



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 2016-2017

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 mismo 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 (Comunidad de Madrid)

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

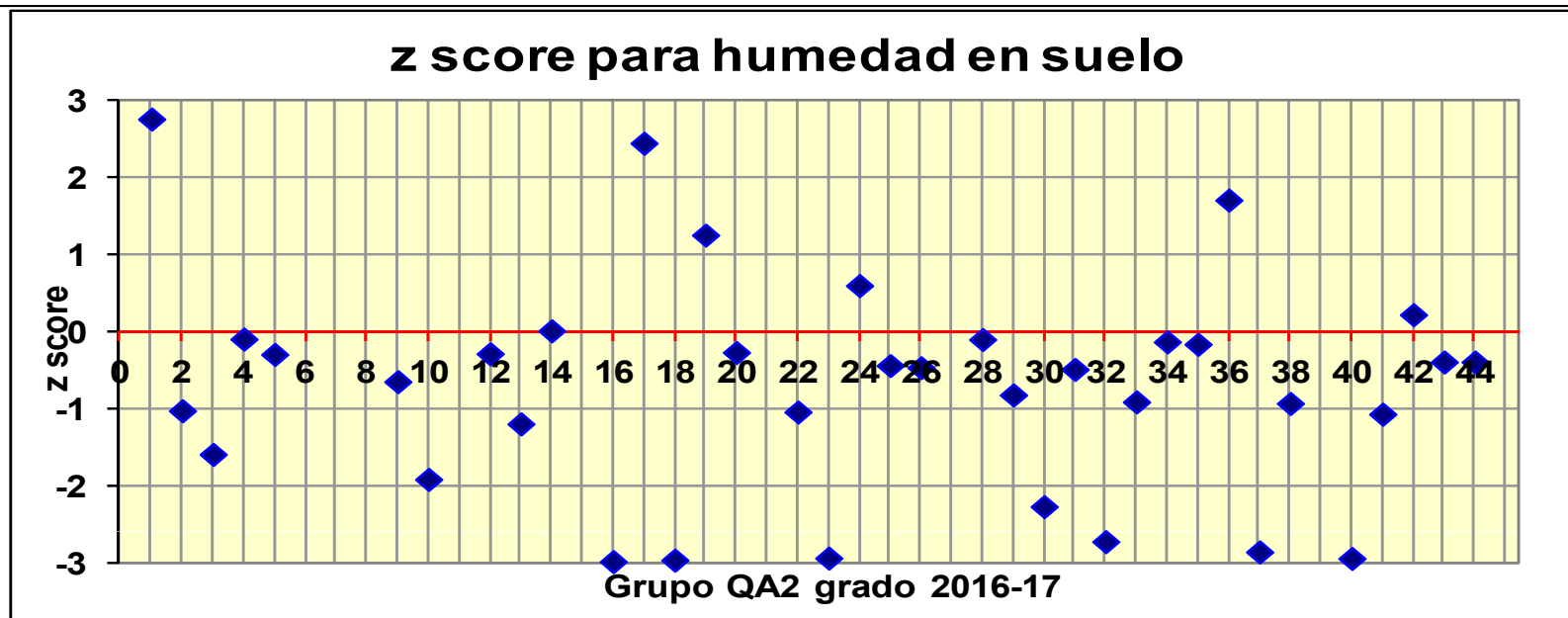
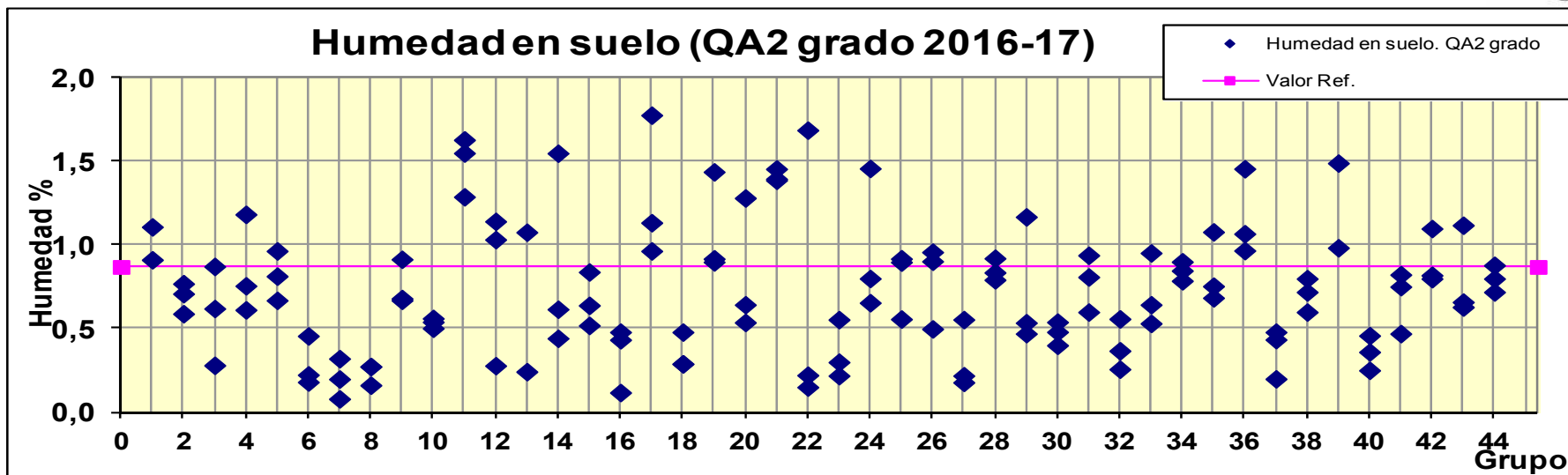
Suelo agrícola



Gr.	Humedad		K mg/kg sms		P mg/kg sms	
	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score
1	1,35	2,75	90	-1,39	10,5	0,03
2	0,69	-1,03	141	0,67	10,1	-0,16
3	0,59	-1,60	95	-1,18	4,4	-2,86
4	0,85	-0,11	90	-1,36	15,0	2,23
5	0,82	-0,30	90	-1,37	15,0	2,23
6	0,29	-3,35	104	-0,79	12,0	0,76
7	0,20	-3,85	90	-1,39	4,4	-2,88
8	0,24	-3,64	105	-0,78	7,3	-1,48
9	0,76	-0,66	113	-0,46	6,4	-1,92
10	0,54	-1,92	54	-2,80	Sin dato	-5,00
11	1,49	3,57	107	-0,67	7,5	-1,40
12	0,82	-0,30	100	-0,95	7,6	-1,36
13	0,66	-1,20	107	-0,67	13,2	1,35
14	0,87	0,00	118	-0,25	5,4	-2,42
15	1,91	5,98	103	-0,84	8,6	-0,85
16	0,35	-2,99	93	-1,27	3,2	-3,48
17	1,29	2,43	Sin dato	-5,00	16,9	3,15
18	0,35	-2,97	149	1,00	13,9	1,68
19	1,09	1,24	84	-1,62	10,6	0,09
20	0,82	-0,28	105	-0,77	16,6	2,99
21	1,41	3,13	69	-2,20	12,4	0,95
22	0,69	-1,05	118	-0,24	18,3	3,82
23	0,36	-2,94	358	9,44	16,9	3,12
24	0,97	0,59	118	-0,24	14,6	2,00
25	0,79	-0,45	15,0	-4,40	8,7	-0,80

Gr.	Humedad		K mg/kg sms		P mg/kg sms	
	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score
26	0,79	-0,48	60	-2,58	8,6	-0,89
27	0,32	-3,17	5,0	-4,80	14,1	1,78
28	0,85	-0,11	245	4,88	13,9	1,67
29	0,73	-0,83	114	-0,40	8,6	-0,85
30	0,47	-2,28	92	-1,27	6,5	-1,89
31	0,78	-0,50	91	-1,34	7,9	-1,22
32	0,40	-2,73	89	-1,41	8,9	-0,70
33	0,71	-0,92	105	-0,76	8,4	-0,96
34	0,85	-0,14	108	-0,64	12,2	0,87
35	0,84	-0,17	63	-2,46	11,9	0,73
36	1,17	1,70	222	3,96	9,4	-0,46
37	0,37	-2,86	106	-0,73	5,1	-2,55
38	0,71	-0,94	103	-0,85	5,4	-2,39
39	1,99	6,42	58	-2,67	12,2	0,87
40	0,36	-2,95	87	-1,48	11,6	0,59
41	0,68	-1,08	82	-1,70	8,7	-0,80
42	0,91	0,21	100	-0,95	13,6	1,52
43	0,80	-0,40	74	-2,00	14,0	1,71
44	0,80	-0,40	104	-0,81	9,9	-0,24
45	2,30	8,22	128	0,16	5,6	-2,30
Media=	0,82		110		10,4	
Sd=	0,46		53		3,9	
Sd%=	55,5		48		37,3	
V. Ref.=	0,87		124		10,4	
Sd asig.=	0,17		24,8		2,08	
Sd asig% ²	20		20		20	

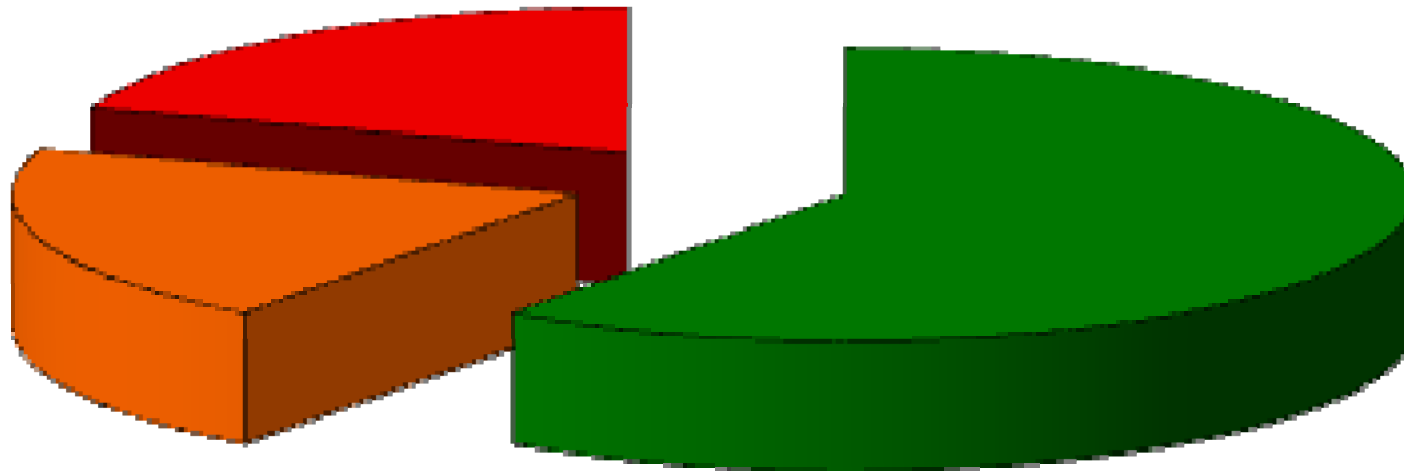
Determinación de humedad en suelo agrícola



Determinación de humedad en suelo agrícola

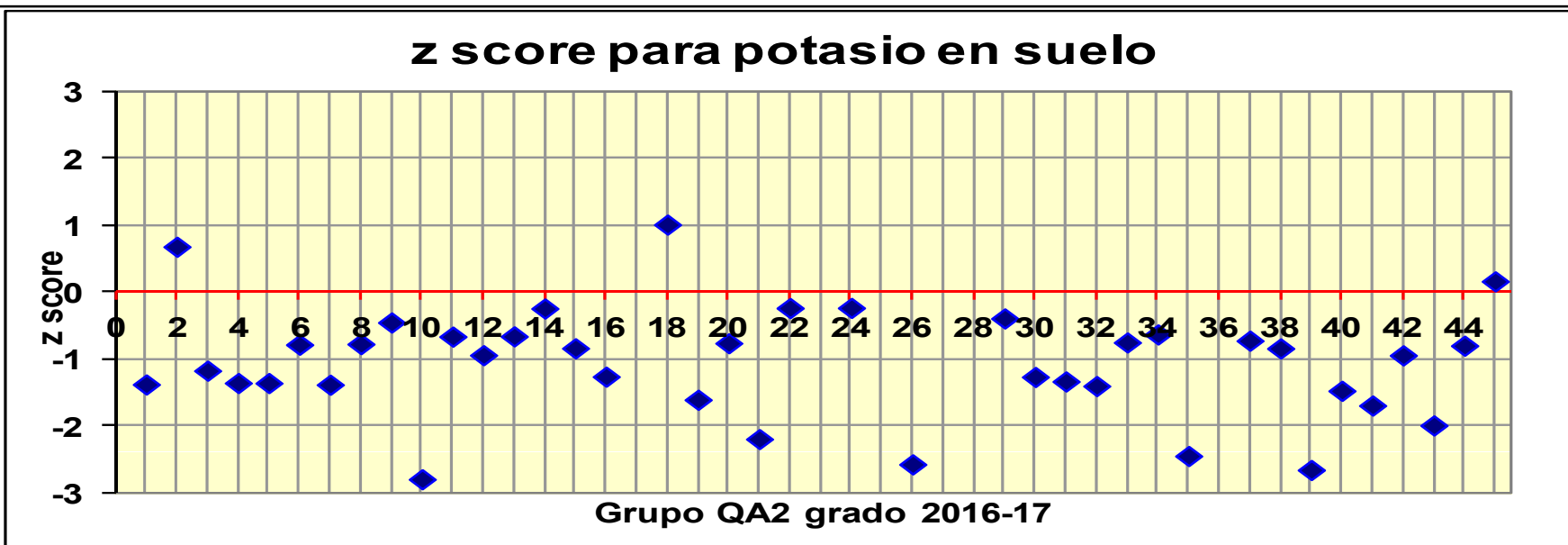
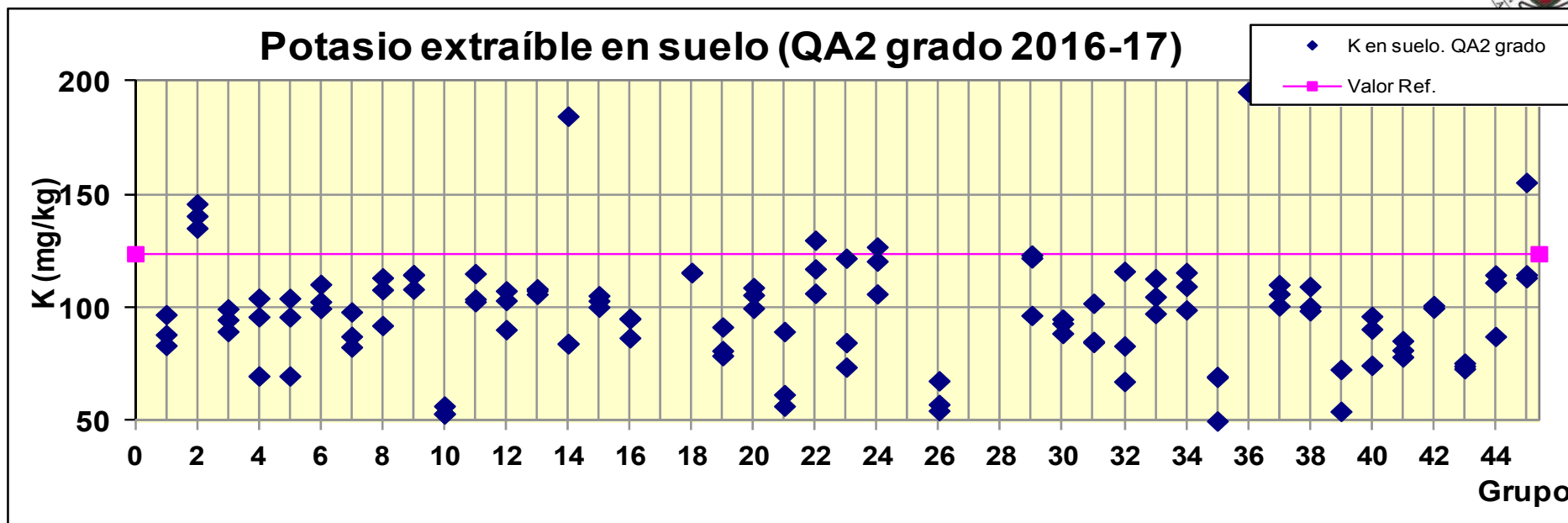


Resultados para humedad en suelo 2016-17



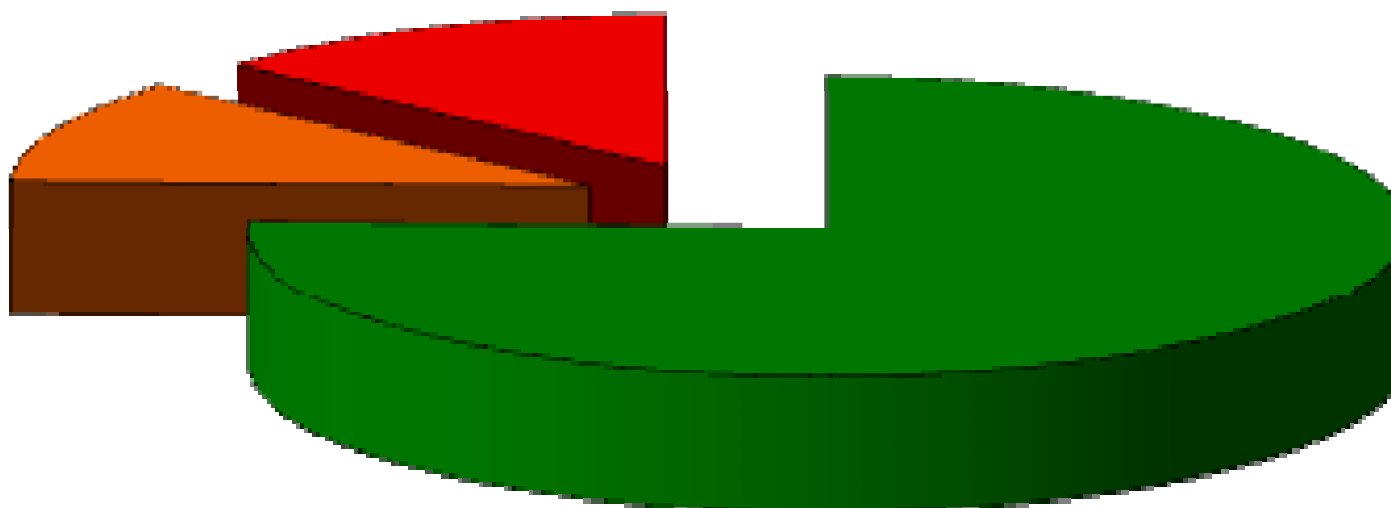
■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$:	60%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$:	20%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$:	20%

Determinación de potasio extraíble en suelo agrícola



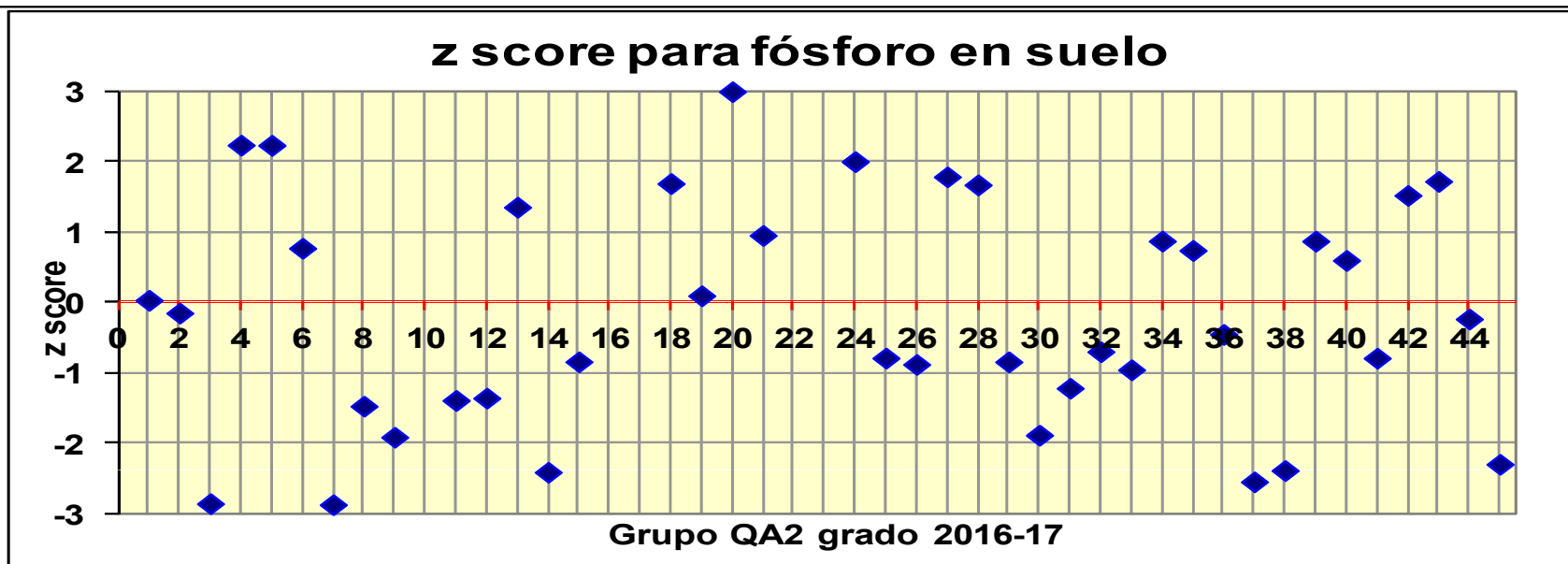
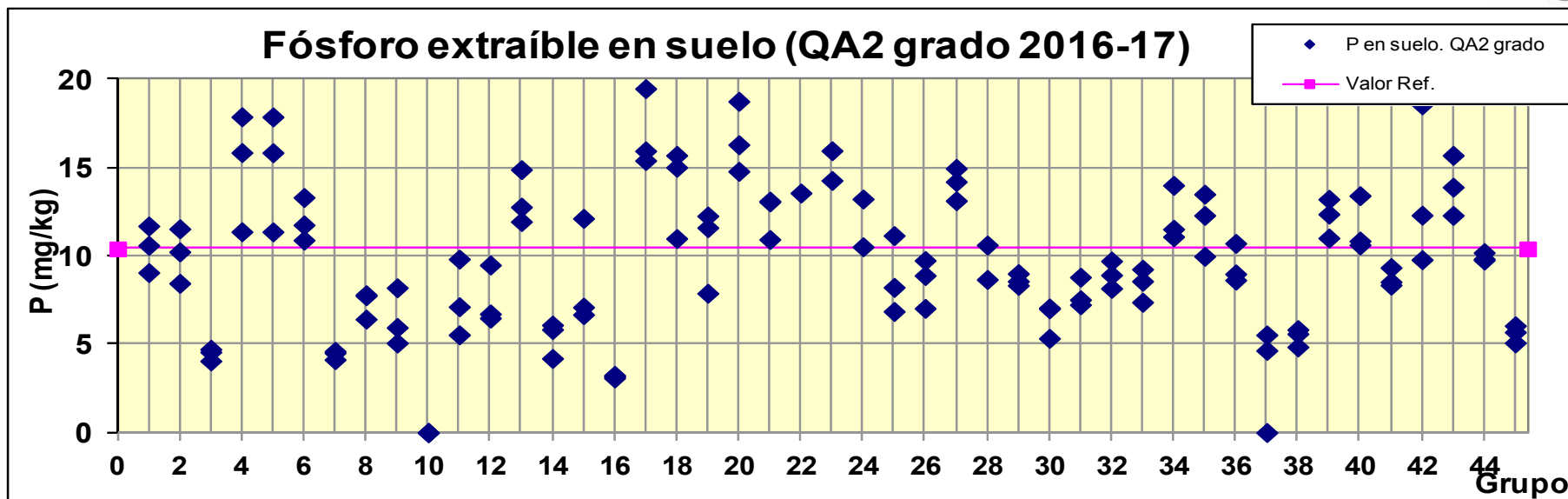


Resultados para potasio en suelo 2016-17



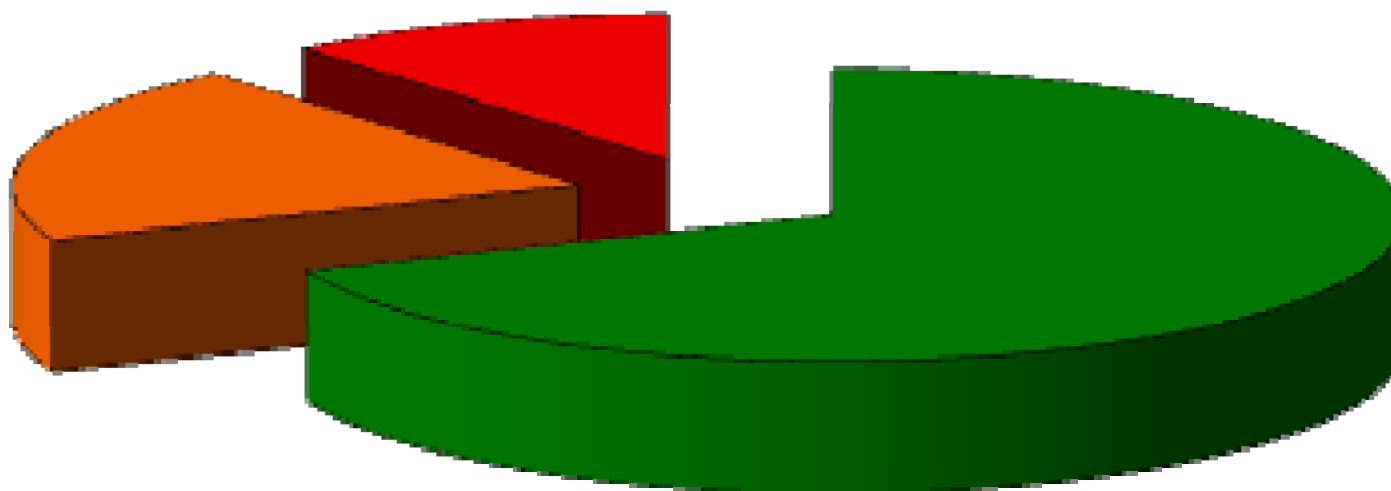
■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$:	76%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$:	11%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$:	13%

Determinación de fósforo extraíble en suelo agrícola





Resultados para fósforo en suelo 2016-17



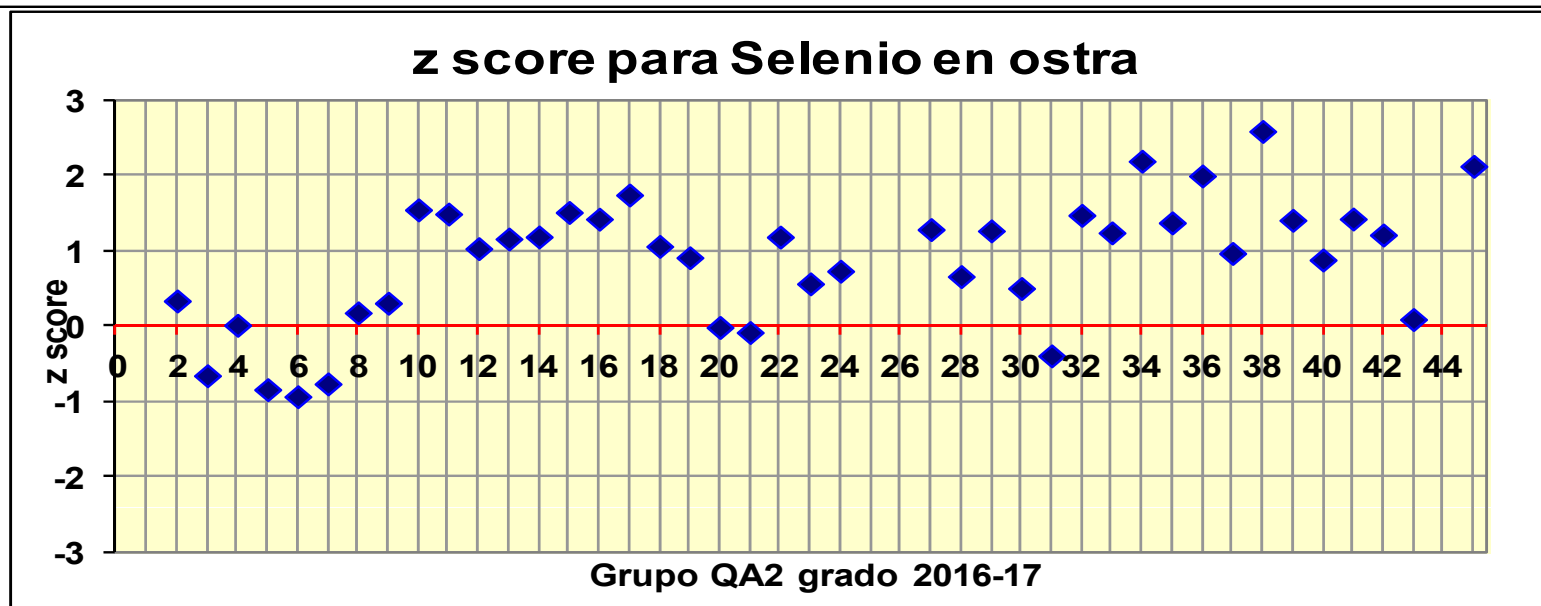
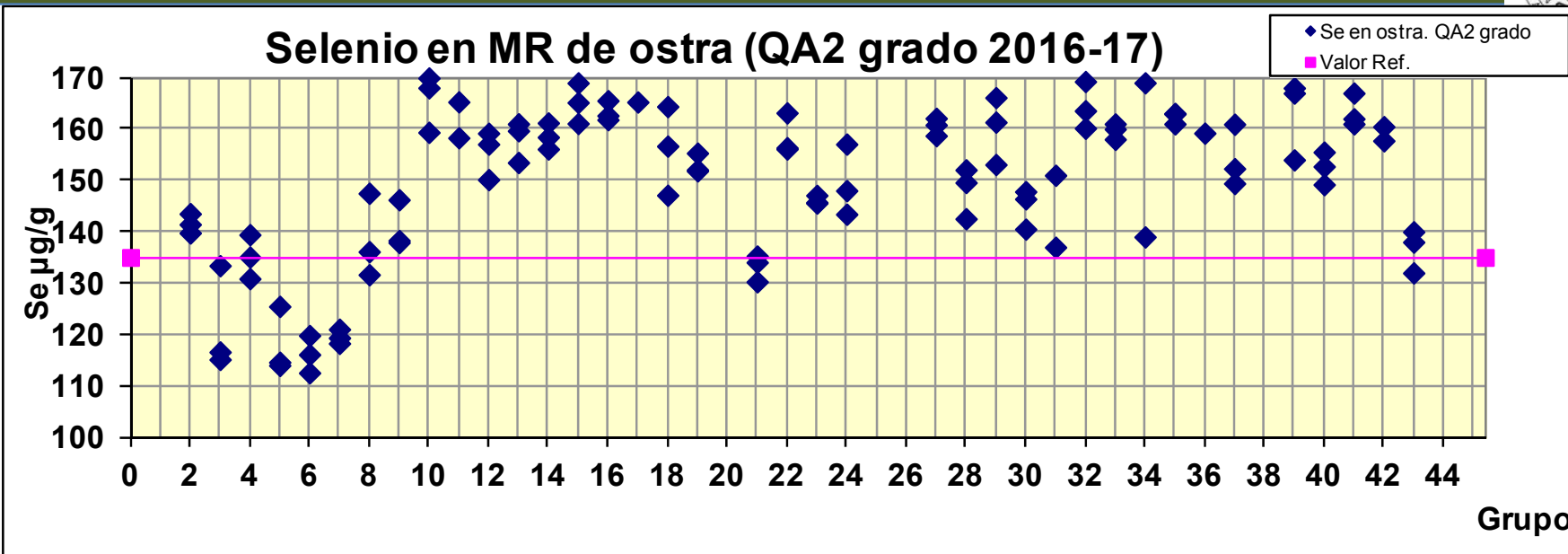
■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$:	69%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$:	20%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$:	11%

Metales en material de referencia de ostra



Gr.	Selenio		Mercurio		Gr.	Selenio		Mercurio	
	Mgrupo	z score	Mgrupo	z score		Mgrupo	z score	Mgrupo	z score
1	237	5,08	10,6	-0,17	26	39.	-4,80	12,3	0,59
2	142	0,33	11,5	0,25	27	161	1,28	11,1	0,03
3	122	-0,66	10,8	-0,08	28	148	0,65	11,4	0,17
4	135	0,01	11,8	0,37	29	160	1,26	11,9	0,41
5	118	-0,85	11,6	0,27	30	145	0,50	11,4	0,18
6	116	-0,94	9,9	-0,48	31	127	-0,40	8,2	-1,27
7	120	-0,77	11,2	0,10	32	164	1,47	12,0	0,45
8	138	0,17	10,3	-0,31	33	160	1,23	11,1	0,06
9	141	0,30	8,0	-1,36	34	179	2,18	10,6	-0,16
10	166	1,54	9,7	-0,59	35	162	1,37	12,3	0,61
11	165	1,48	12,7	0,75	36	175	1,99	10,4	-0,27
12	155	1,02	11,8	0,36	37	154	0,96	11,5	0,22
13	158	1,15	13,0	0,89	38	187	2,58	10,4	-0,30
14	159	1,18	12,2	0,55	39	163	1,40	9,8	-0,57
15	165	1,50	11,4	0,18	40	152	0,87	12,1	0,52
16	163	1,42	10,0	-0,46	41	163	1,42	10,2	-0,36
17	170	1,73	10,9	-0,06	42	159	1,20	11,1	0,04
18	156	1,05	10,7	-0,13	43	137	0,08	11,9	0,39
19	153	0,90	12,4	0,65	44	355.	11,00	11,6	0,27
20	135	-0,02	17,6	3,00	45	177	2,12	12,7	0,79
21	133	-0,09	11,9	0,40					
22	159	1,18	11,7	0,33	Media=	156		11,39	
23	146	0,56	12,4	0,64	Sd=	24		1,44	
24	149	0,72	12,4	0,62	Sd%=	16		13	
25	232	4,86	12,0	0,45					
					V. Ref.=	135		11,00	
					Sd asig.=	20		2,20	
					Sd asig%=	15		20	

Determinación de selenio en ostra



Determinación de selenio en ostra

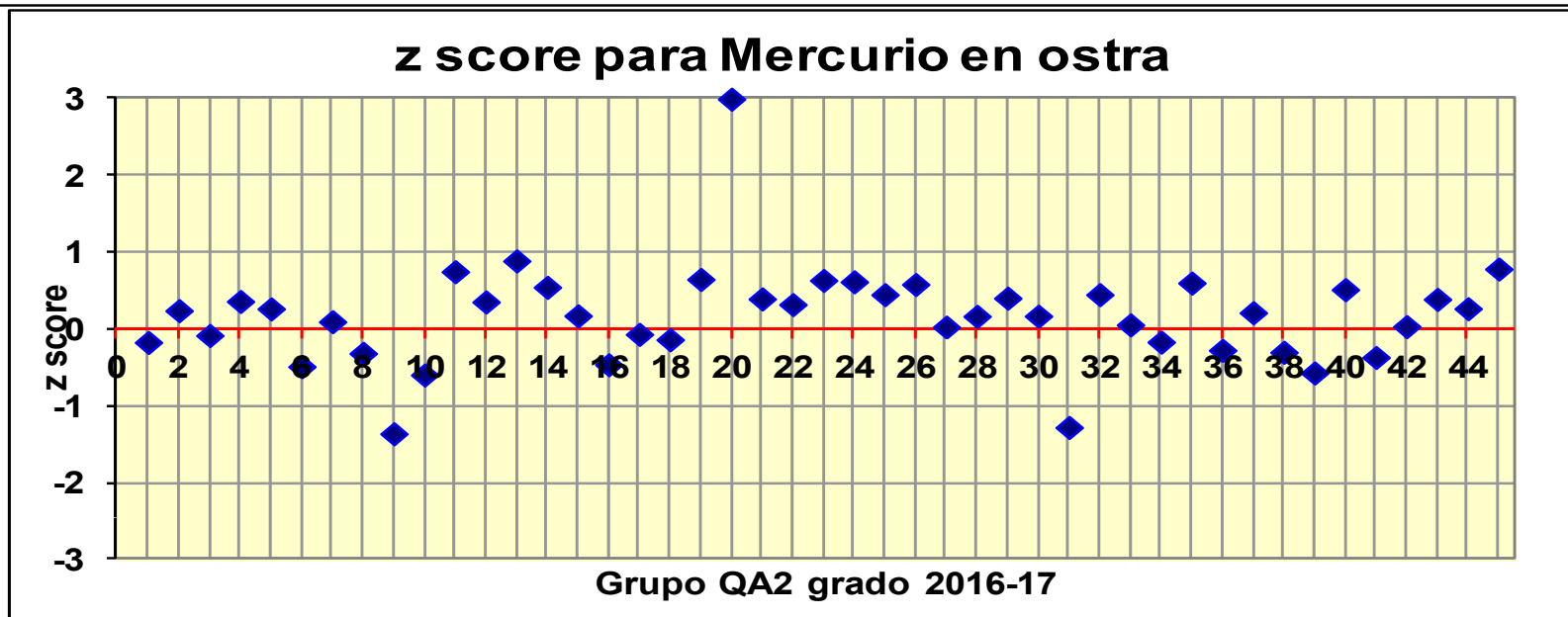
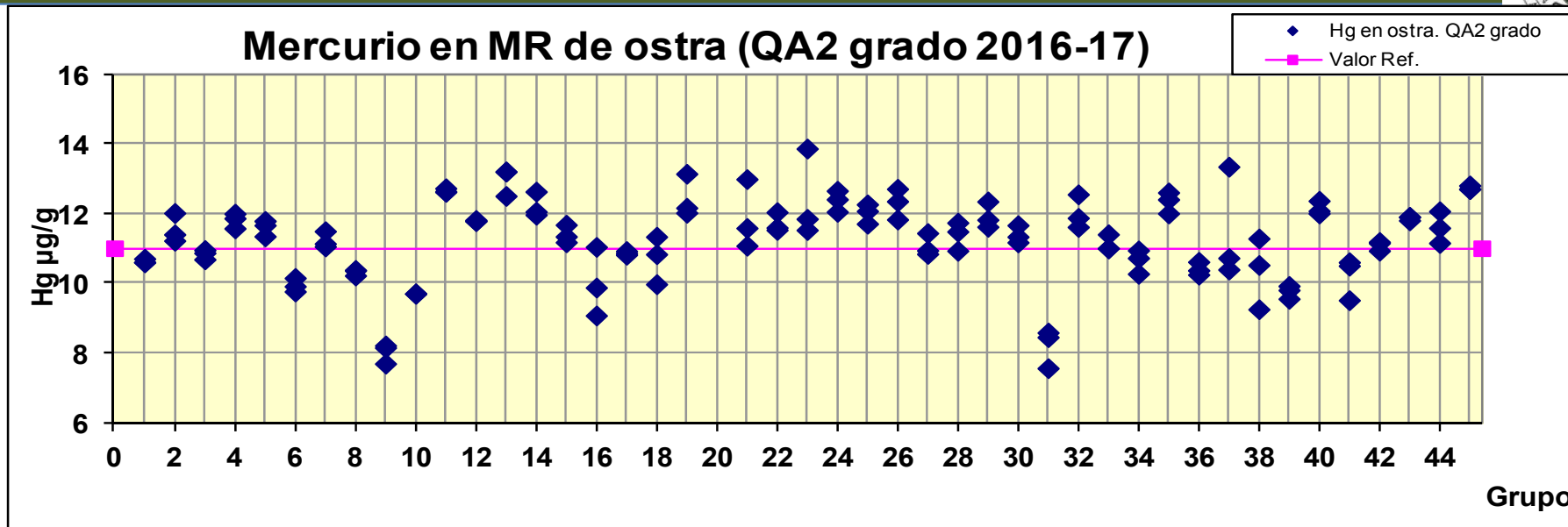


Resultados para selenio en ostra



- Resultados satisfactorios $z \leq 2$: 84%
- Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$: 7%
- Resultados no satisfactorios $z > 3$: 9%

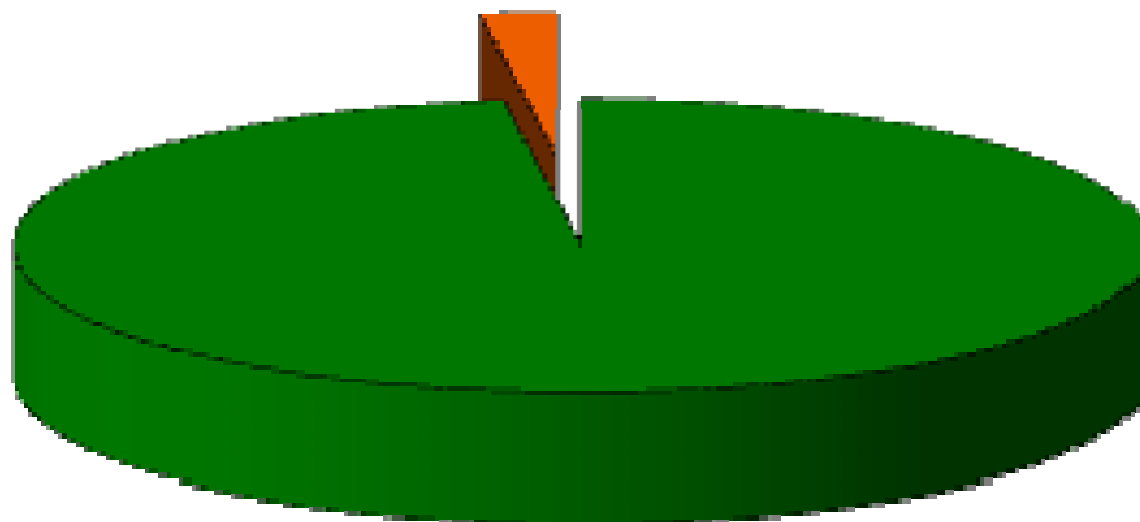
Determinación de mercurio en ostra



Determinación de mercurio en ostra



Resultados para mercurio en ostra



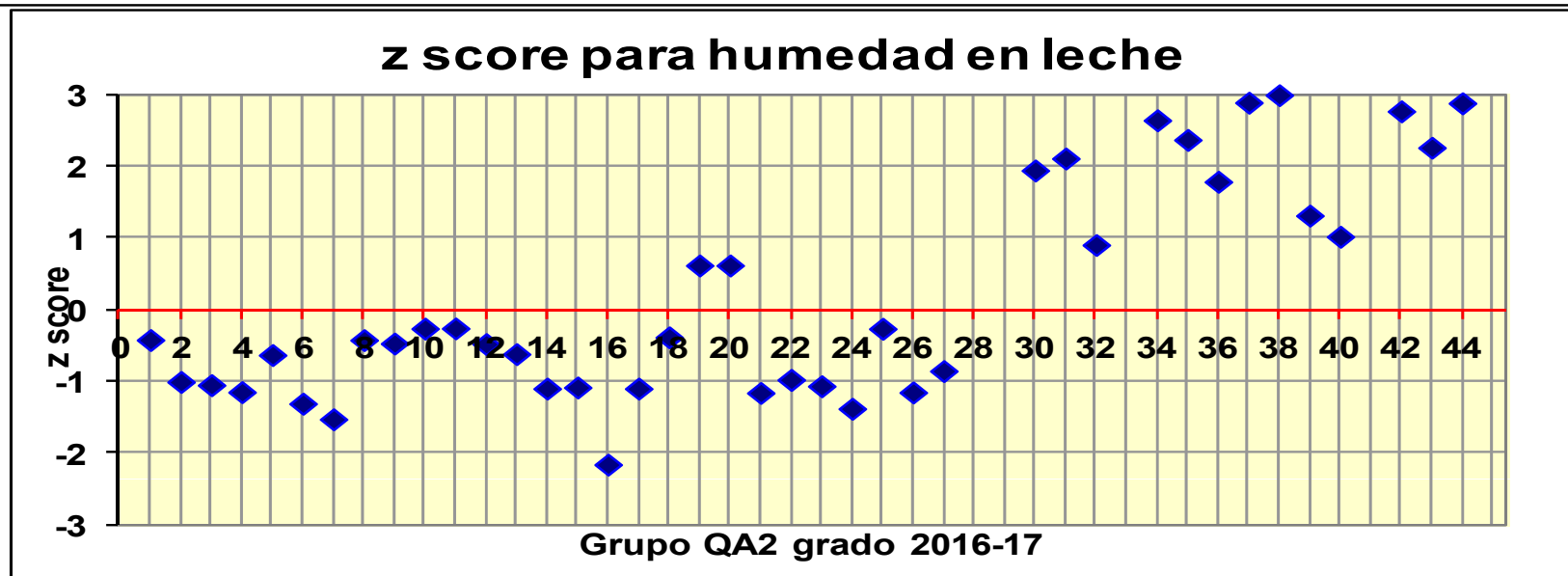
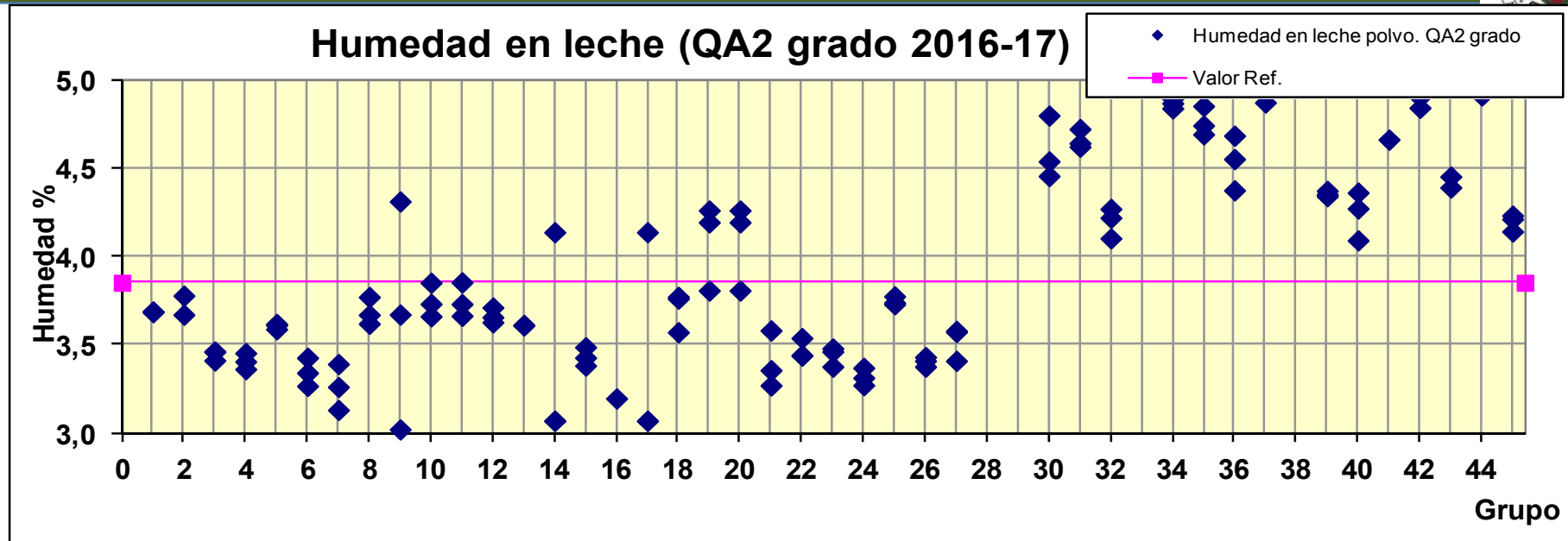
- Resultados satisfactorios $z \leq 2$: 98%
- Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$: 2%
- Resultados no satisfactorios $z > 3$: 0%

Leche en polvo



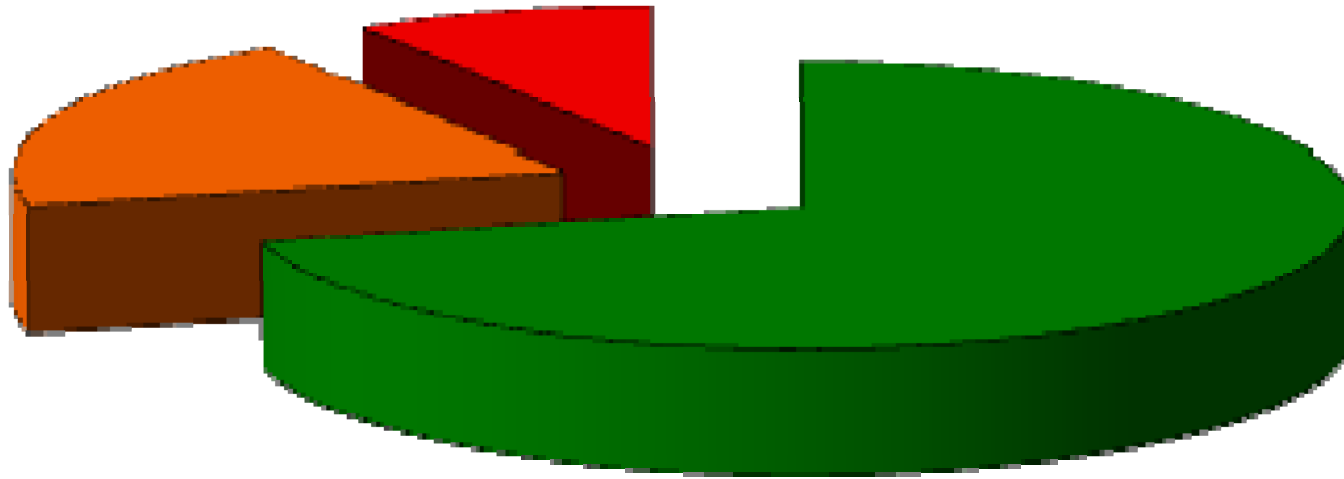
Humedad %		Cenizas %		Zn mg/kg sms		Ca % sms		Fe mg/kg sms		Humedad %		Cenizas %		Zn mg/kg sms		Ca % sms		Fe mg/kg sms			
Gr.	Media	z score	Media	z score	Media	z score	Media	z score	Media	z score	Gr.	Media	z score	Media	z score	Media	z score	Media	z score		
1	3,69	-0,43	9,20	0,12	47,62	0,75	0,54	-3,43	5,45	-1,27	24	3,32	-1,39	8,70	-0,43	49,46	1,04	0,75	-2,17	14,14	-0,11
2	3,46	-1,01	8,52	-0,62	45,18	0,37	1,32	1,21	12,10	-0,39	25	3,75	-0,27	9,09	0,01	46,83	0,63	1,61	2,94	8,03	-0,93
3	3,44	-1,06	3,45	-6,20	47,69	0,76	0,50	-3,69	34,25	2,57	26	3,40	-1,16	8,75	-0,38	43,87	0,17	2,10	5,82	16,98	0,26
4	3,41	-1,15	8,81	-0,30	44,05	0,19	1,23	0,67	31,22	2,16	27	3,52	-0,86	8,84	-0,27	46,74	0,61	1,38	1,55	9,18	-0,78
5	3,60	-0,64	8,16	-1,03	45,32	0,39	1,38	1,55	16,74	0,23	28	5,28	3,71	6,86	-2,45	45,70	0,45	1,29	1,01	4,15	-1,45
6	3,34	-1,32	8,70	-0,42	48,47	0,88	0,57	-3,28	8,07	-0,92	29	5,34	3,86	13,43	4,78	44,79	0,31	1,07	-0,32	0,20	-1,97
7	3,26	-1,53	1,62	-8,22	43,45	0,10	0,95	-0,99	15,60	0,08	30	4,60	1,94	8,64	-0,49	46,75	0,62	1,50	2,28	2,75	-1,63
8	3,69	-0,43	8,94	-0,16	77,57	5,42	0,60	-3,10	0,70	-1,91	31	4,66	2,10	8,85	-0,26	44,96	0,34	1,10	-0,10	9,35	-0,75
9	3,67	-0,48	8,73	-0,39	43,39	0,09	0,93	-1,16	1,20	-1,84	32	4,20	0,90	9,17	0,09	36,29	-1,01	1,44	1,88	6,23	-1,17
10	3,75	-0,27	8,37	-0,80	51,62	1,37	1,45	1,96	15,62	0,08	33	5,52	4,34	8,32	-0,84	42,63	-0,03	1,13	0,08	9,74	-0,70
11	3,75	-0,26	8,69	-0,44	51,62	1,37	0,75	-2,20	26,32	1,51	34	4,87	2,64	8,79	-0,33	44,64	0,29	1,68	3,35	4,50	-1,40
12	3,66	-0,48	9,22	0,15	33,56	-1,44	0,39	-4,38	31,72	2,23	35	4,76	2,36	8,97	-0,14	45,80	0,47	1,37	1,49	12,33	-0,36
13	3,61	-0,62	8,71	-0,42	38,70	-0,64	0,73	-2,34	30,50	2,07	36	4,54	1,78	9,05	-0,04	46,52	0,58	1,45	1,96	5,07	-1,32
14	3,42	-1,10	8,26	-0,92	32,12	-1,66	1,56	2,61	27,06	1,61	37	4,96	2,88	10,83	1,92	46,50	0,58	1,16	0,22	3,71	-1,51
15	3,43	-1,09	9,07	-0,02	49,23	1,00	1,50	2,28	14,66	-0,04	38	5,00	2,99	8,87	-0,24	94,63	8,07	1,19	0,39	18,92	0,52
16	3,02	-2,16	8,26	-0,92	38,75	-0,63	0,70	-2,48	4,55	-1,39	39	4,35	1,31	8,95	-0,16	46,07	0,51	1,31	1,13	12,89	-0,28
17	3,42	-1,10	8,26	-0,92	32,12	-1,66	1,56	2,61	27,06	1,61	40	4,24	1,01	8,81	-0,30	44,03	0,19	1,29	0,99	7,22	-1,04
18	3,70	-0,39	8,95	-0,15	50,73	1,24	0,60	-3,10	10,53	-0,60	41	5,24	3,61	8,60	-0,54	48,12	0,83	1,23	0,67	4,60	-1,39
19	4,09	0,61	8,99	-0,11	47,14	0,68	1,40	1,67	19,75	0,63	42	4,91	2,76	8,31	-0,86	49,91	1,11	1,29	1,03	3,88	-1,48
20	4,09	0,61	8,96	-0,14	45,45	0,41	0,77	-2,10	26,11	1,48	43	4,72	2,25	8,34	-0,82	42,52	-0,04	1,51	2,32	10,39	-0,62
21	3,40	-1,17	8,63	-0,51	45,81	0,47	1,46	2,00	21,39	0,85	44	4,96	2,87	8,58	-0,56	45,07	0,35	1,18	0,38	11,35	-0,49
22	3,47	-0,98	9,47	0,42	21,61	-3,30	1,68	3,33	21,28	0,84	45	4,19	0,89	8,95	-0,16	46,30	0,55	1,07	-0,28	10,85	-0,55
23	3,44	-1,07	8,61	-0,53	43,84	0,16	0,33	-4,70	3,75	-1,50	Media=	4,56		8,99		47,6		1,32		8,48	
24	3,32	-1,39	8,70	-0,43	49,46	1,04	0,75	-2,17	14,14	-0,11	Sd=	0,63		1,19		10,85		0,27		4,79	
25	3,75	-0,27	9,09	0,01	46,83	0,63	1,61	2,94	8,03	-0,93	Sd%=	13,83		13,25		22,8		20,4		56	
											V. Ref.=	3,85		9,09		42,8		1,12		15,00	
											Sd asig.=	0,39		0,91		6,42		0,17		7,50	
											Sd asig%=	10		10		15		15		50	

Determinación de humedad en leche en polvo



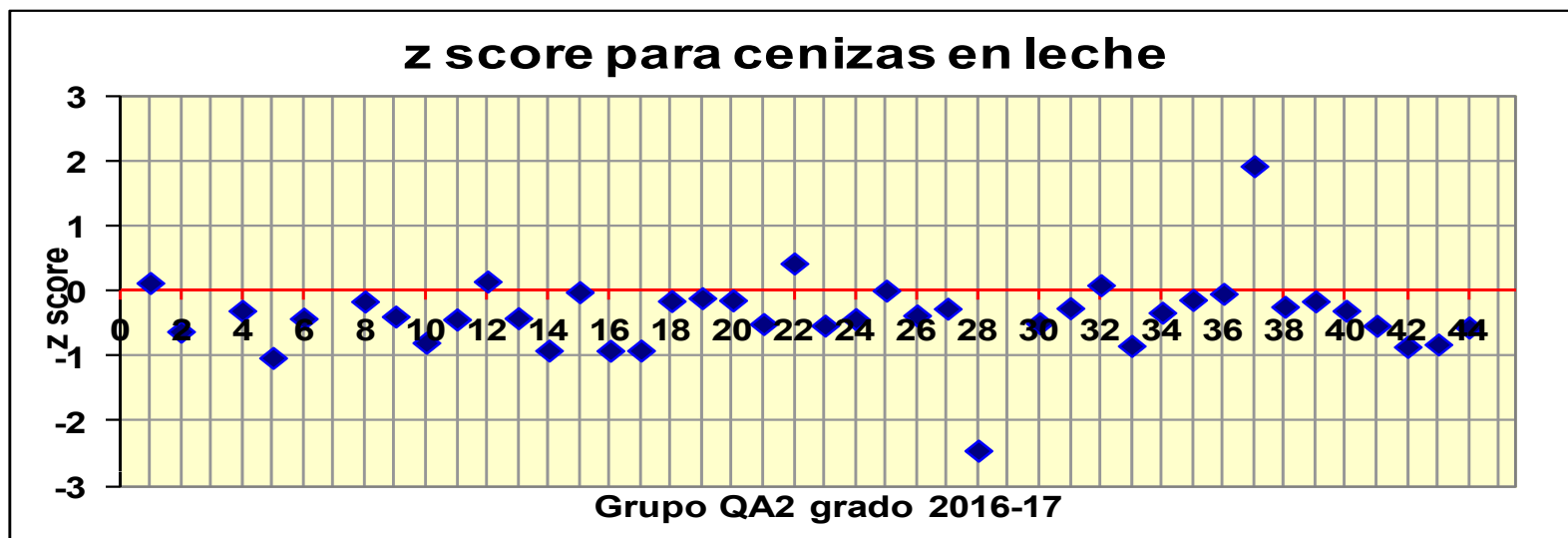
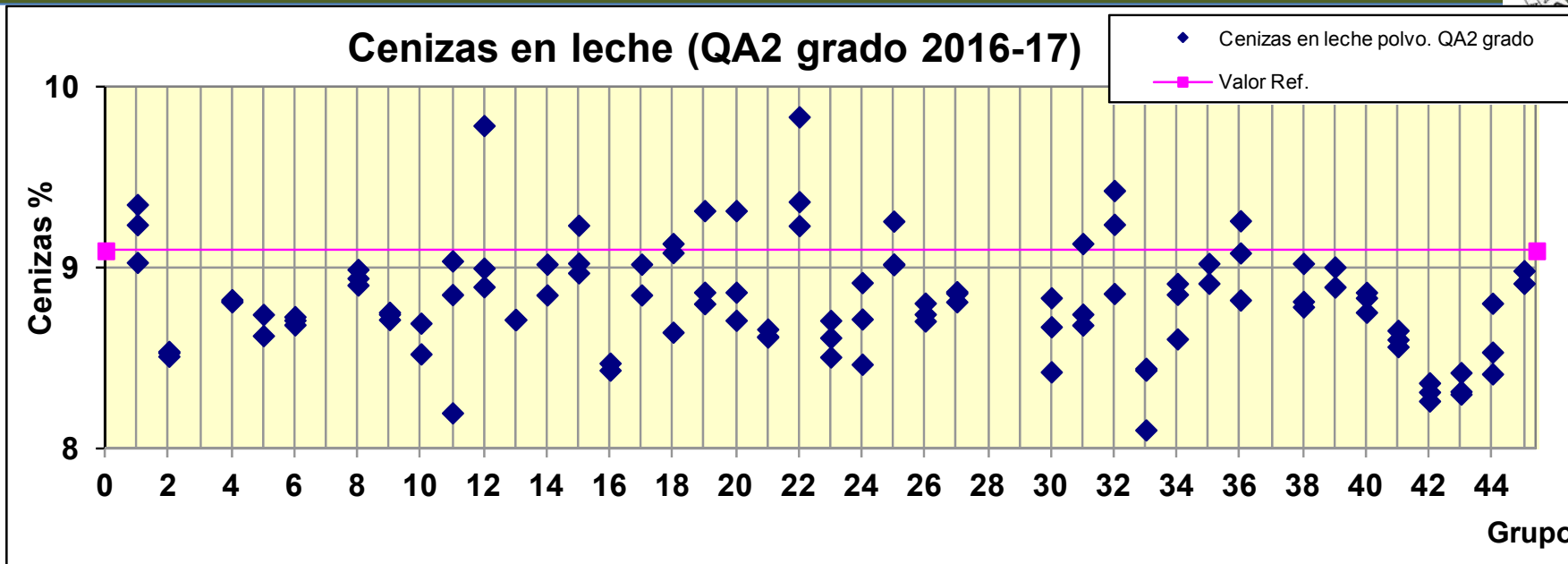


QA2. Resultados para humedad en leche



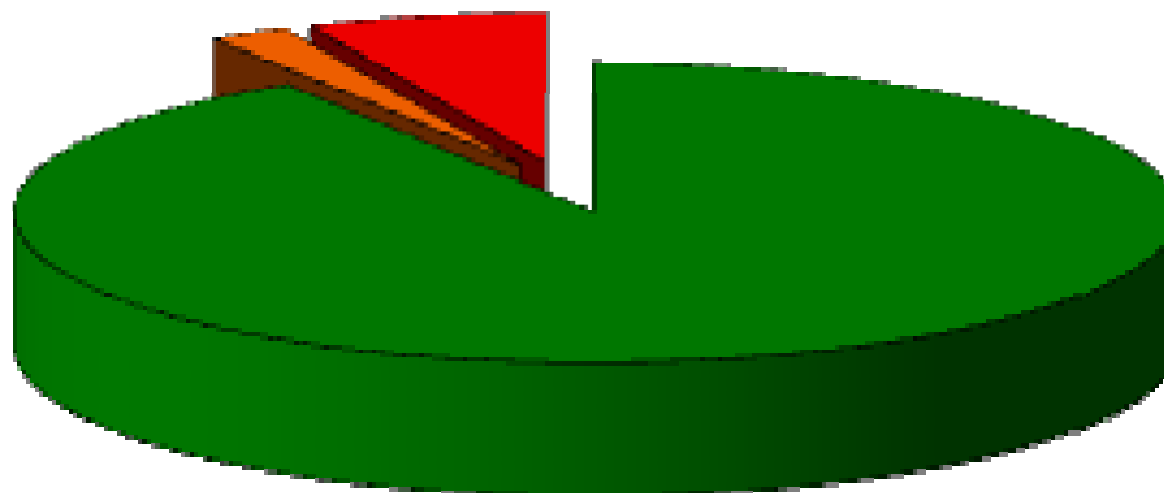
■ Resultados satisfactorios $z < 2$:	71%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$:	20%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$:	9%

Determinación de cenizas en leche en polvo



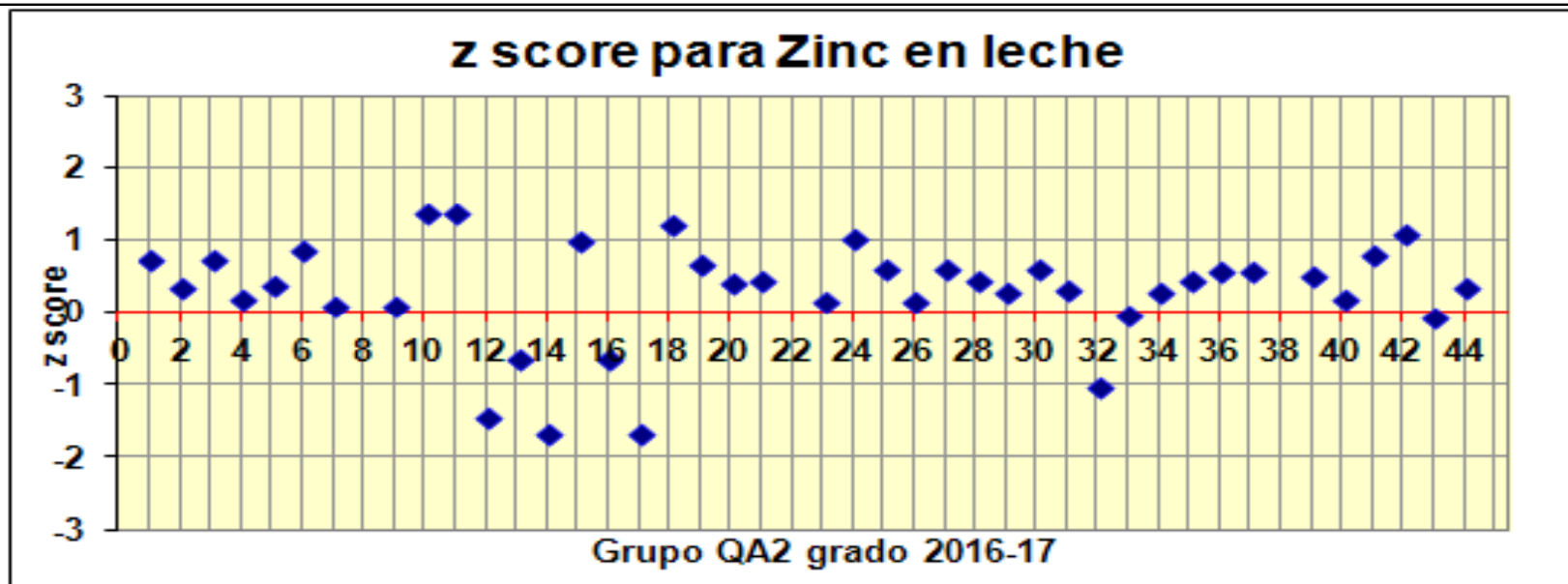
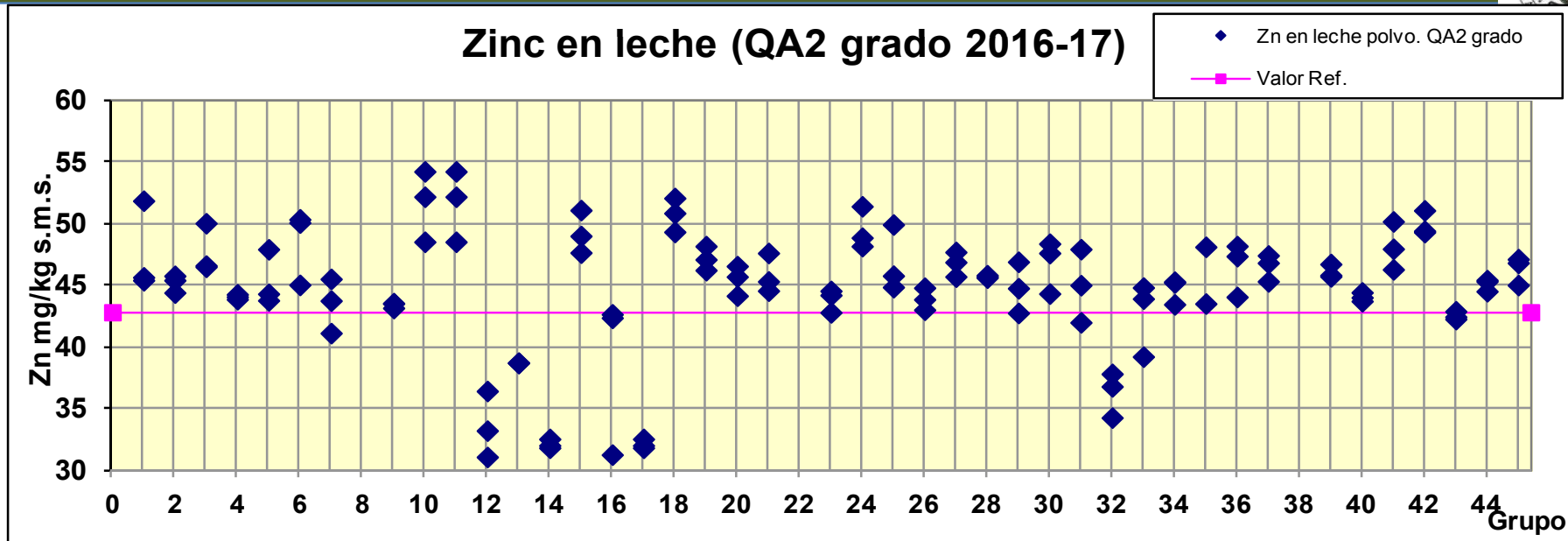


QA2. Resultados para cenizas en leche



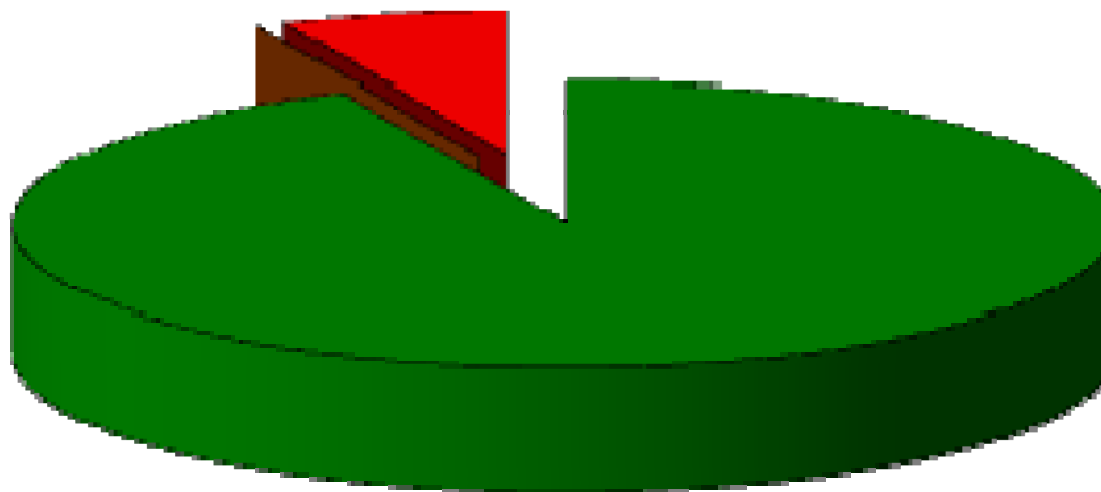
■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$:	91%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$:	2%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$:	7%

Determinación de cinc en leche en polvo



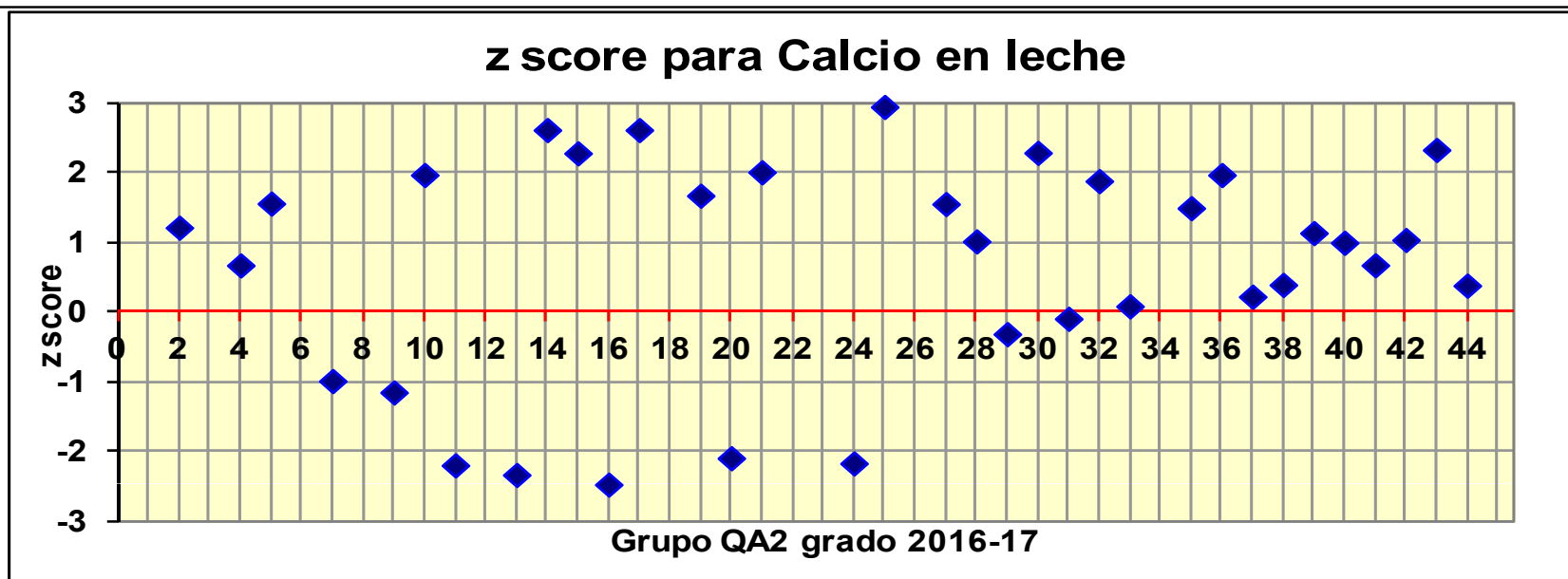
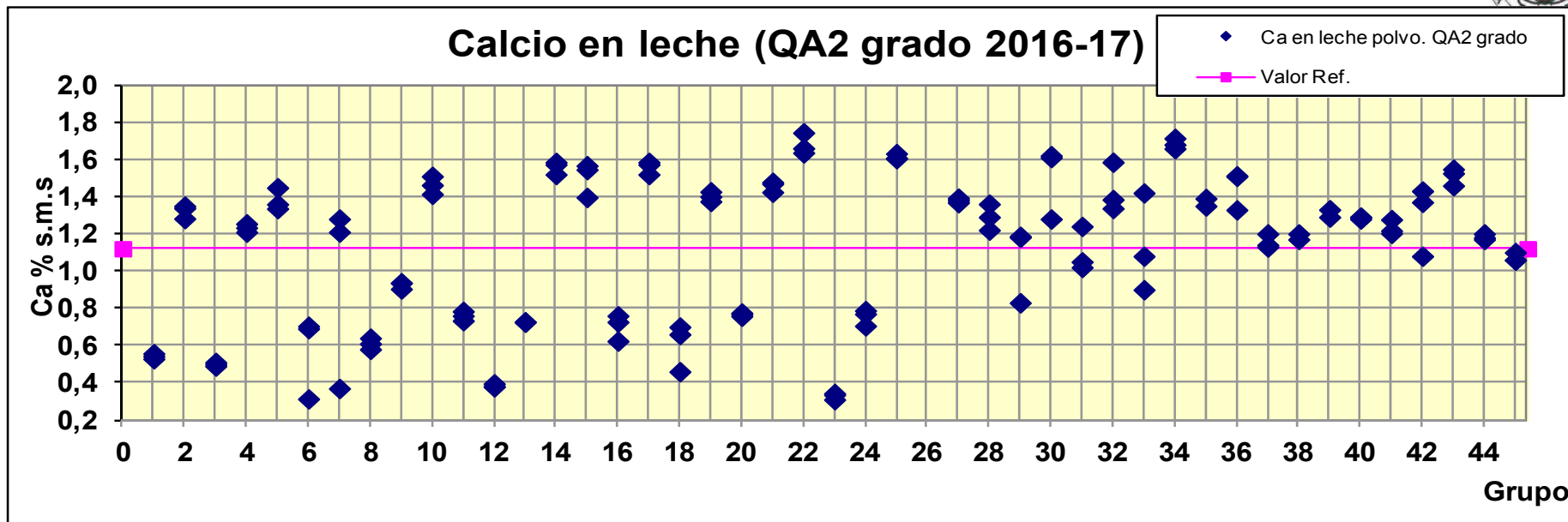


QA2. Resultados para Zn en leche 2016-17



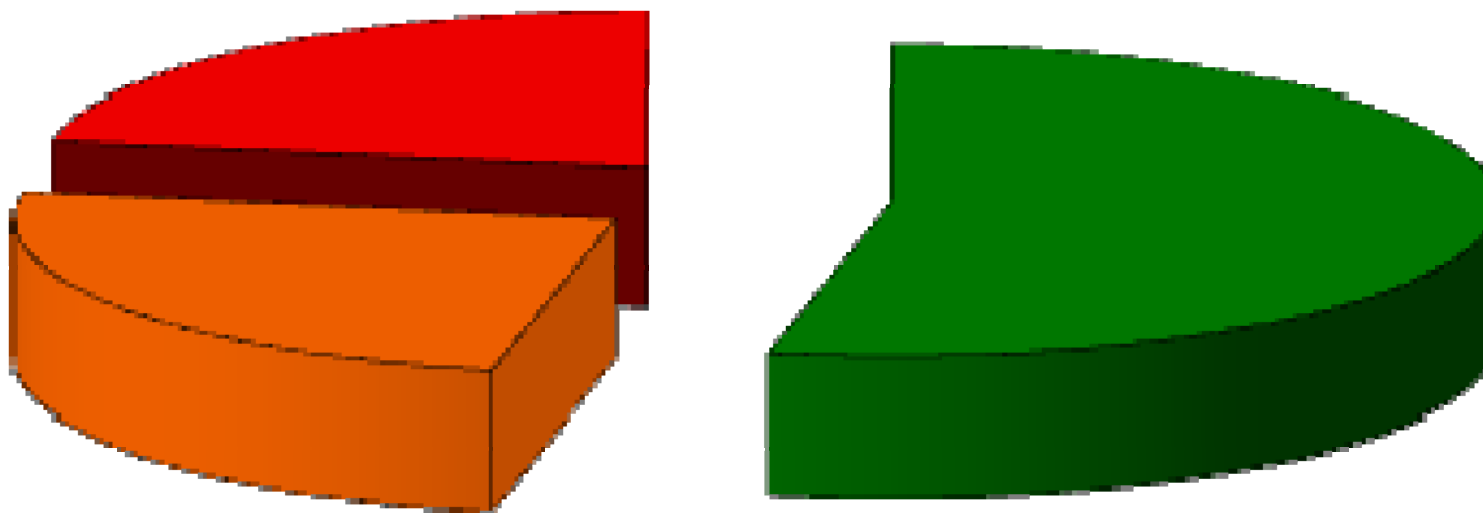
■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$:	93%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$:	0%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$:	7%

Determinación de calcio en leche en polvo



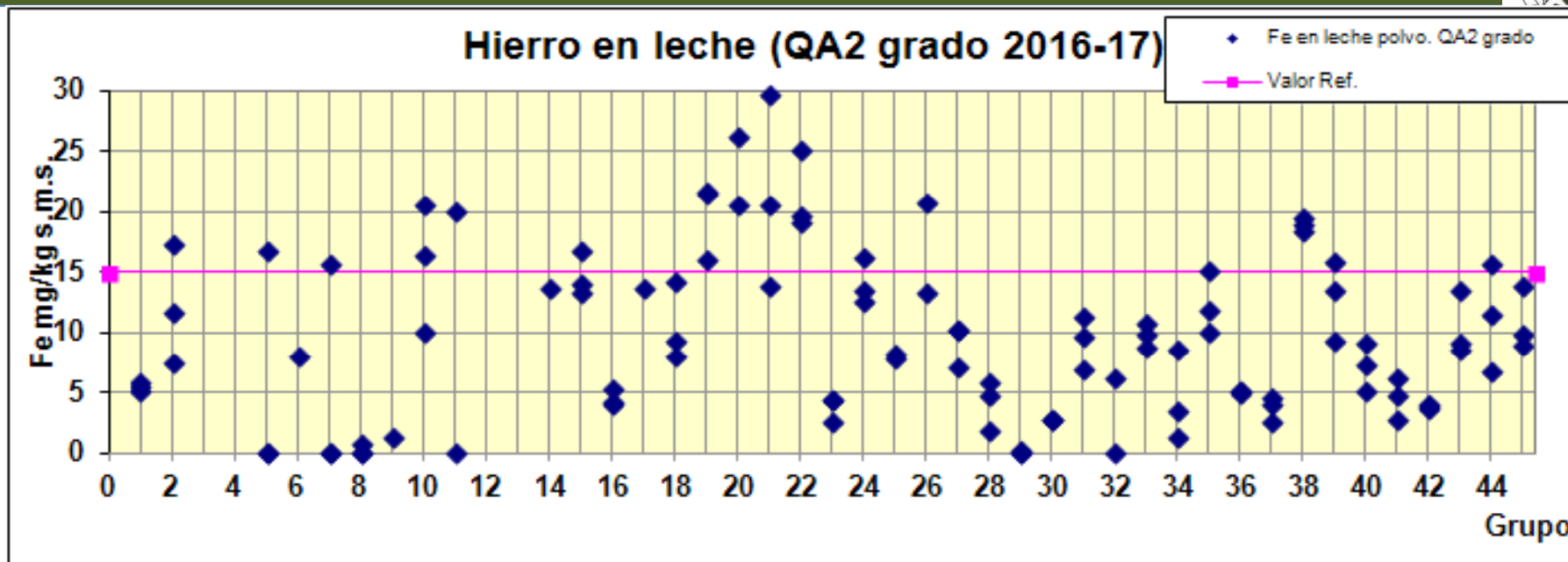


QA2. Resultados para Ca en leche 2016-17



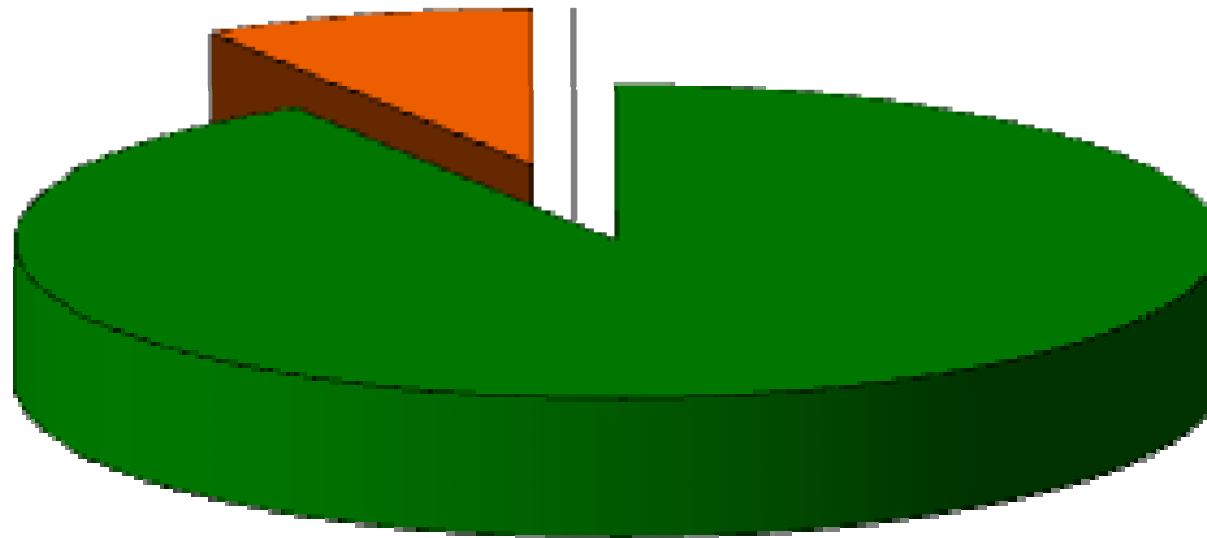
■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$:	53%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$:	24%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$:	22%

Determinación de hierro en leche en polvo





QA2. Resultados para Fe en leche 2016-17

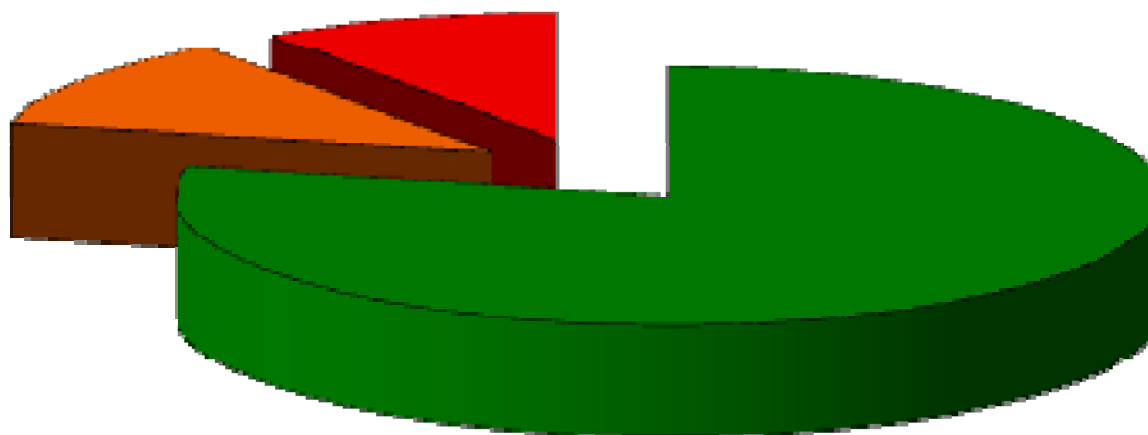


■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$:	91%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$:	9%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$:	0%

Resultados globales por asignaturas



Resultados globales Curso 2016-2017 Asignatura: Química Analítica 2 (3º curso del grado en Química)



■ Resultados satisfactorios $z \leq 2$:	79%
■ Resultados cuestionables $3 \geq z > 2$:	12%
■ Resultados no satisfactorios $z > 3$:	10%

Resultados históricos QA2



Resultados históricos para los ejercicios de intercomparación de QA2

	Resultados Satisfactorios obtenidos (%)										
	Suelo			Ostra		Leche en polvo					
Curso	Humedad	K	P	Se	Hg	Humedad	Cenizas	Zn	Ca	Fe	Global
2011-12	29	71	74	32	44	76	91	79	68	82	65
2012-13	20	83	80	100	70	57	73	80	87	93	74
2013-14	60	73	83	90	57	70	84	90	94	90	79
2014-15	78	94	87	94	69	94	82	71	42	91	80
2015-16	78	89	87	73	76	96	80	93	51	93	82
2016-17	60	66	69	84	98	71	91	93	53	91	79
V. Medio	54	79	80	79	69	77	84	84	66	90	77