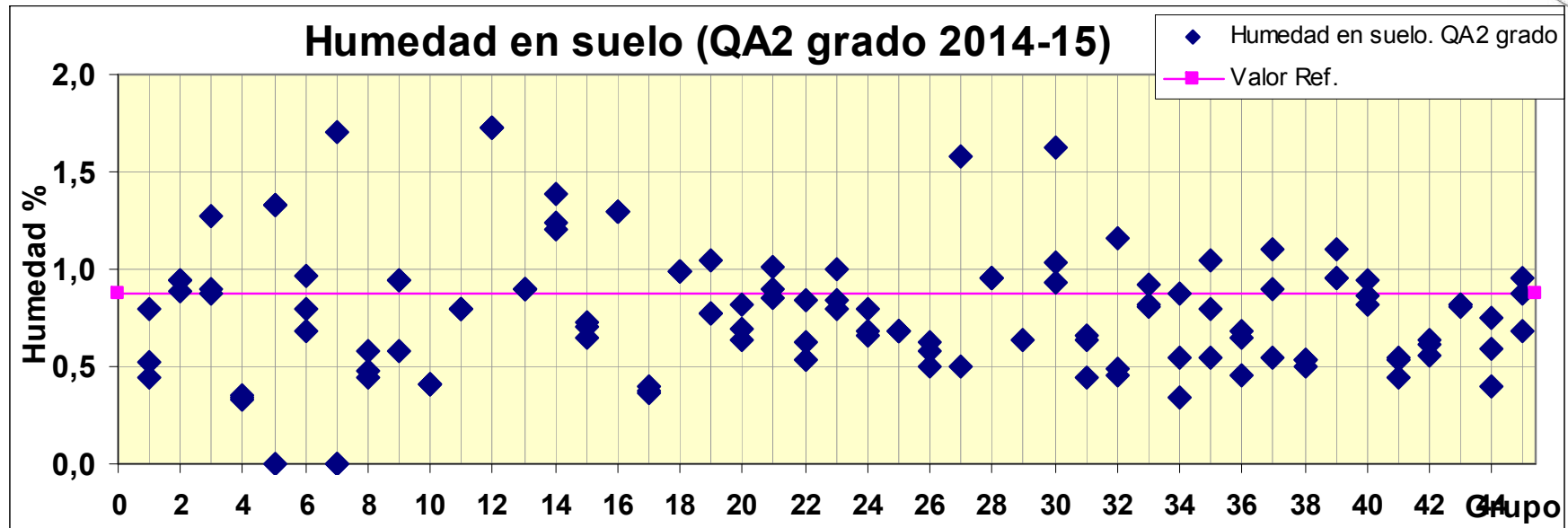
# Suelo agrícola



Gr.	Humedad		K mg/kg sms		P mg/kg sms	
	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score
1	0,59	-1,63	121	-0,13	14,5	1,97
2	0,92	0,31	129	0,19	10,8	0,21
3	1,01	0,82	122	-0,08	10,1	-0,14
4	0,34	-3,05	126	0,07	12,9	1,22
5	1,33	2,64	0	-5,00	7,3	-1,50
6	0,82	-0,31	116	-0,31	13,5	1,48
7	1,70	4,77	120	-0,15	19,8	4,52
8	0,50	-2,13	121	-0,13	14,5	1,97
9	0,82	-0,29	76	-1,95	10,1	-0,16
10	0,41	-2,64	109	-0,62	7,9	-1,21
11	0,80	-0,40	108	-0,66	4,9	-2,66
12	1,73	4,94	109	-0,60	14,1	1,76
13	0,90	0,17	105	-0,76	11,4	0,46
14	1,28	2,36	86	-1,53	3,2	-3,46
15	0,70	-1,00	125	0,03	10,6	0,08
16	1,30	2,47	135	0,43	9,3	-0,52
17	0,38	-2,82	98	-1,04	12,8	1,17
18	0,99	0,69	128	0,17	8,6	-0,87
19	0,86	-0,04	128	0,15	10,8	0,19
20	0,72	-0,88	92	-1,28	9,4	-0,48
21	0,92	0,29	77	-1,89	9,8	-0,27
22	0,66	-1,19	139	0,59	11,1	0,32
23	0,88	0,06	358	9,44	11,2	0,36
24	0,71	-0,90	86	-1,53	9,5	-0,42

Gr.	Humedad		K mg/kg sms		P mg/kg sms	
	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score
25	0,68	-1,09	87	-1,51	13,7	1,57
26	0,57	-1,74	94	-1,21	11,1	0,33
27	0,41	-2,66	107	-0,70	8,2	-1,07
28	0,96	0,52	109	-0,61	15,7	2,53
29	0,64	-1,32	119	-0,21	0,9	-4,57
30	1,20	1,88	107	-0,67	3,4	-3,37
31	0,58	-1,67	84	-1,61	12,6	1,06
32	0,70	-0,98	136	0,48	11,2	0,40
33	0,85	-0,11	123	-0,05	11,2	0,37
34	0,59	-1,63	172	1,93	12,4	0,95
35	0,79	-0,44	113	-0,43	8,1	-1,11
36	0,60	-1,57	87	-1,51	12,7	1,09
37	0,85	-0,13	69	-2,21	13,2	1,35
38	0,53	-1,95	112	-0,50	10,7	0,13
39	1,01	0,79	98	-1,05	17,8	3,56
40	0,87	0,02	145	0,85	13,4	1,42
41	0,53	-1,95	128	0,16	8,3	-1,00
42	0,60	-1,53	106	-0,71	6,3	-1,96
43	0,82	-0,31	100	-0,98	11,8	0,67
44	0,58	-1,67	106	-0,73	10,1	-0,15
45	0,84	-0,19	97	-1,10	12,1	0,80
Media=	0,81		114		10,7	
Sd=	0,31		45		3,6	
Sd%=	37,9		40		33,3	
V. Ref.=	0,87		124		10,4	
Sd asig.=	0,17		24,8		2,08	
Sd asig%=	20		20		20	

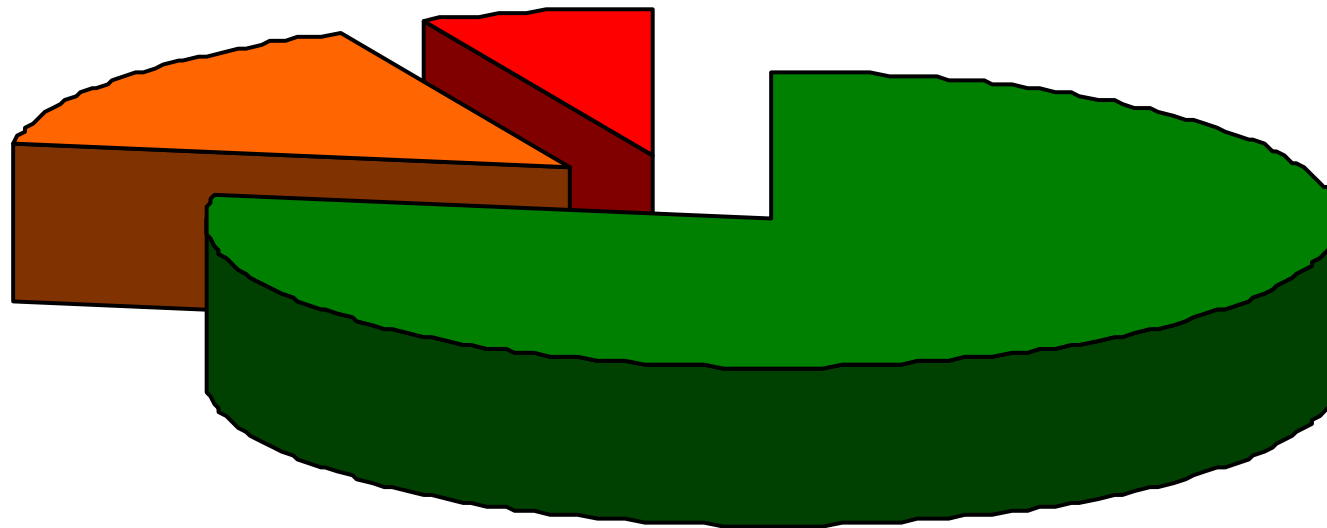
# Determinación de humedad en suelo agrícola



# Determinación de humedad en suelo agrícola

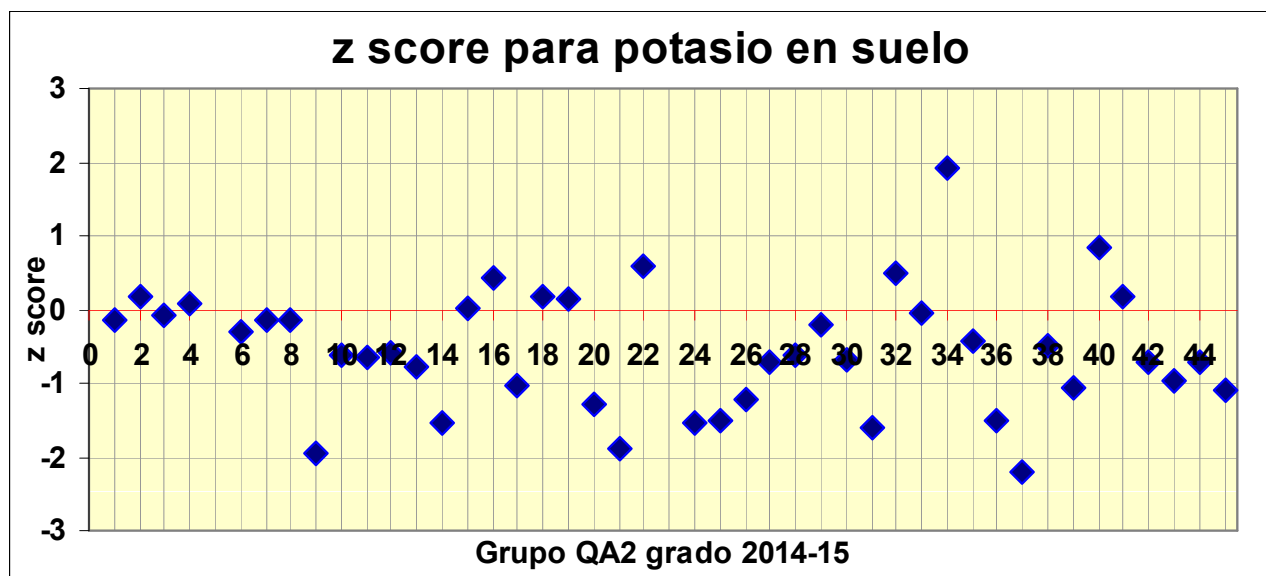
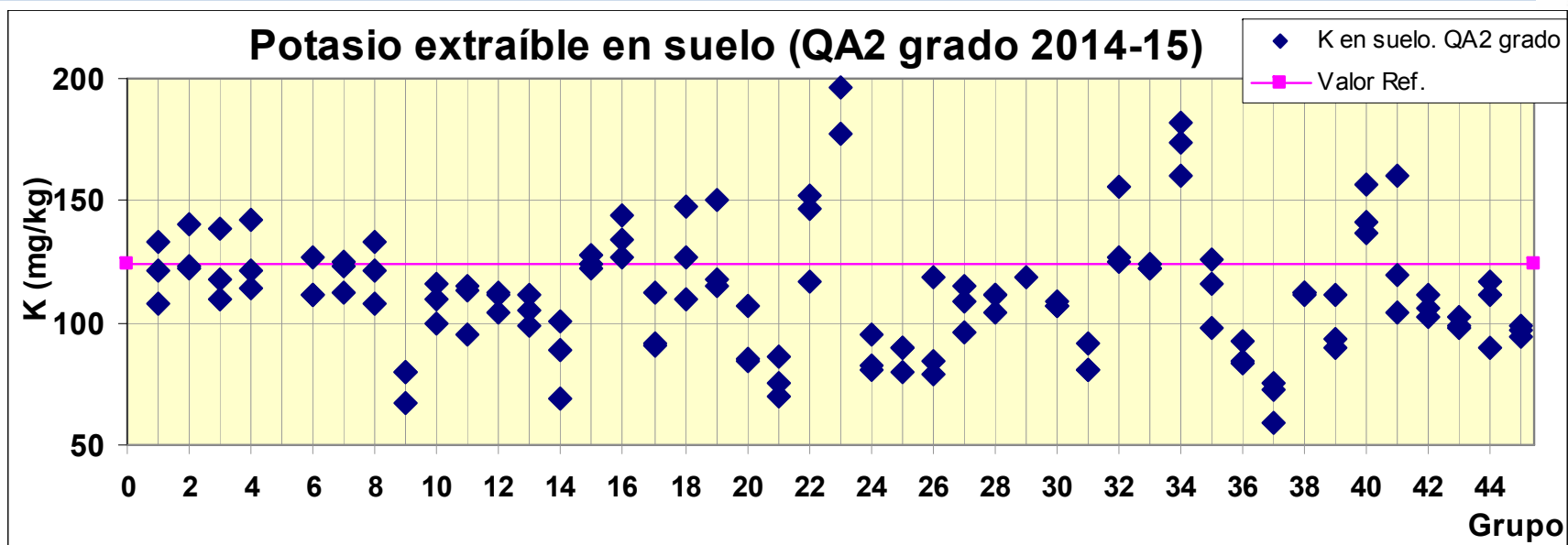


## Resultados para humedad en suelo



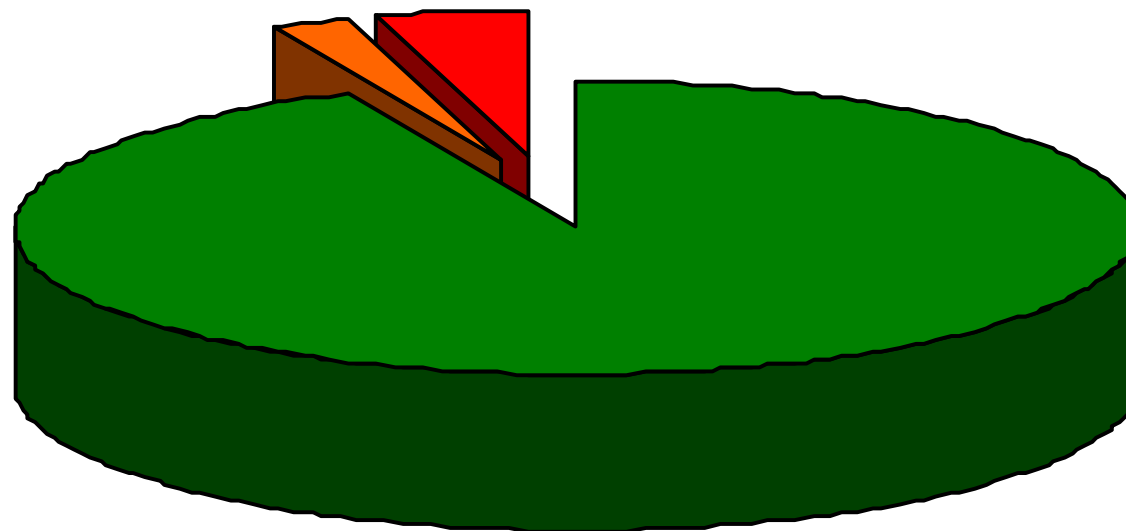
■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$ :	78%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$ :	16%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$ :	6%

# Determinación de potasio extraíble en suelo agrícola





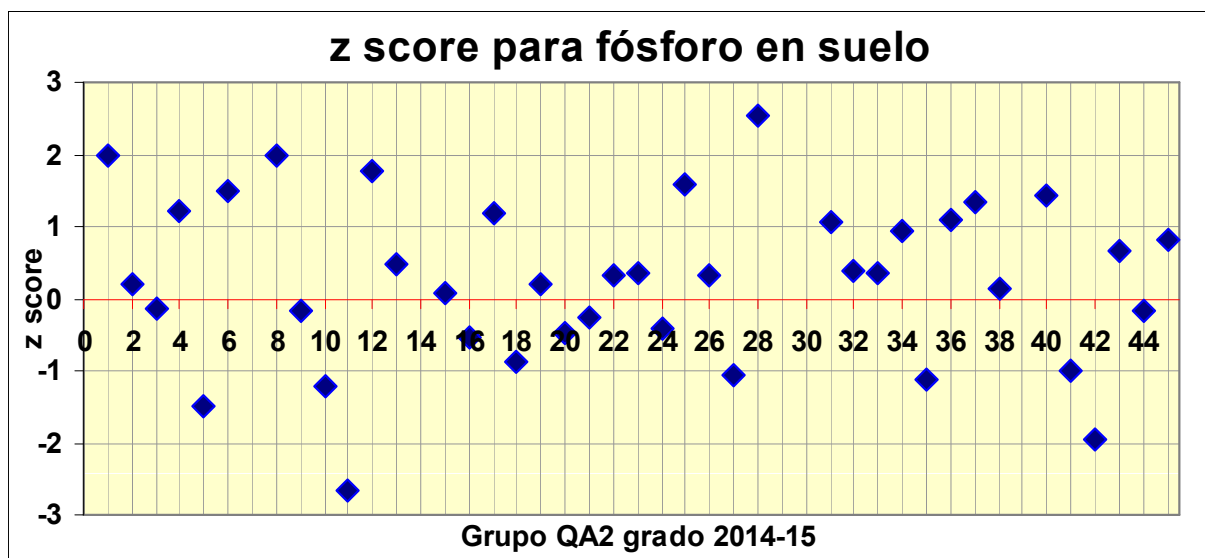
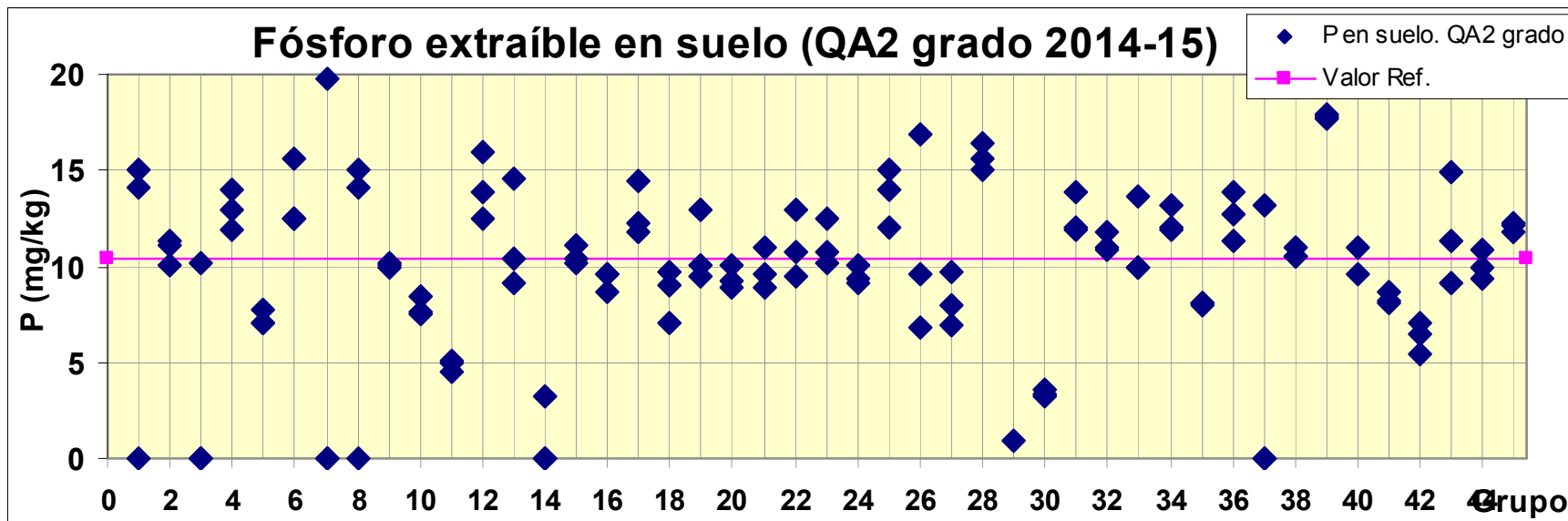
## Resultados para potasio en suelo



■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$ :	94%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$ :	2%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$ :	4%

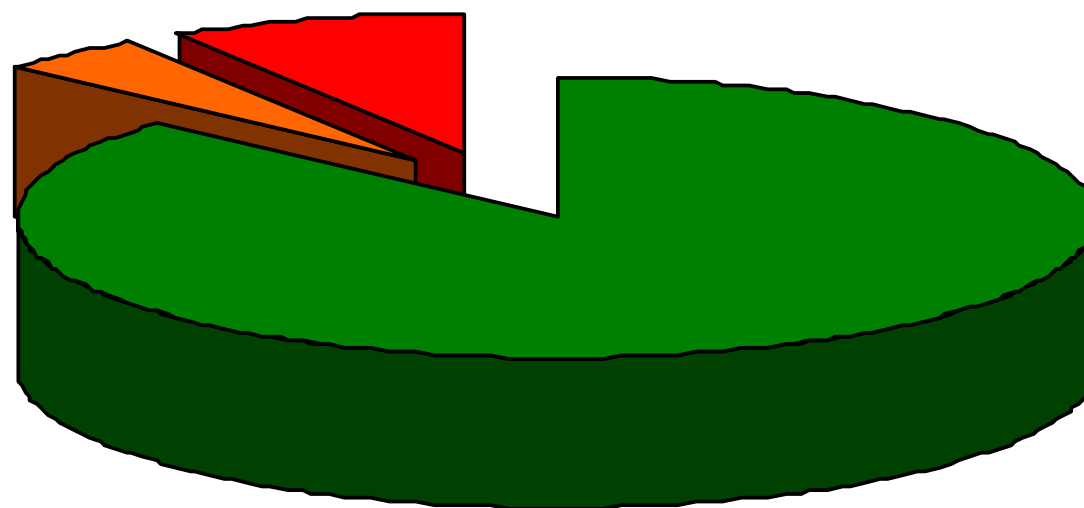


# Determinación de fósforo extraíble en suelo agrícola





## Resultados para fósforo en suelo



■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$ :	87%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$ :	4%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$ :	9%

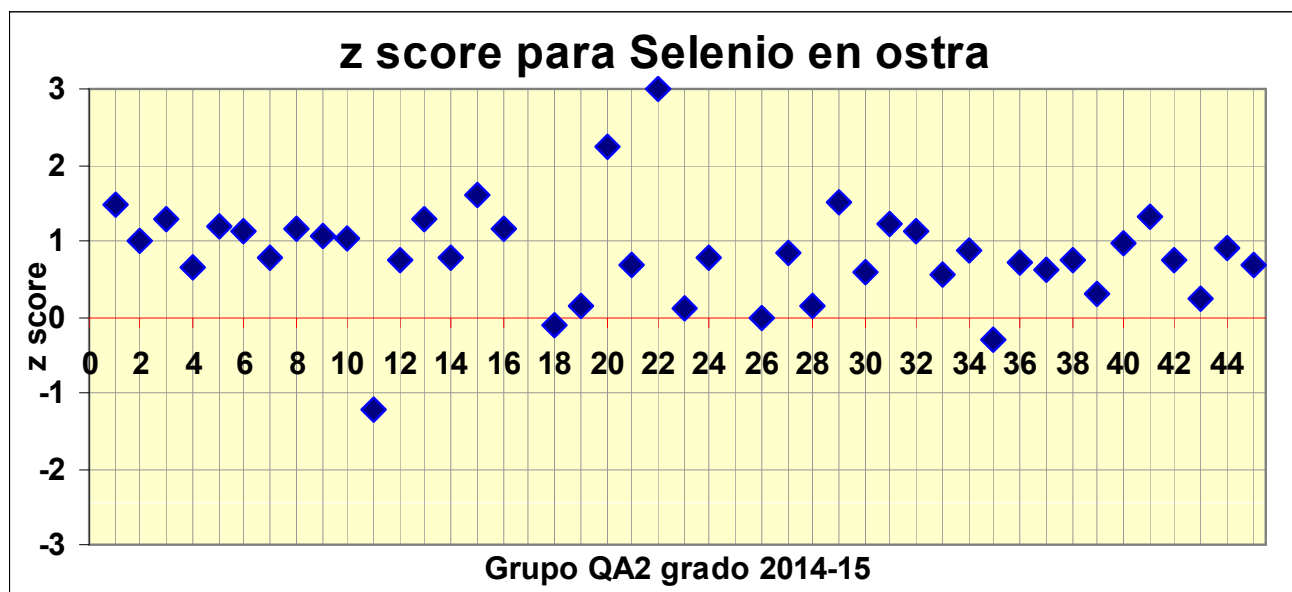
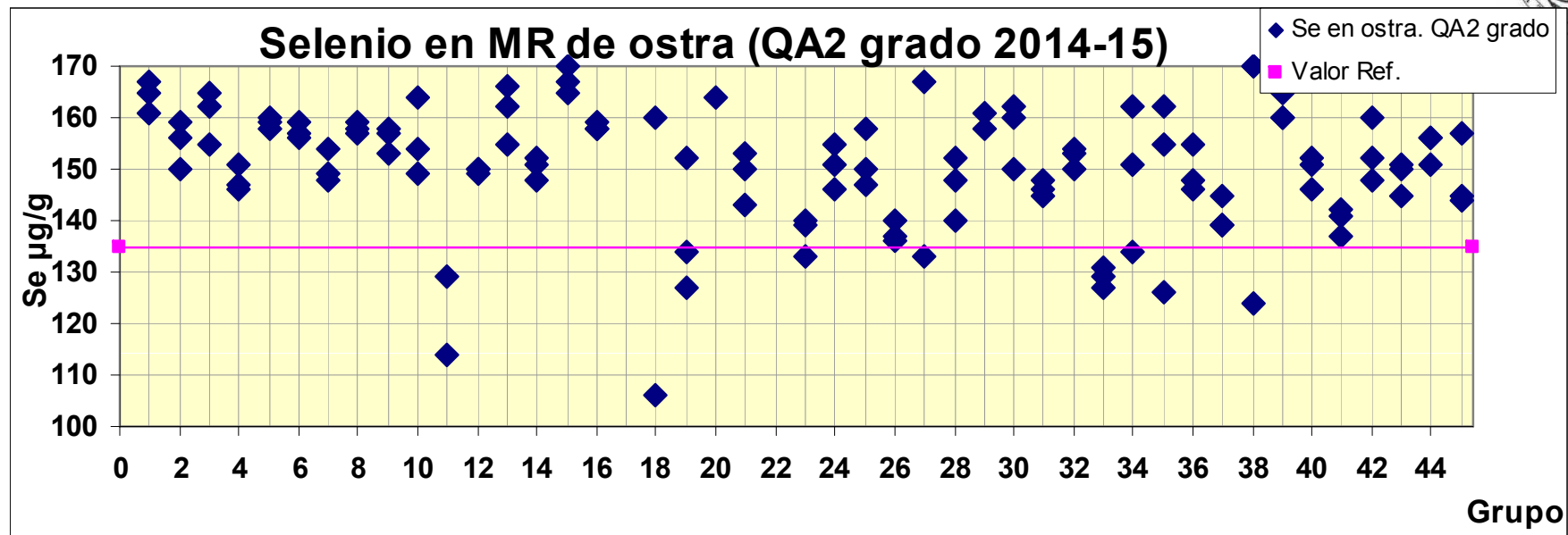
# Metales en material de referencia de ostra



Gr.	Selenio		Mercurio	
	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score
1	164	1,47	10,6	1,21
2	155	1,00	10,0	0,90
3	161	1,28	11,7	1,86
4	148	0,65	12,4	2,29
5	159	1,20	12,8	2,51
6	157	1,12	3,4	-3,00
7	150	0,77	11,4	1,71
8	158	1,15	12,9	2,60
9	156	1,05	4,4	-2,39
10	156	1,03	11,9	2,00
11	110	-1,23	9,7	0,69
12	150	0,73	9,6	0,66
13	161	1,30	12,3	2,25
14	150	0,77	11,0	1,47
15	167	1,62	8,8	0,20
16	158	1,17	15,2	3,94
17	59	-3,82	10,7	1,31
18	133	-0,10	11,9	2,00
19	138	0,13	11,6	1,80
20	180	2,25	11,5	1,76
21	149	0,68	10,9	1,43
22	195	3,00	1,5	-4,12
23	137	0,12	11,5	1,76
24	151	0,78	4,0	-2,65

Gr.	Selenio		Mercurio	
	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score
25	152	0,83	11,5	1,75
26	138	0,13	9,8	0,77
27	165	1,50	11,4	1,69
28	147	0,58	8,6	0,04
29	160	1,23	11,9	2,00
30	157	1,12	9,8	0,77
31	146	0,57	11,6	1,82
32	152	0,87	10,8	1,35
33	129	-0,30	14,6	3,57
34	149	0,70	8,4	-0,08
35	148	0,63	12,6	2,41
36	150	0,73	12,3	2,22
37	141	0,30	11,1	1,53
38	155	0,98	12,2	2,18
39	162	1,33	10,8	1,35
40	150	0,73	11,7	1,88
41	140	0,25	11,8	1,94
42	153	0,92	10,5	1,16
43	149	0,68	12,2	2,16
44	154	0,97	11,6	1,82
45	149	0,68	11,5	1,75
Media=	150		10,63	
Sd=	19		2,67	
Sd%=	13		25	
V. Ref.=	135		8,50	
Sd asig.=	20		1,70	
Sd asig%=	15		20	

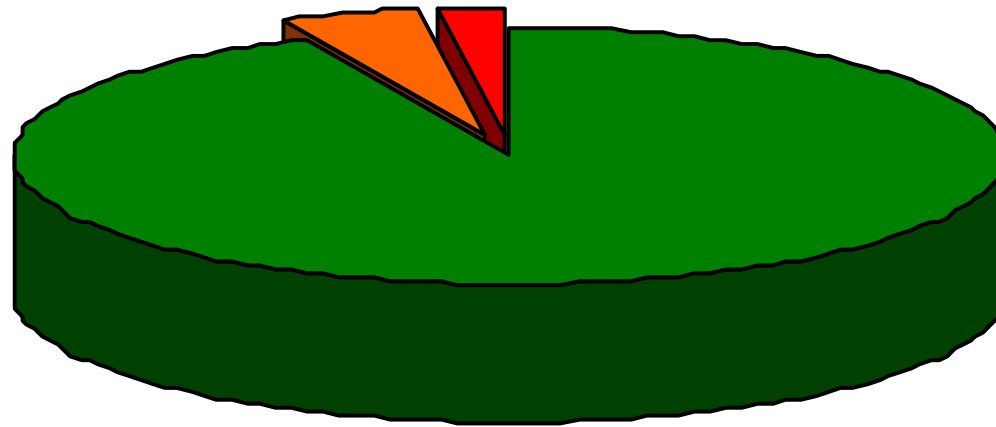
# Determinación de selenio en ostra



# Determinación de selenio en ostra

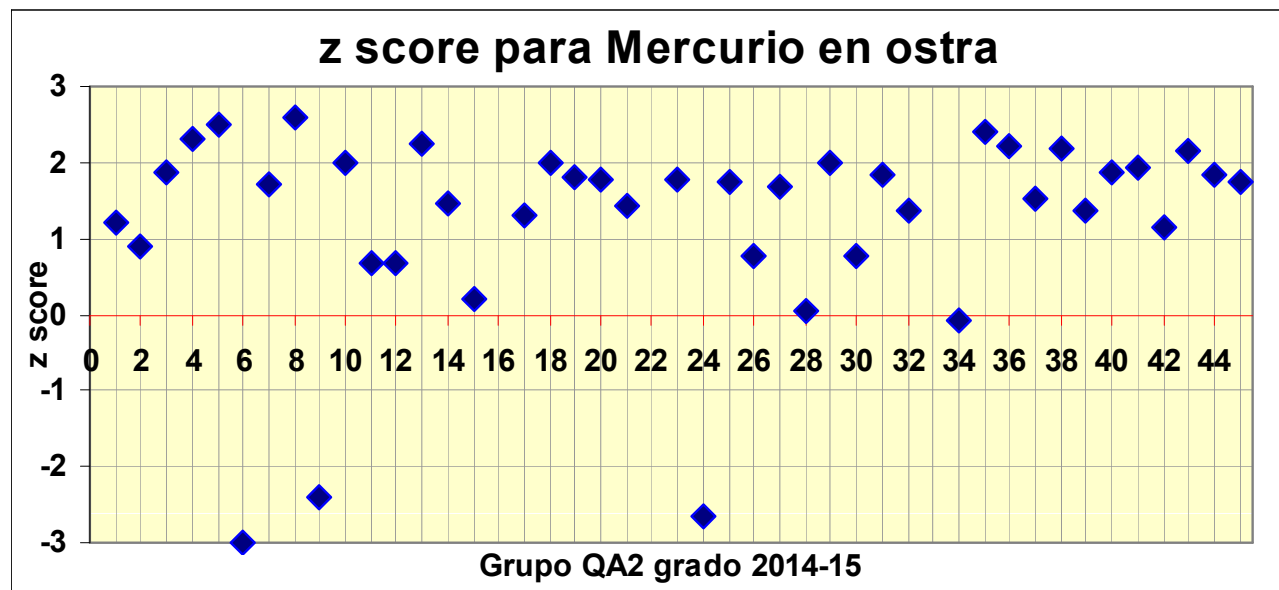
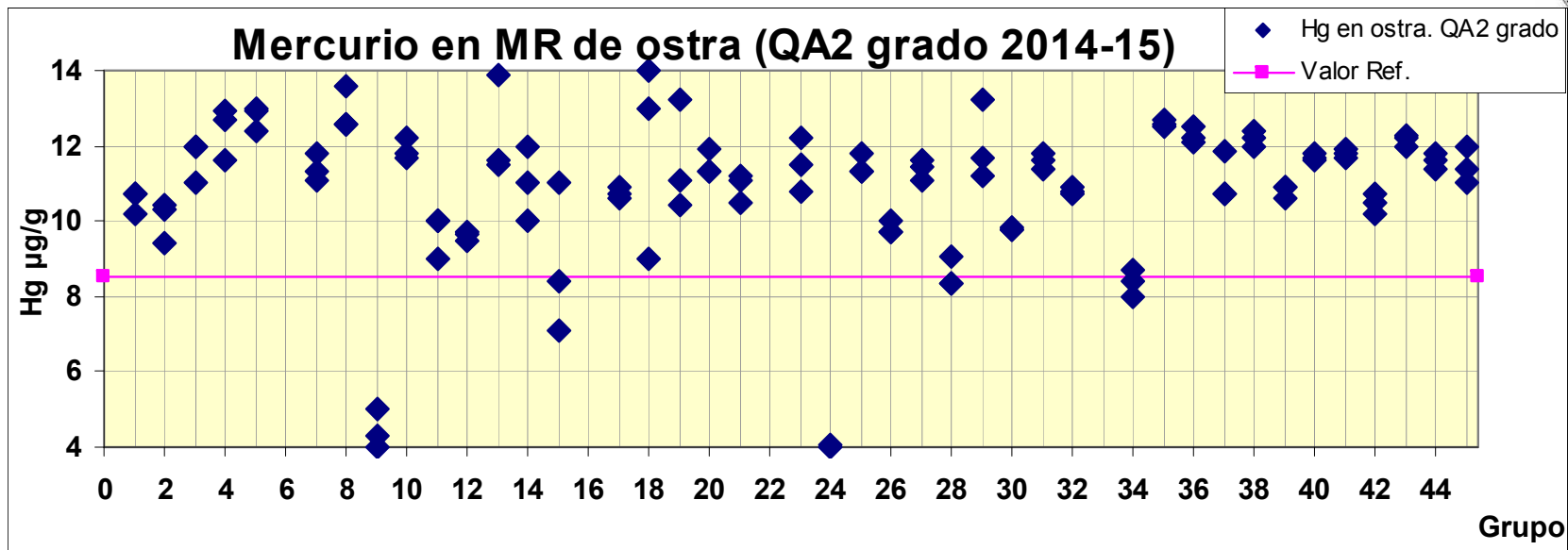


## Resultados para selenio en ostra



■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$ :	94%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$ :	4%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$ :	2%

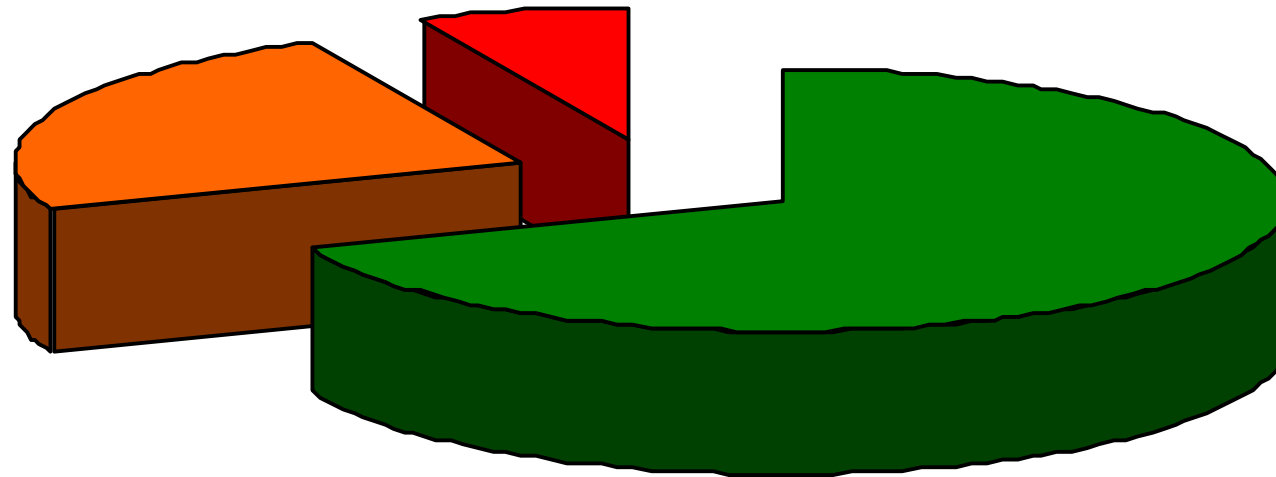
# Determinación de mercurio en ostra



# Determinación de mercurio en ostra



## Resultados para mercurio en ostra



■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$ :	69%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$ :	24%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$ :	7%

# Leche en polvo

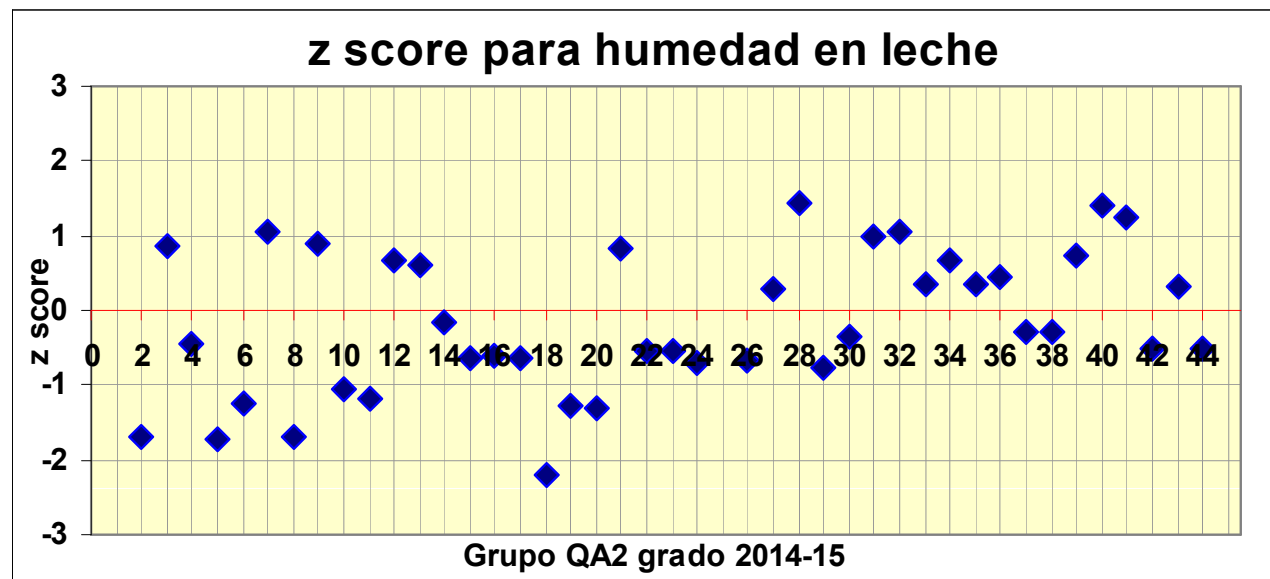
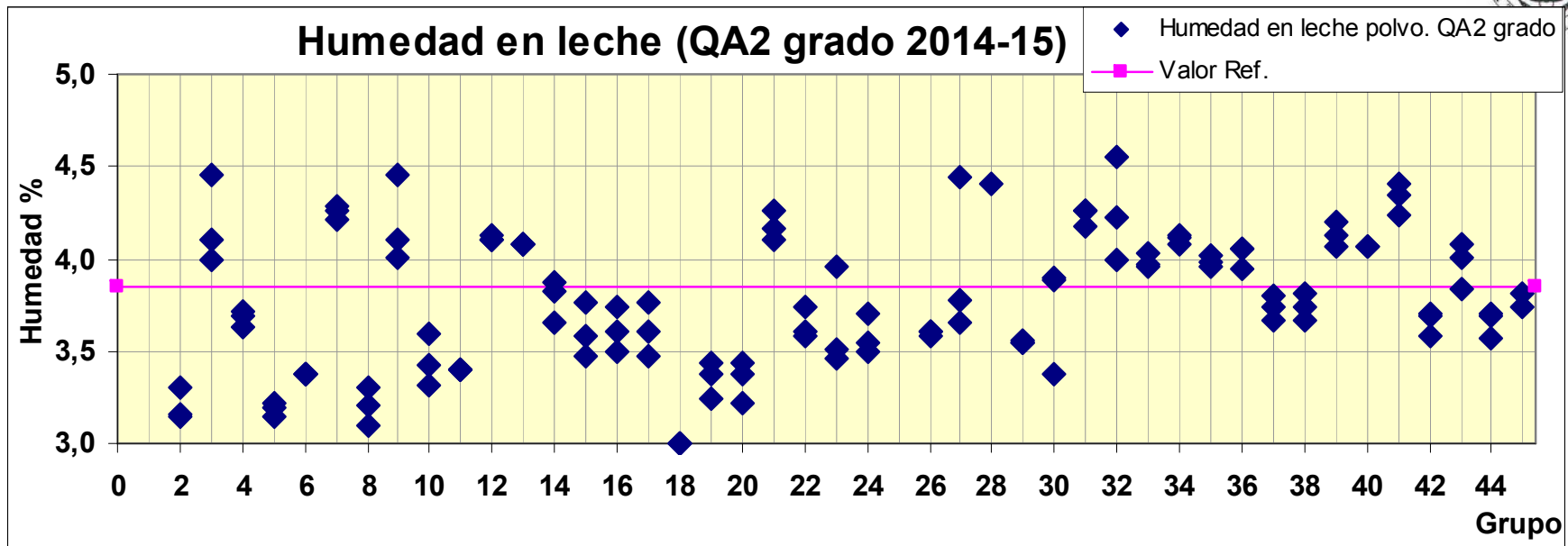


Gr.	Humedad %		Cenizas %		Zn mg/kg sms		Ca % sms		Fe mg/kg sms	
	Media	z score	Media	z score	Media	z score	Media	z score	Media	z score
1	Sin dato	-10,00	Sin dato	-10,00	Sin dato	-6,67	Sin dato	-6,67	Sin dato	-5,00
2	3,20	-1,69	8,78	-0,34	58,88	2,51	0,37	-3,79	1,37	-1,82
3	4,18	0,87	6,84	-2,48	44,83	0,32	1,28	3,40	2,53	-1,66
4	3,68	-0,45	8,79	-0,33	46,88	0,64	0,92	0,55	9,03	-0,80
5	3,19	-1,72	8,55	-0,59	27,63	-2,36	0,52	-2,61	1,49	-1,80
6	3,37	-1,25	8,91	-0,20	37,23	-0,87	0,78	-0,58	1,92	-1,74
7	4,25	1,04	8,75	-0,38	46,66	0,60	0,60	-1,93	5,68	-1,24
8	3,20	-1,69	5,91	-3,50	63,53	3,23	1,49	4,98	26,27	1,50
9	4,19	0,88	7,14	-2,15	22,47	-3,17	0,32	-4,13	3,14	-1,58
10	3,44	-1,06	8,56	-0,59	47,44	0,72	1,44	4,60	13,66	-0,18
11	3,40	-1,17	8,90	-0,21	47,17	0,68	1,40	4,31	13,60	-0,19
12	4,11	0,68	9,04	-0,06	40,05	-0,43	0,28	-4,47	1,90	-1,75
13	4,08	0,60	9,00	-0,10	43,60	0,12	1,13	2,22	19,93	0,66
14	3,79	-0,16	9,14	0,05	52,06	1,44	0,37	-3,76	9,97	-0,67
15	3,60	-0,64	8,73	-0,39	38,52	-0,67	1,36	3,97	56,56	5,54
16	3,62	-0,61	9,11	0,02	47,48	0,73	1,13	2,20	34,87	2,65
17	3,61	-0,62	9,06	-0,03	38,63	-0,65	1,36	3,97	42,31	3,64
18	3,00	-2,21	9,40	0,34	53,33	1,64	1,00	1,18	22,67	1,02
19	3,35	-1,29	8,68	-0,45	46,20	0,53	1,38	4,16	17,64	0,35
20	3,35	-1,31	8,68	-0,45	46,13	0,52	1,38	4,16	17,64	0,35
21	4,17	0,84	8,62	-0,52	36,10	-1,04	0,37	-3,76	9,63	-0,72
22	3,64	-0,55	8,15	-1,03	48,13	0,83	1,27	3,29	0,96	-1,87
23	3,64	-0,54	8,69	-0,44	24,14	-2,91	0,74	-0,89	6,80	-1,09
24	3,58	-0,70	6,30	-3,07	21,81	-3,27	0,34	-4,02	2,39	-1,68

Gr.	Humedad %		Cenizas %		Zn mg/kg sms		Ca % sms		Fe mg/kg sms	
	Media	z score	Media	z score	Media	z score	Media	z score	Media	z score
25	5,52	4,34	8,95	-0,16	45,32	0,39	1,34	3,87	18,24	0,43
26	3,59	-0,67	5,81	-3,60	16,36	-4,12	0,71	-1,10	11,31	-0,49
27	3,96	0,28	6,75	-2,58	22,38	-3,18	0,73	-0,97	10,50	-0,60
28	4,40	1,43	7,70	-1,53	25,70	-2,66	3,65	21,96	22,70	1,03
29	3,55	-0,77	8,71	-0,42	51,48	1,35	0,20	-5,07	13,82	-0,16
30	3,72	-0,34	9,30	0,23	15,37	-4,27	0,14	-5,59	1,43	-1,81
31	4,23	1,00	9,10	0,01	46,45	0,57	0,81	-0,31	10,82	-0,56
32	4,26	1,06	7,27	-2,00	72,33	4,60	2,29	11,29	18,60	0,48
33	3,99	0,35	8,87	-0,24	38,34	-0,69	1,04	1,52	1,91	-1,75
34	4,11	0,67	9,08	-0,01	48,19	0,84	1,10	1,96	16,95	0,26
35	3,99	0,35	8,99	-0,11	45,91	0,48	1,04	1,52	22,03	0,94
36	4,02	0,45	9,17	0,09	41,97	-0,13	0,77	-0,60	26,22	1,50
37	3,74	-0,29	8,47	-0,68	43,29	0,08	0,68	-1,36	29,68	1,96
38	3,74	-0,29	8,70	-0,43	12,43	-4,73	0,69	-1,25	0,68	-1,91
39	4,13	0,74	9,14	0,06	47,10	0,67	1,22	2,90	14,34	-0,09
40	4,39	1,39	8,52	-0,63	47,95	0,80	1,19	2,69	11,53	-0,46
41	4,33	1,24	9,04	-0,05	53,77	1,71	0,82	-0,21	5,20	-1,31
42	3,66	-0,50	9,05	-0,04	44,00	0,19	0,70	-1,18	7,56	-0,99
43	3,98	0,33	4,89	-4,62	43,24	0,07	0,98	1,02	13,61	-0,19
44	3,65	-0,51	8,72	-0,41	83,72	6,37	0,66	-1,49	5,36	-1,29
45	4,46	1,58	8,84	-0,28	49,20	1,00	0,93	0,60	15,68	0,09
Media=	3,84		8,38		42,6		0,88		13,64	
Sd=	0,45		1,06		14,12		0,39		11,78	
Sd%=	11,83		12,60		33,2		43,9		86	
V. Ref.=	3,85		9,09		42,8		0,85		15,00	
Sd asig.=	0,39		0,91		6,42		0,13		7,50	
Sd asig%=	10		10		15		15		50	

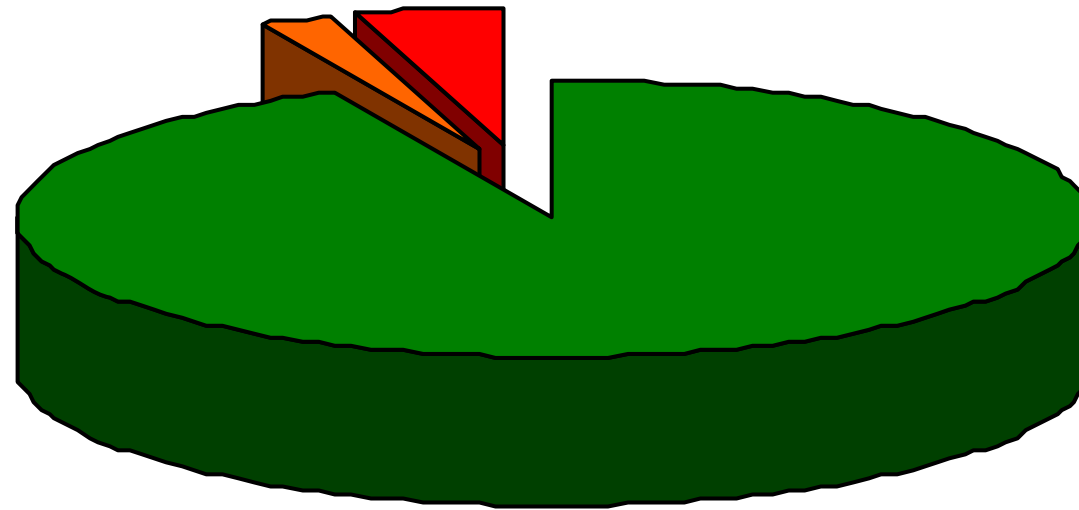


# Determinación de humedad en leche en polvo



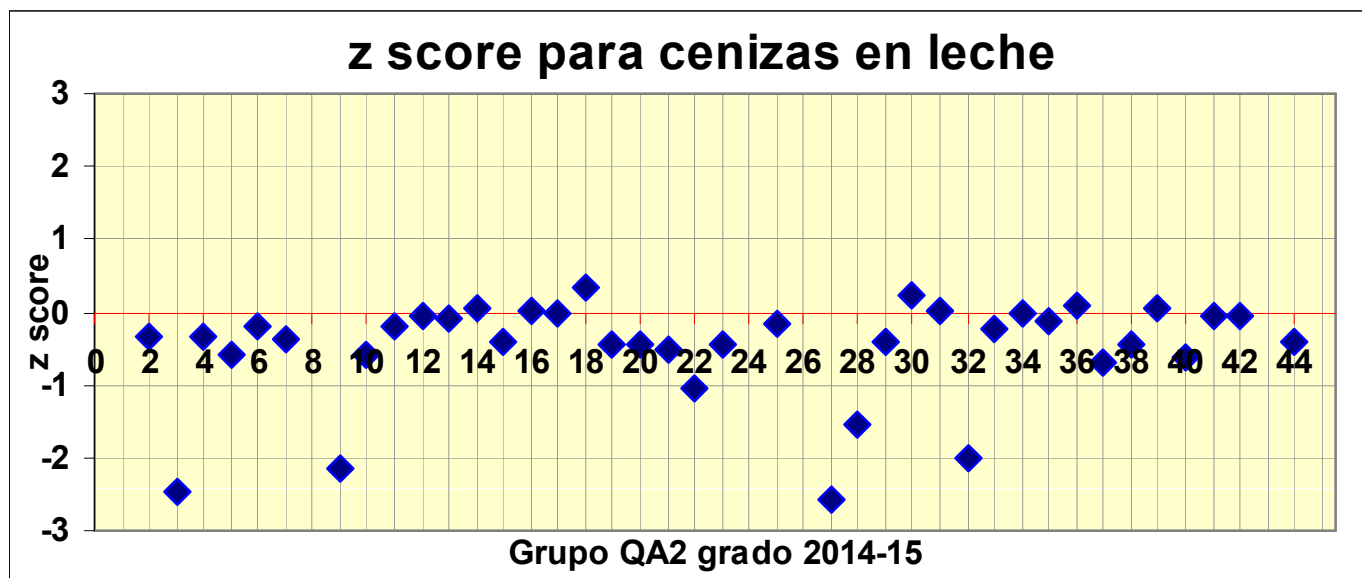
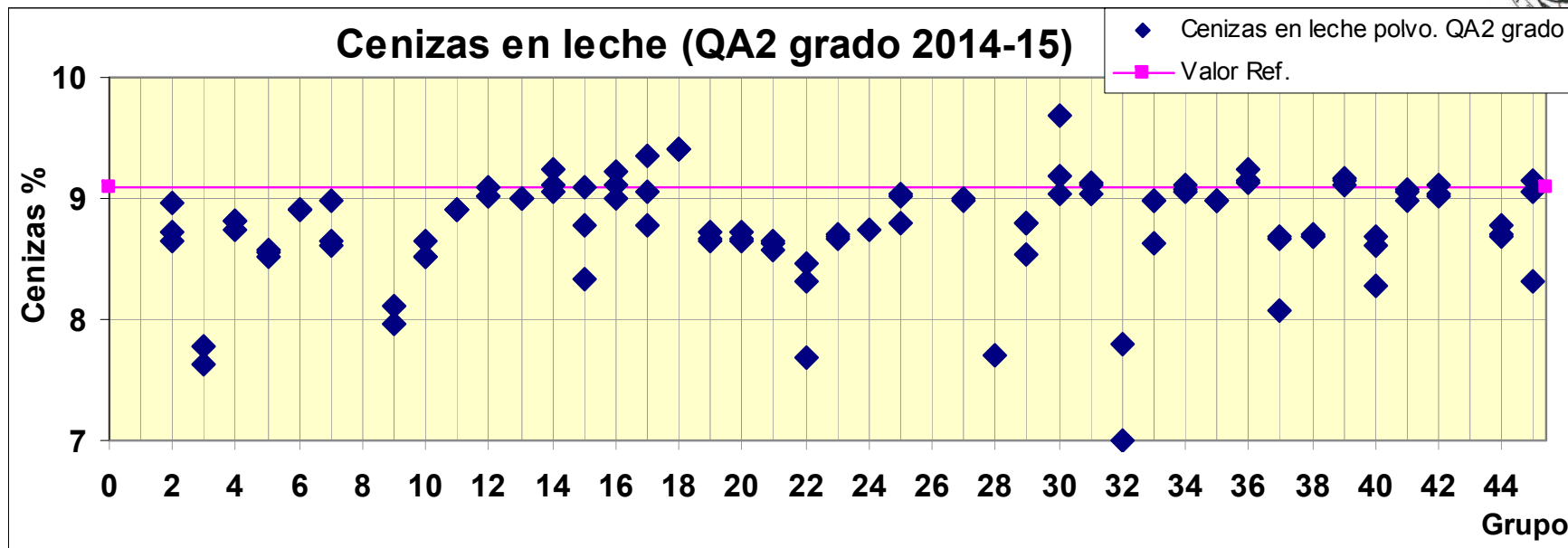


## Resultados para humedad en leche



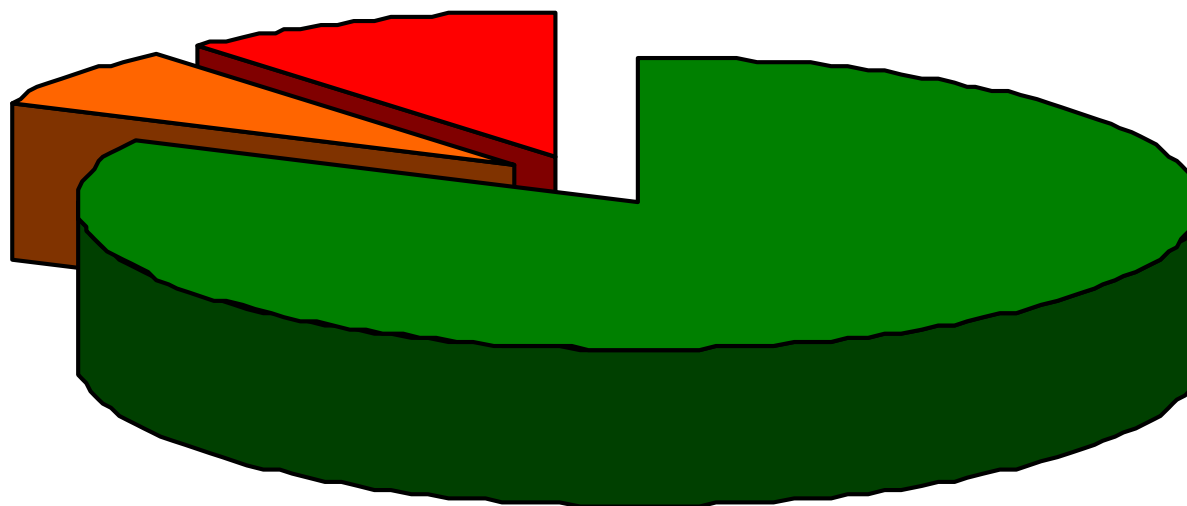
■ Resultados satisfactorios $z < 2$ :	94%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$ :	2%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$ :	4%

# Determinación de cenizas en leche en polvo



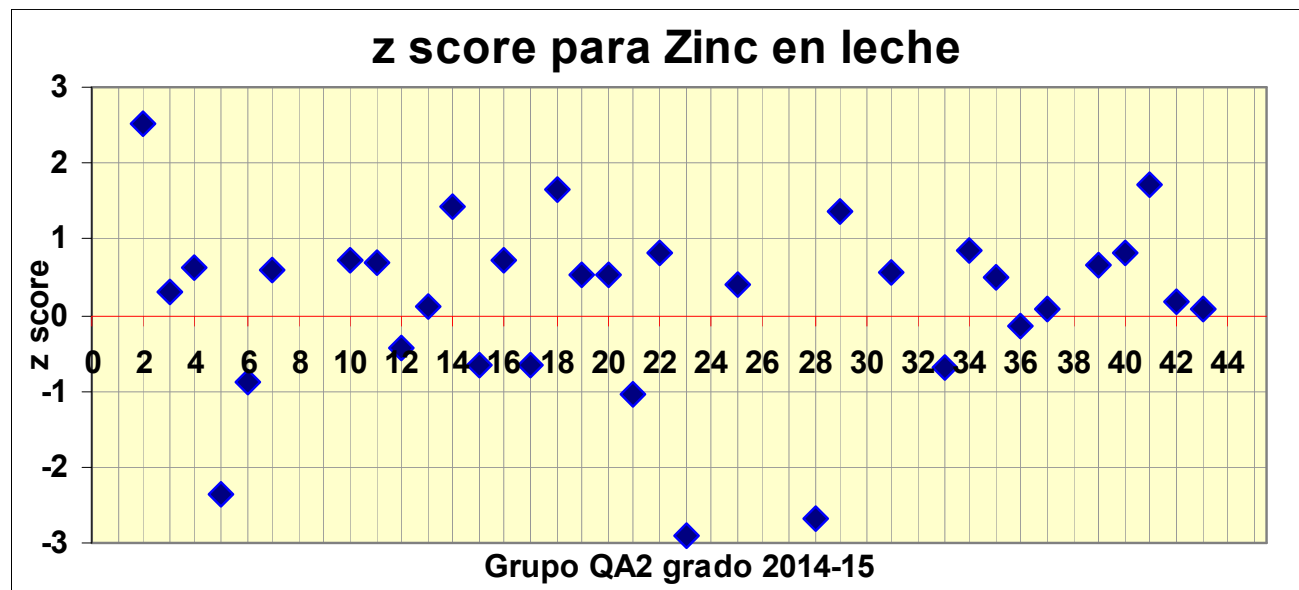
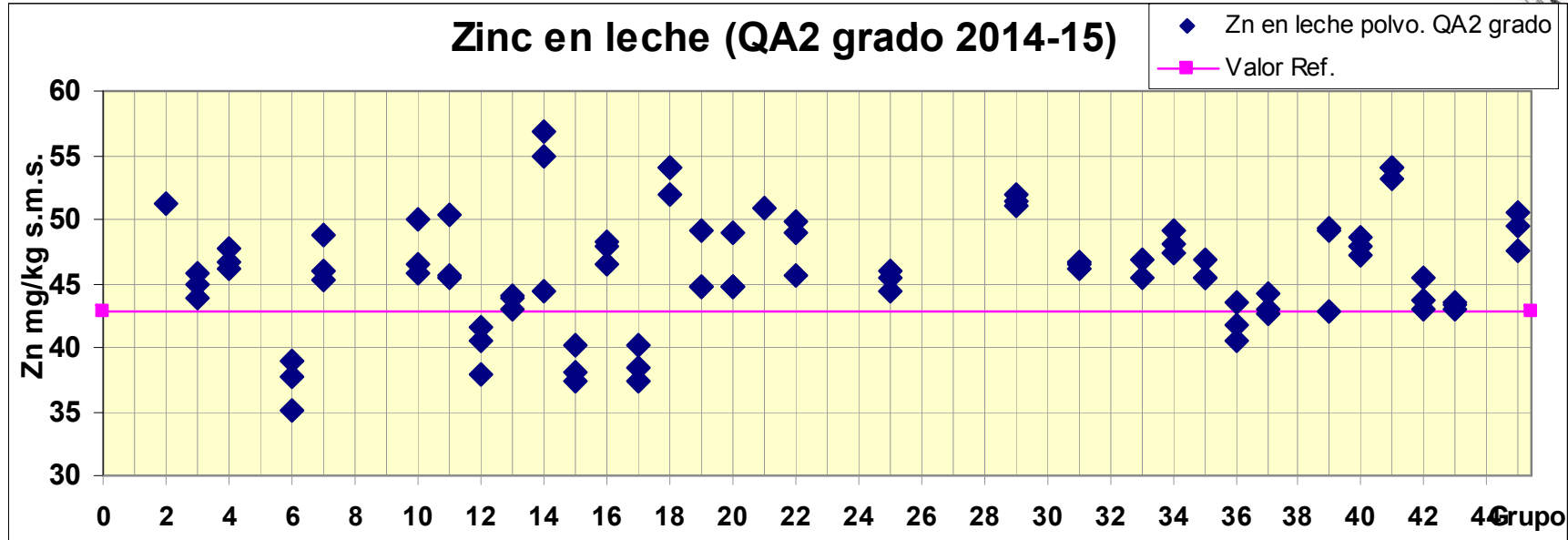


## Resultados para cenizas en leche



■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$ :	82%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$ :	7%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$ :	11%

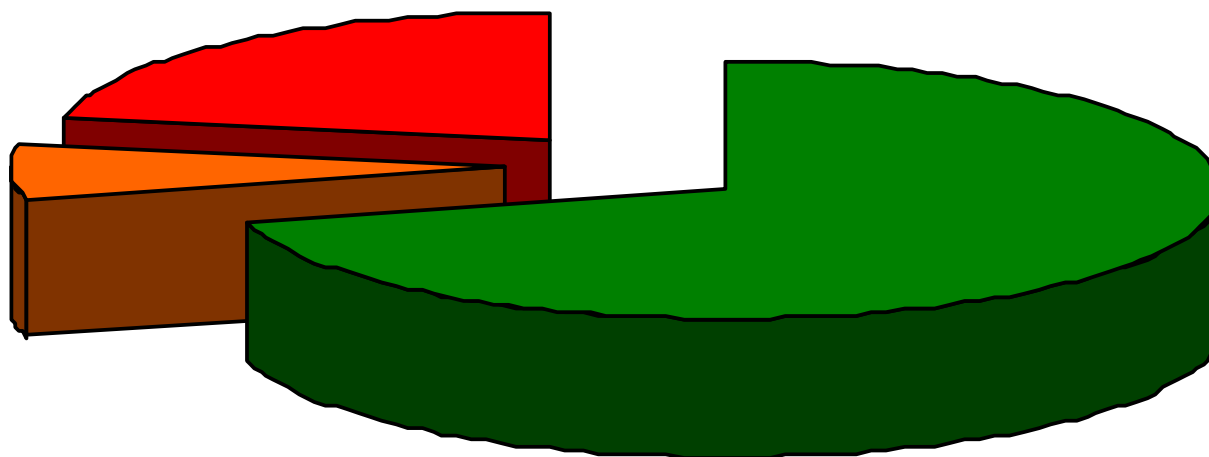
# Determinación de cinc en leche en polvo



# Determinación de cinc en leche en polvo

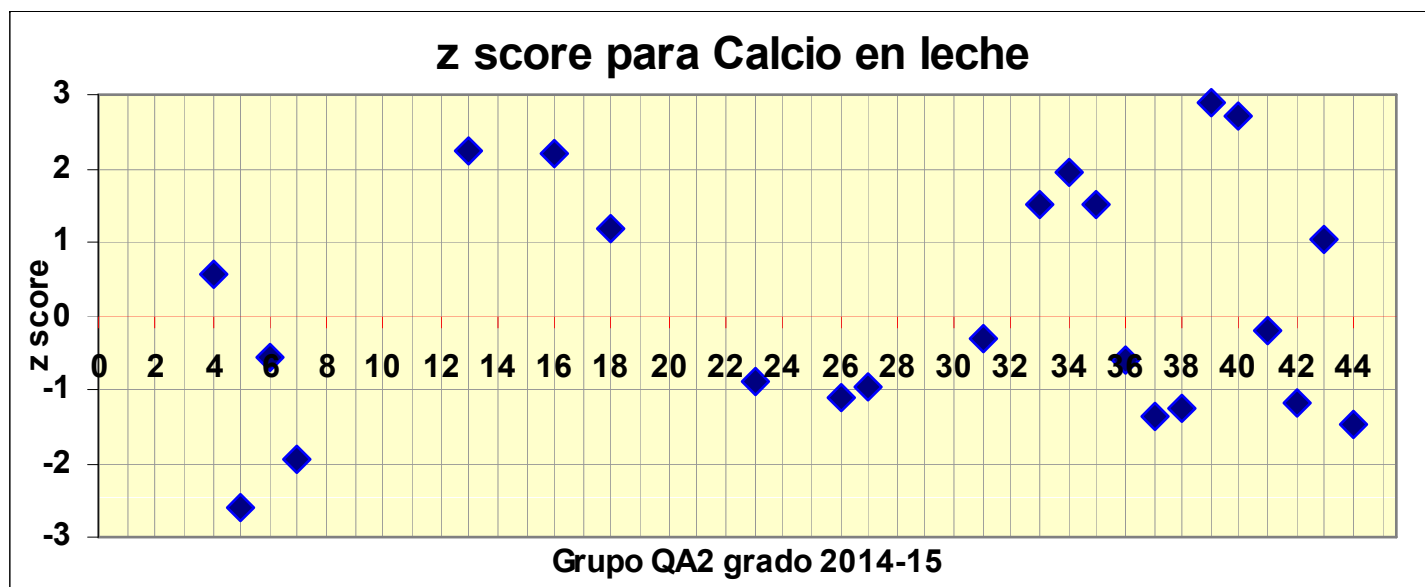
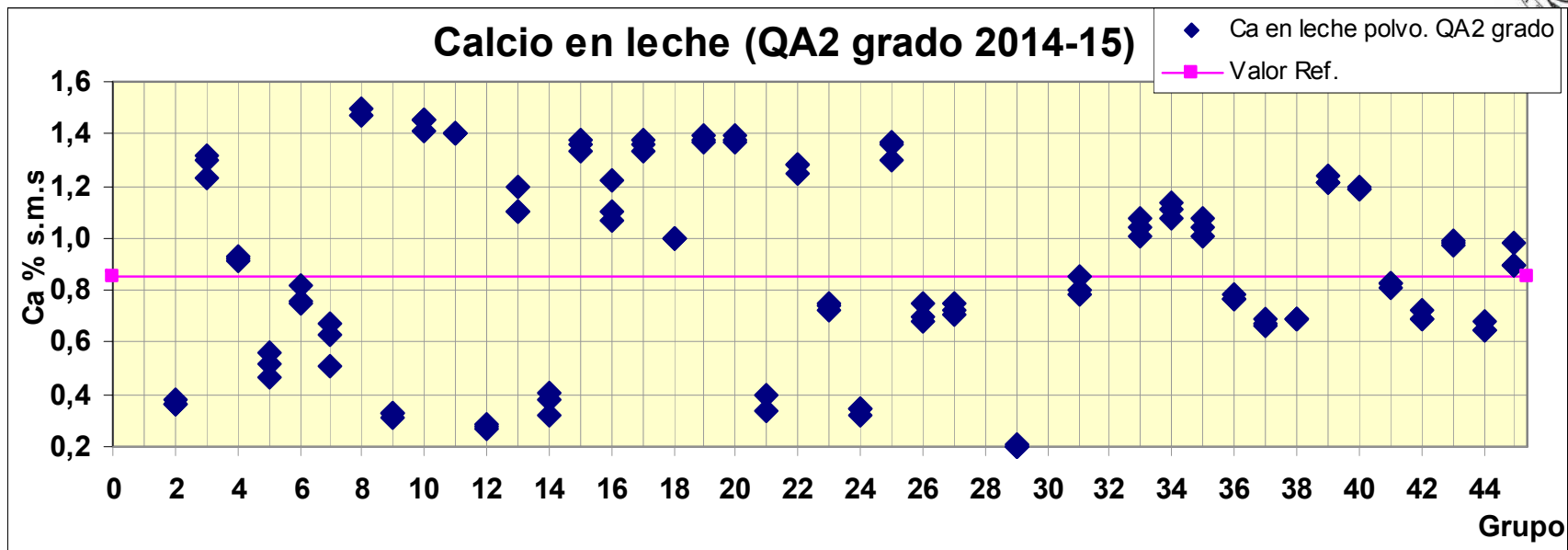


## Resultados para Zn en leche



- Resultados satisfactorios  $z \leq 2$ : 71%
- Resultados cuestionables  $3 \geq z > 2$ : 7%
- Resultados no satisfactorios  $z > 3$ : 22%

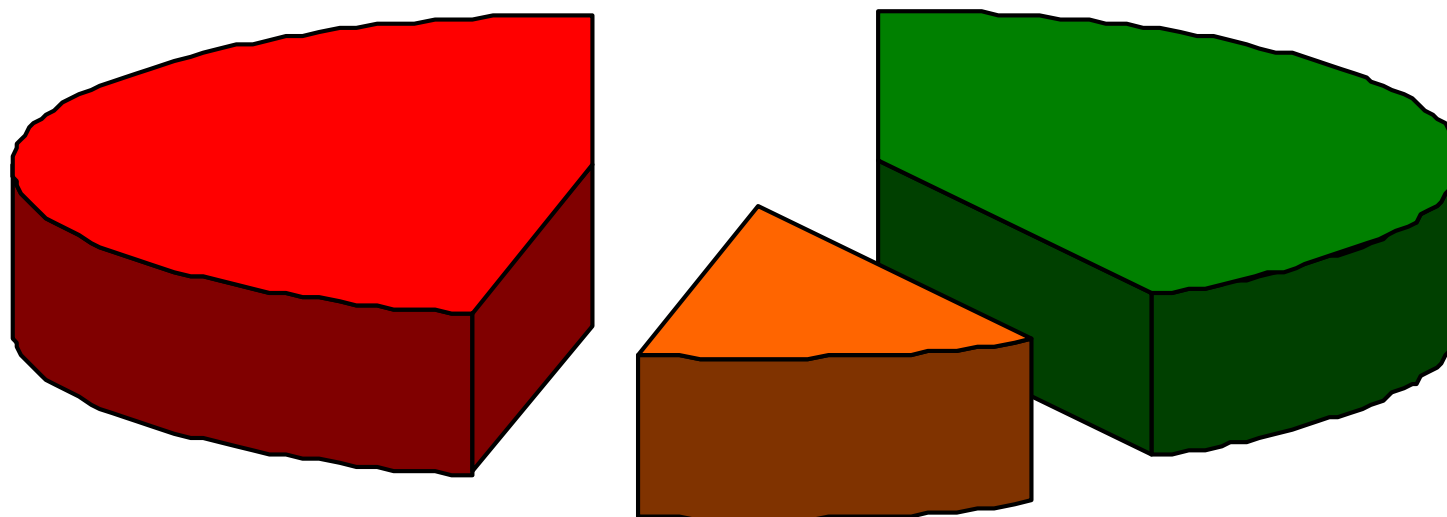
# Determinación de calcio en leche en polvo



# Determinación de calcio en leche en polvo



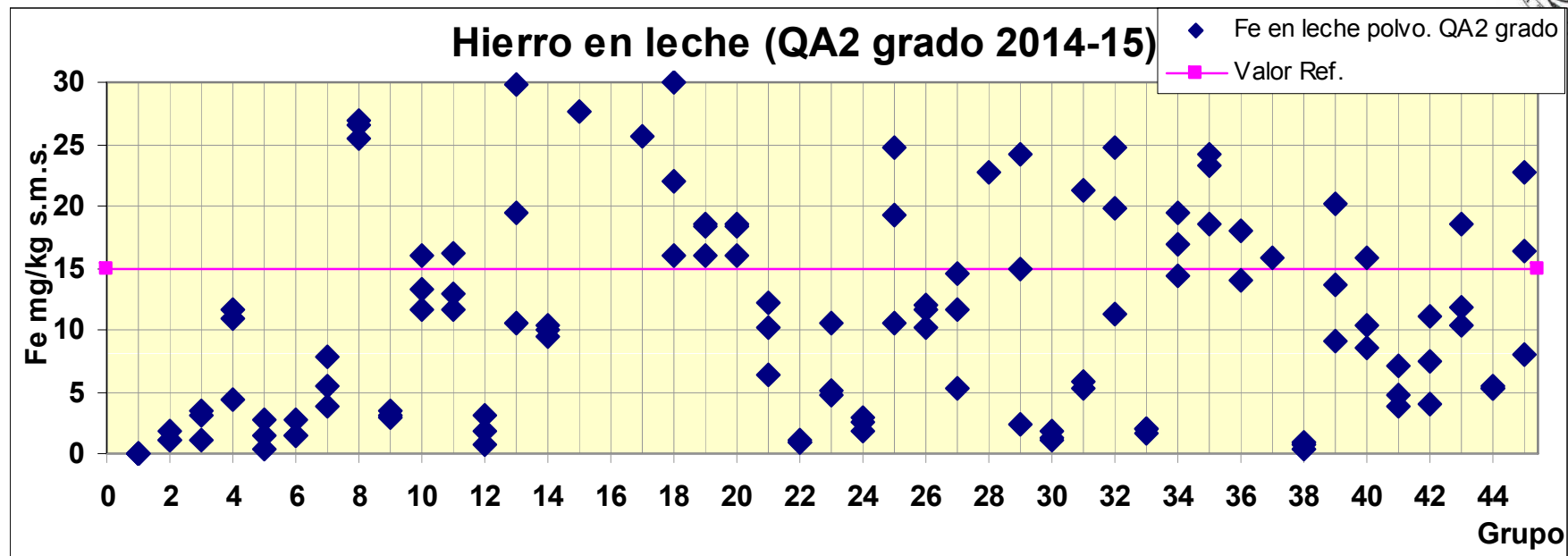
## Resultados para Ca en leche



■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$ :	42%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$ :	11%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$ :	47%

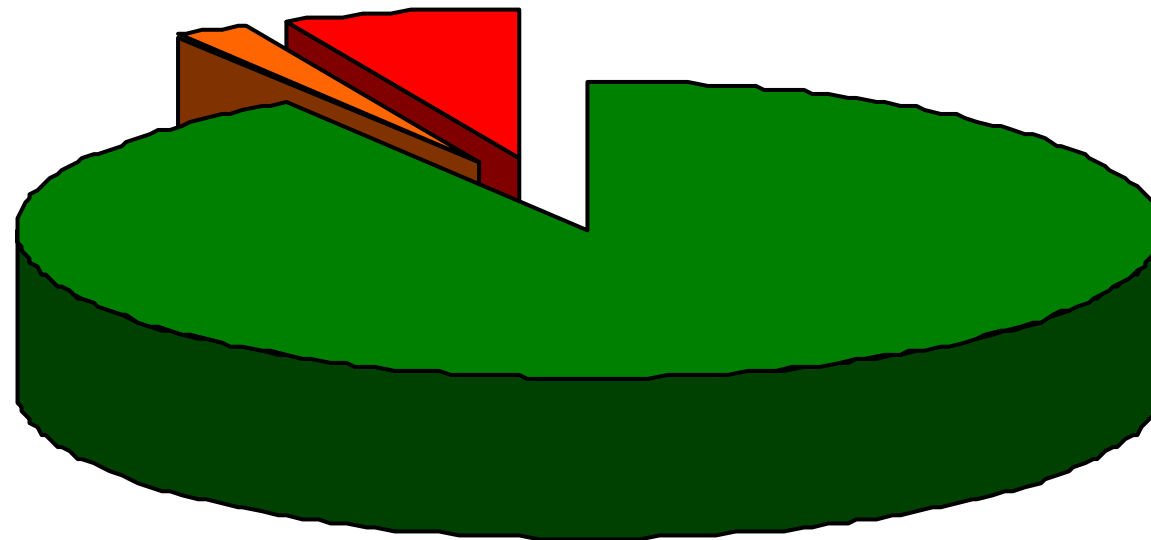


# Determinación de hierro en leche en polvo





## Resultados para Fe en leche

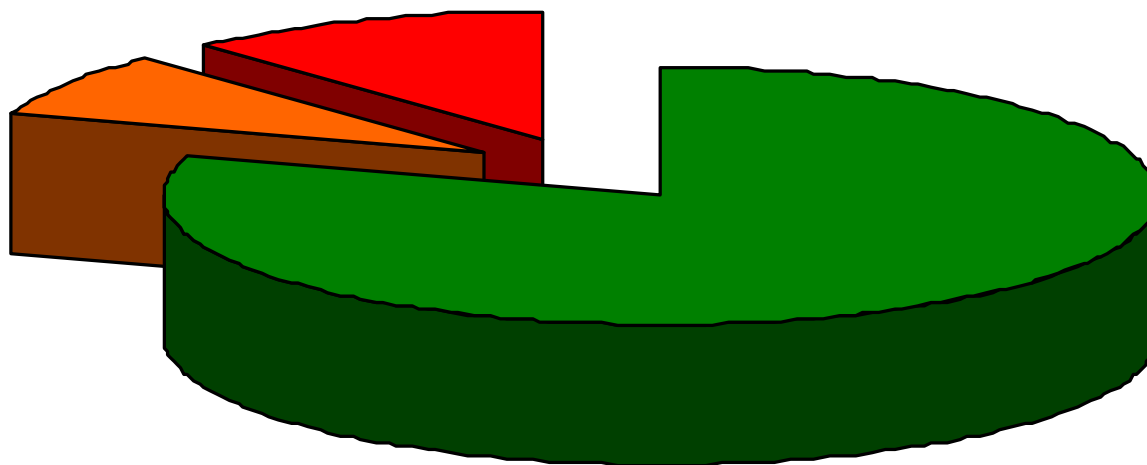


■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$ :	91%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$ :	2%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$ :	7%

# Resultados globales por asignaturas



## Resultados globales Curso 2014-2015 Asignatura: Química Analítica 2 (3º curso del grado en Química)



■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$ :	80%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$ :	8%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$ :	12%