



**UNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA**

**AYUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA PARA LA INNOVACIÓN  
DOCENTE**

**MEMORIA JUSTIFICATIVA**

**TÍTULO DEL PROYECTO:** EJERCICIO INTERLABORATORIO: UNA  
EXPERIENCIA CON ALUMNOS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
ADAPTADA AL EEES

**REFERENCIA: ID10/041**

**RESPONSABLES DEL PROYECTO:**

*Prof. Dra. D<sup>a</sup>: María Jesús Almendral Parra;*

*Prof. Dra. D<sup>a</sup>: María Inmaculada González Martín*

Profesoras Titulares del Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología

# MEMORIA DEL PROYECTO

## RESUMEN DEL PROYECTO

En este proyecto se ha llevado a cabo la participación del Departamento de Química Analítica de la Universidad de Salamanca, con alumnos de las Titulaciones de Ciencias Químicas y Biotecnología. Es un Ejercicio de Intercomparación entre Universidades, que tiene como objetivo principal comparar el trabajo de los alumnos de las diferentes Universidades participantes y servir como foro de discusión interuniversitario.

La realización se ha llevado a cabo mediante el desarrollo y evaluación de una Práctica de Laboratorio idéntica para alumnos de diferentes Titulaciones de distintas Universidades Españolas, (determinación de parámetros como % de etanol, grado de acidez en una muestra idéntica de cerveza) y la valoración de los resultados por parte de los alumnos de la Facultad de Ciencias Químicas, en la asignatura “*Experimentación en Química Analítica*” de 4º Curso y los alumnos de Biotecnología en la asignatura “*Control de Calidad*” de 4º Curso, profundizando sobre los puntos débiles y fuertes de la experiencia realizada.

## INTRODUCCIÓN

Un Ejercicio Interlaboratorio, según la norma ISO 17025 es un proceso planificado por el que una serie de laboratorios analizan un mismo material para comparar los resultados entre sí. El trabajo se ha realizado bajo la coordinación de una Organización con objeto de evaluar la calidad de su trabajo de laboratorio, comprobar un método o determinar el contenido de uno o varios analitos de un material determinado. Consiste en un programa de actividades llevadas a cabo por el laboratorio con la finalidad de verificar que los resultados obtenidos tienen una precisión y exactitud aceptable y mejorar en conjunto el funcionamiento del mismo.

Para un laboratorio experimentado, los ejercicios de intercomparación se utilizan para demostrar la exactitud de su laboratorio. El ejercicio interlaboratorio realizado es un ejercicio de aprendizaje para los alumnos, pues al igual que se realizan en laboratorios acreditados para evaluar el grado de exactitud y de confiabilidad de los resultados, los alumnos aprenden a:

1. Ajustarse a una metodología de análisis determinada

2. Utilizar unos equipos con características conocidas
3. Realizar un muestreo representativo del problema a determinar
4. Tener cuidado en el tratamiento de la muestra para no influir en ella
5. Dar los resultados de acuerdo con datos de incertidumbres
6. Aceptar la evaluación de sus resultados por un organismo externo e independiente
7. Aceptar los criterios de no conformidades establecidos.

Para la llevar a cabo el ejercicio se realiza una sesión introductoria donde se comentan los objetivos de un interlaboratorio, el uso de materiales de referencia, control de calidad, metodología, etc., con especial referencia a los diferentes aspectos de la práctica concreta que se propone. Posteriormente se plantea un calendario para el desarrollo del ejercicio, sesión de discusión de los resultados obtenidos y su comparación con el resto de los centros, y discusión de la experiencia, planteando una mejora continua.

Uno de los parámetros a determinar por los alumnos que participaron en el ejercicio interlaboratorio ha sido en nuestro caso el % de etanol en la cerveza. Para esta determinación cada uno de los Centros participantes puede aplicar la metodología que estime oportuno lo que es otro punto de interés para ellos, ya que les permite comparar resultados y métodos entre sí. Nuestros estudiantes en el análisis de etanol utilizaron la técnica de Análisis por Inyección en Flujo y una reacción enzimática, lo que además les sirve para poner en la práctica conceptos aprendidos en la Asignatura Química Analítica Avanzada, de 4º Curso. El resto de parámetros son pH y grado de acidez, para la que se han seguido los procedimientos oficiales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

## **OBJETIVOS**

La evaluación del ejercicio interlaboratorio se realiza con los resultados que los alumnos obtuvieron en el laboratorio de prácticas analizando en una muestra de cerveza desconocida: % de etanol, acidez (cantidad de ácido láctico) y pH. Los resultados obtenidos por los alumnos en el laboratorio se compararon con los obtenidos por alumnos de otras Universidades que hacen el mismo tipo de análisis y con la misma muestra. La evaluación de sus resultados se realiza por un organismo externo e

independiente (Universidad de Barcelona), tratando los resultados de forma anónima y basándose en los criterios estadísticos: z escores y diagrama de cajas.

Los alumnos de Control de Calidad de 4º Curso de Biotecnología evaluarían los resultados obtenidos del Ensayo Interlaboratorio efectuado por alumnos de diversas universidades españolas, para evaluar la capacidad de un laboratorio (en este caso de prácticas) para obtener resultados fiables.

### *OBJETIVOS CONCRETOS*

La descripción general anterior de objetivos se puede concretar en los siguientes puntos:

*Para los alumnos de Experimentación en Química Analítica de 4º Curso de Ciencias Químicas*

- 1.- Introducir esta importante herramienta de evaluación y mejora de la Calidad en los Centros Docentes que impartan Química Analítica
- 2.- Familiarizar a los estudiantes con los Métodos Oficiales de Análisis
- 3.- Ofrecer a los estudiantes la posibilidad de comparar sus resultados con los obtenidos por otros Centros Universitarios Españoles
- 4.- Ofrecer a los Profesores un Proyecto atractivo para desarrollar con los estudiantes, muy dentro de los objetivos que propone en Espacio Europeo de Educación Superior.

*Para los alumnos de Control de Calidad de las diferentes titulaciones que participarán en el ejercicio (Ciencia Químicas y Biotecnología)*

- 1.- Capacidad para interpretar los datos y medidas obtenidos su laboratorio y comparar con el resto de los resultados de los laboratorios participantes.
2. - Aplicación de las herramientas estadísticas al control de los resultados de un ensayo interlaboratorios.
- 3.- Reconocer y analizar problemas generados en su trabajo de prácticas a través de sus resultados.
- 4.- Cálculo de los parámetros que definan los resultados de la calidad en un laboratorio de análisis.
- 5.- Evaluación de los resultados tal como solicita la Norma de referencia de valoración de la competencia técnica de laboratorios de ensayo UNE-EN ISO/IEC 17025.

## DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia que se ha realizado puede esquematizarse en los siguientes puntos:

- Se evaluaron los resultados de una práctica de laboratorio regulada de la licenciatura de Ciencias Químicas.
- Con esta experiencia se concientiza a los alumnos de que sus prácticas de laboratorio se pueden evaluar "como un Ejercicio Interlaboratorio", para verificar que los resultados obtenidos tienen una precisión y exactitud aceptable.
- Los resultados de su práctica se estimaron mediante criterios claros y comparativos con otros laboratorios de prácticas y con una muestra de cerveza como material de referencia. Consideramos que esta práctica es una buena herramienta para que los alumnos acepten las evaluaciones externas como una forma adecuada para conocer si un ensayo en un laboratorio realizado por ellos tiene una precisión y exactitud aceptable.
- Los alumnos al verse reflejados sus datos en comparación con el resto de las universidades participantes aprendieron a conocer las causas de sus errores y como resolverlos.
- Se utilizaron herramientas estadísticas para analizar los resultados. El alumno aprende a seleccionarlas y aplicarlas a un caso concreto.
- Las muestras de cerveza provienen de una organización imparcial e independiente, en este caso de la Universidad de Barcelona. Es importante destacar que las reglas de la actividad son claras.
- Los resultados son evaluados externamente a través de los z scores y el diagrama de cajas. Se reflexiona con los alumnos los resultados obtenidos por ellos.
- A los alumnos se les motiva sabiendo que su trabajo de laboratorio va a ser evaluado de forma anónima por otros profesores diferentes de su centro y que de alguna manera sus resultados reflejan el nivel de su centro en comparación con el resto de las universidades participantes. Se considera que participan en un marco global del conocimiento, pues sus datos y errores son compartidos.
- Las muestras son preparadas por un organismo reconocido por su independencia y seriedad.
- Protocolo a seguir por los participantes. Los alumnos pueden utilizar en sus diferentes centros procedimientos distintos en algunos casos, pero los parámetros determinados son los mismos.

## ***METODOLOGÍA UTILIZADA***

Las muestras de cervezas, material de referencia, especialmente preparadas para este ejercicio interlaboratorio por la Unidad de Materiales de Referencia de la Universidad de Barcelona, que garantiza la calidad de los materiales. Dichas muestras fueron suministradas, a petición y previo pago de cada Departamento participante, en cantidad suficiente para que cada alumno pudiera realizar tres réplicas del parámetro a determinar y así poder realizar de forma correcta el tratamiento estadístico.

*Con los alumnos de 4º de Ciencia Químicas se hizo hincapié en los aspectos metodológicos siguientes:*

- Conservación y almacenamiento de muestra problema y de los materiales de referencia certificados (estabilidad de la muestra)
- Análisis de los materiales dentro de un periodo de tiempo prefijado.
- Realización las determinaciones de etanol el método elegido, con tres réplicas/alumno.
- Elaboración de un informe final con los resultados individuales, incluyendo el valor de los blancos analíticos.
- Suministrar todos los datos de laboratorio y la documentación que se solicite.
- Si los datos de laboratorio parecen ilógicos se investigó y sometió a discusión los posibles fallos.

*Con los alumnos de Control de Calidad se hizo hincapié en los aspectos metodológicos siguientes:*

Evaluación de la competencia técnica de los laboratorios de ensayo a través de:

- Estudio comparativo de la composición del material de referencia certificado y las muestras reales
- Cálculo de los parámetros estadísticos que permiten obtener resultados fiables
- Puntuación de los scores
- Diagrama de cajas
- Expresión del contenido de alcohol en la muestra de cerveza de una forma correcta.

## **RESULTADOS.**

**Alumnos participantes:** En la asignatura Experimentación en Química

Analítica de 4º Curso, 49 alumnos. En la asignatura Control de Calidad 35 alumnos de 4º Curso de Biotecnología.

### **Trabajo realizado en el primer cuatrimestre del Curso 2010-2011.**

En este cuatrimestre se realizó la parte práctica, en el Laboratorio del Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, correspondiente a la asignatura Experimentación en Química Analítica de 4º Curso. Se analizaron las muestras de acuerdo a la metodología propuesta y se enviaron a la entidad organizadora los informes de los alumnos, junto la metodología empleada y las posibles incidencias observadas durante el trabajo, que ha llevado a cabo con los estudiantes a lo largo de tres meses. Se comenta con los estudiantes de Experimentación en Química Analítica estos resultados, extrayendo las conclusiones más importantes del trabajo realizado. Teniendo en cuenta el siguiente protocolo:

#### *Muestras a analizar*

Muestras de cerveza, materiales de referencia, especialmente preparadas para este Ejercicio de Intercomparación por Mat Control (Laboratorio de Preparación de materiales de referencia de la Universidad de Barcelona). El valor de referencia es establecido por el Comité Organizador. Las muestras fueron conservadas a 4°C desde su recepción y abiertas en el momento de realizar los correspondientes análisis.

#### *Reactivos*

Etanol material de referencia certificado (5% Alcohol by Volume). LGC ERM-AC404e, Cerveza material de referencia certificado (4.75 Alcohol by Volume) LGC ERM5005, Alcohol Deshidrogenasa de *Saccaromices cerevisiae* (SIGMA), NAD, (ROCHE), Tampón pirofosfato de pH 8.7, disolución normalizada de NaOH 0.100 M.

#### *Parámetros a analizar*

Parámetros: % de etanol; acidez (ácido láctico).

#### *Métodos de análisis*

% de etanol:

Determinación enzimática, utilizando la enzima alcohol deshidrogenasa (ADH) y la técnica de Análisis por Inyección en Flujo.

Grado de acidez:

Métodos oficiales de análisis del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

## **Trabajo realizado en el segundo cuatrimestre del Curso 2010-2011.**

En este periodo se evaluaron los resultados por parte de los alumnos de la asignatura Control de Calidad.

La evaluación de los resultados implica establecer parámetros adecuados para valorar los datos de los alumnos participantes en función de los criterios utilizados para establecer  $\mu$  (media) y  $\sigma$  (desviación estándar). Los modelos de precisión de Horwitz se utilizan en diferentes ensayos de aptitud para establecer la desviación estándar utilizada para valoración de los *z-scores* con el fin de comprobar el grado de confianza en el valor asignado (satisfactorio / cuestionable) y descubrir los datos que se apartan del valor más probable del parámetro analizado (“Proficiency Testing”)

Los resultados se interpretan por cada uno de los parámetros analizados a lo largo del año 2010-2011 y se compara con los resultados del año 2009-2010, a la vista de los diagrama de cajas y de los gráficos de scores.

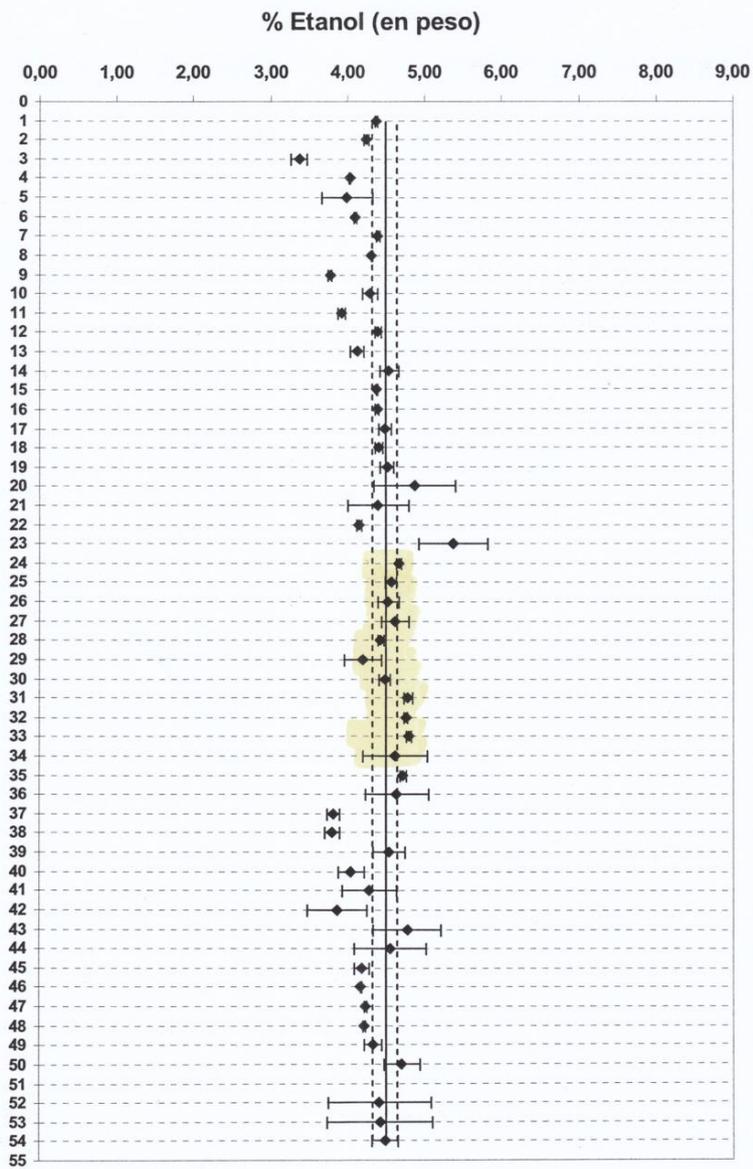
Las tablas y gráficos que se muestran a continuación corresponden a los resultados obtenidos en los diferentes parámetros reseñados. Se muestran conjuntamente con los obtenidos por el resto de las Universidades participantes en el Ejercicio de Intercomparación.



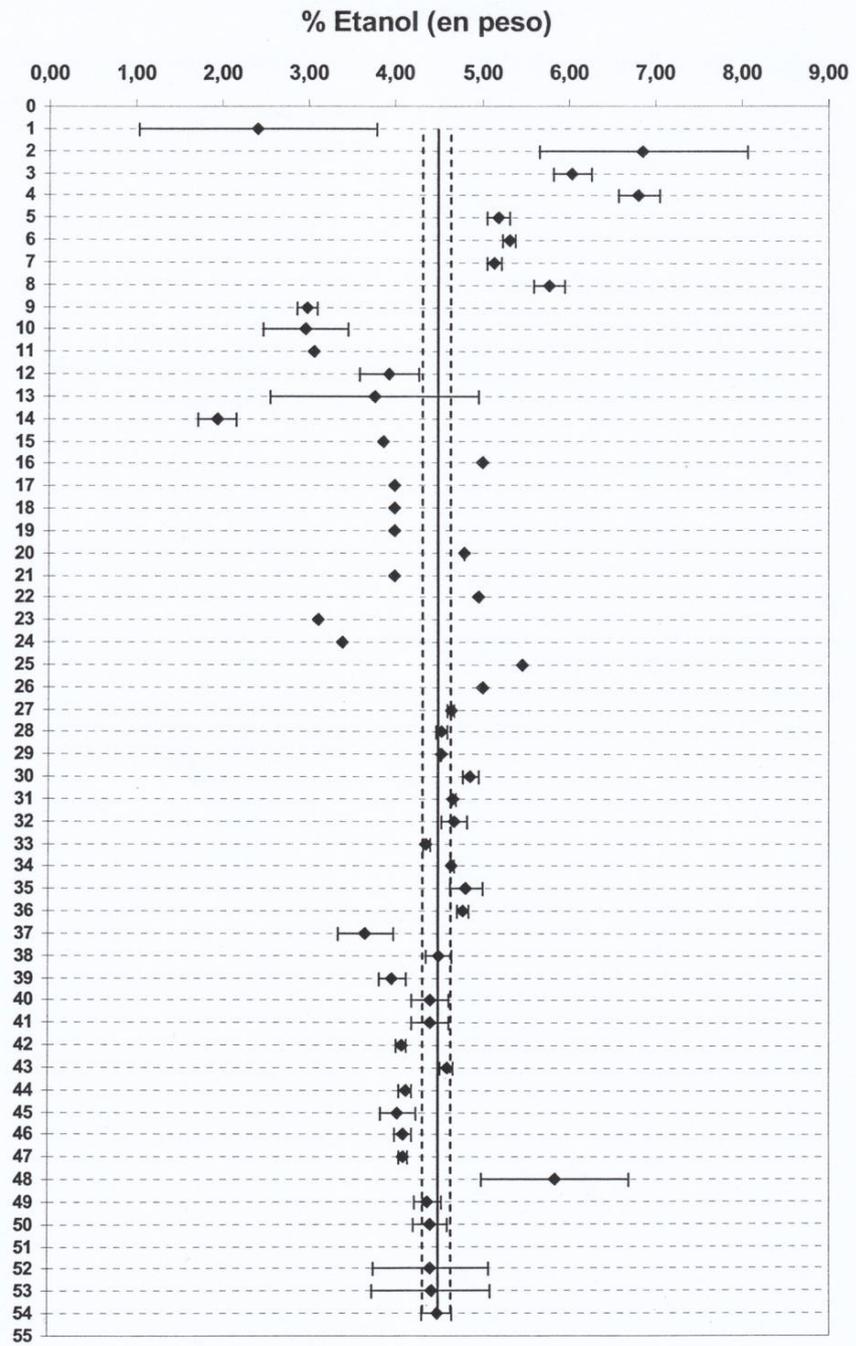
Tabla 4.1. Tratamiento estadístico para el contenido en etanol (% en peso)

Código	Código gráfico	Técnica	Repl.1	Repl.2	Repl.3	Repl.4	Repl.5	Media	Desv.std.	% RSD
A10011	1_gf1	CG-TCD	4,35	4,39	4,37			4,37	0,02	0,5
A10012a	2_gf1	CG-TCD	4,26	4,25	4,20			4,24	0,03	0,8
A10012a	3_gf1	CG-TCD	3,25	3,43	3,43			3,37	0,10	3,1
A10012b	4_gf1	CG-TCD	4,02	4,02	4,04			4,03	0,01	0,3
A10012b	5_gf1	CG-TCD	4,36	3,87	3,75			3,99	0,32	8,1
A10012c	6_gf1	CG-TCD	4,11	4,1	4,09			4,10	0,01	0,2
A10013a	7_gf1	CG-TCD	4,36	4,40	4,41			4,39	0,03	0,6
A10013b	8_gf1	CG-TCD	4,31	4,32	4,30			4,31	0,01	0,2
A10012	9_gf1	CG-TCD	3,77	3,79	3,75			3,77	0,02	0,5
A10014a	10_gf1	CG-TCD	4,18	4,33	4,35			4,29	0,09	2,2
A10014b	11_gf1	CG-TCD	3,93	3,86	3,96			3,92	0,05	1,3
A10021	12_gf1	CG-TCD	4,41	4,35	4,42			4,39	0,04	0,9
A10021a	13_gf1	CG-TCD	4,23	4,16	4,03	4,07		4,12	0,09	2,2
A10021b	14_gf1	CG-TCD	4,70	4,53	4,43	4,50		4,54	0,11	2,5
A10022	15_gf1	CG-TCD	4,39	4,37	4,37			4,38	0,01	0,3
A10022	16_gf1	CG-TCD	4,37	4,41	4,36			4,38	0,03	0,6
A10023a	17_gf1	CG-TCD	4,49	4,39	4,55			4,48	0,08	1,8
A10023b	18_gf1	CG-TCD	4,38	4,45	4,36			4,40	0,05	1,1
A10031	19_gf1	CG-TCD	4,49	4,43	4,61			4,51	0,09	2,0
A10033	20_gf1	CG-TCD	5,08	5,27	4,27			4,87	0,53	10,9
A10033a	21_gf1	CG-TCD	4,67	4,11				4,39	0,40	9,0
A10034a	22_gf1	CG-TCD	4,11	4,18	4,16			4,15	0,04	0,9
A10034b	23_gf1	CG-TCD	5,78	4,89	5,45			5,37	0,45	8,4
A10041	24_gf1	ENZ. FOT.	4,69	4,63	4,67			4,66	0,03	0,7
A10042	25_gf1	ENZ. FOT.	4,56	4,54	4,66	4,49		4,56	0,07	1,6
A10043	26_gf1	ENZ. FOT.	4,40	4,67	4,50			4,52	0,14	3,0
A10044	27_gf1	ENZ. FOT.	4,41	4,73	4,70			4,61	0,18	3,8
A10051	28_gf1	ENZ. FOT.	4,45	4,45	4,49	4,40		4,43	0,04	0,8
A10053	29_gf1	ENZ. FOT.	3,94	4,11	4,52	4,19		4,19	0,24	5,8
A10054	30_gf1	ENZ. FOT.	4,41	4,58	4,45	4,48		4,48	0,07	1,6
A10061	31_gf1	ENZ. FOT.	4,72	4,83	4,78			4,78	0,06	1,2
A10062	32_gf1	ENZ. FOT.	4,77	4,73	4,75			4,75	0,02	0,4
A10063	33_gf1	ENZ. FOT.	4,76	4,83	4,79			4,79	0,04	0,7
A10064	34_gf1	ENZ. FOT.	4,14	4,93	4,76			4,61	0,42	9,0
A10081	35_gf1	CG-FID	4,75	4,68	4,72			4,72	0,04	0,7
A10082	36_gf1	CG-FID	4,22	4,64	5,04			4,63	0,41	8,8
A10083	37_gf1	CG-FID	3,75	3,9	3,79			3,81	0,08	2,0
A10084	38_gf1	CG-FID	3,81	3,68	3,88			3,79	0,10	2,7
A10081a	39_gf1	CG-FID	4,70	4,60	4,30			4,53	0,21	4,6
A10081b	40_gf1	CG-FID	4,19	4,11	3,80	4,05		4,04	0,17	4,2
A10082a	41_gf1	CG-FID	4,10	4,10	4,10	4,80		4,28	0,35	8,2
A10082b	42_gf1	CG-FID	3,68	3,61	3,71	4,43		3,86	0,38	9,9
A10083	43_gf1	CG-FID	4,74	5,22	4,34			4,77	0,44	9,2
A10084	44_gf1	CG-FID	4,45	5,06	4,14			4,55	0,47	10,3
A10101	45_gf1	MET. OF	4,23	4,23	4,06			4,17	0,10	2,4
A10102	46_gf1	MET. OF	4,16	4,18	4,25			4,17	0,01	0,3
A10103	47_gf1	MET. OF	4,22	4,25	4,21			4,23	0,02	0,5
A10104	48_gf1	MET. OF	4,20	4,21	4,23			4,21	0,02	0,4
A10113	49_gf1	MET. OF	4,20	4,41	4,43	4,27		4,33	0,11	2,6
A10114	50_gf1	MET. OF	4,92	4,46	4,71			4,70	0,23	4,9
	52_gf1/52_gf2							4,38	0,71	16,2
	53_gf1/53_gf2							4,39	0,72	16,4
	54_gf1/54_gf2							4,48	0,17	3,79
								<b>Media de las medidas</b>		
								<b>Media de las medias</b>		
								<b>Valor de referencia</b>		





**Figura 1.1. Datos de la determinación de etanol en cerveza**



**Figura 1.2. Datos de la determinación de etanol en cerveza**

Tabla 5. Tratamiento estadístico para la acidez total (% ácido láctico)

Código	Código gráfico	Repl.1	Repl.2	Repl.3	Repl.4	Media	Desv.std.	% RSD
A10041	1	0,202				0,202		
A10042	2	0,202	0,202			0,202	0,000	0,00
A10043	3	0,186	0,194	0,204		0,195	0,009	4,63
A10044	4	0,200	0,200			0,200	0,000	0,00
A10051	5	0,200	0,210	0,194		0,201	0,008	4,01
A10053	6	0,200	0,210	0,190		0,200	0,010	5,00
A10054	7	0,210	0,190	0,190		0,197	0,012	5,87
A10061	8	0,200	0,210	0,190		0,200	0,010	5,00
A10062	9	0,193	0,193			0,193	0,000	0,00
A10063	10	0,200	0,210	0,194		0,201	0,008	4,01
A10064	11	0,190	0,190	0,210		0,197	0,012	5,87
A10072a	12	0,354	0,317			0,336	0,026	7,80
A10072b	13	0,277	0,283	0,254		0,271	0,015	5,64
A10072c	14	0,242	0,223			0,233	0,013	5,78
A10072d	15	0,252	0,243			0,248	0,006	2,57
A10073a	16	0,231	0,212	0,211		0,218	0,011	5,17
A10073b	17	0,175	0,197			0,186	0,016	8,36
A10073c	18	0,264	0,246	0,281		0,264	0,018	6,64
A10073d	19	0,211	0,214			0,213	0,002	1,00
A10073e	20	0,211	0,200	0,212		0,208	0,007	3,21
A10074a	21	0,232	0,223	0,201		0,219	0,016	7,29
A10074b	22	0,200	0,210	0,194		0,201	0,008	4,01
A10074c	23	0,216	0,220	0,208		0,215	0,006	2,85
A10074d	24	0,224	0,211	0,202		0,212	0,011	5,21
A10074e	25	0,211	0,251			0,231	0,028	12,24
A10079a	26	0,258	0,258	0,250		0,255	0,005	1,81
A10079b	27	0,186	0,194	0,204		0,195	0,009	4,63
A10079c	28	0,231	0,243			0,237	0,008	3,58
A10079d	29	0,232				0,232		
A10081	30	0,186	0,186	0,183		0,185	0,002	0,94
A10082	31	0,169	0,165	0,165		0,161	0,002	1,62
A10083	32	0,154	0,151	0,148	0,151	0,160	0,001	0,36
A10084	33	0,161	0,160	0,160		0,160	0,001	0,36
A10081	34	0,200	0,200			0,200	0,000	0,00
A10082	35	0,240	0,220	0,230	0,230	0,230	0,008	3,55
A10083	36	0,260	0,270	0,230	0,260	0,253	0,017	6,84
A10084	37	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,000	0,00
A10101	38	0,210	0,190	0,190		0,197	0,012	5,87
A10102	39	0,200	0,210	0,190		0,200	0,010	5,00
A10103	40	0,220	0,200	0,190		0,203	0,015	7,51
A10104	41	0,200	0,210	0,190		0,200	0,010	5,00
A10113	42	0,175	0,174	0,174	0,173	0,174	0,001	0,47
A10114	43	0,172	0,178	0,175		0,175	0,003	1,71
A10143	44	0,183	0,179	0,177		0,180	0,003	1,70
A10151	45	0,171	0,177	0,172		0,173	0,003	1,85
A10152	46	0,172	0,175	0,169		0,172	0,003	1,74
A10153	47	0,171	0,174	0,173		0,173	0,002	0,88
A10154	48	0,170	0,170	0,171		0,170	0,001	0,34
		<b>Media de las medidas</b>				0,202	0,036	17,7
		<b>Media de las medias</b>				0,202	0,036	17,6
		<b>Valor de referencia</b>				0,198	0,037	18,7

Tabla 6.1. Tratamiento estadístico para el pH

Código	Código gráfico	Repl.1	Repl.2	Repl.3	Repl.4	Repl.5	Media	Desv.std.	% RSD
A10041	1_gf1	3,94	3,99				3,97	0,04	0,89
A10042	2_gf1	3,94					3,94		
A10043	3_gf1	4,2	4,2				4,20	0,00	0,00
A10044	4_gf1	4,29	4,2				4,25	0,06	1,50
A10051	5_gf1	4,2	4,11				4,16	0,06	1,53
A10053	6_gf1	4,08	4,05				4,07	0,02	0,52
A10054	7_gf1	4,24	4,19				4,22	0,04	0,84
A10061	8_gf1	4,03	4,06				4,05	0,02	0,52
A10062	9_gf1	4,03	3,94				3,99	0,06	1,60
A10063	10_gf1	4,01	4,06				4,04	0,04	0,88
A10064	11_gf1	3,95	3,99				3,97	0,03	0,71
A10072a	12_gf1	4,08	4,08				4,08	0,00	0,00
A10072b	13_gf1	4,06	4,06	4,06			4,06	0,00	0,00
A10072c	14_gf1	4,08	4,08				4,08	0,00	0,00
A10072d	15_gf1	4,04	4,04				4,04	0,00	0,00
A10073a	16_gf1	4,07	4,07	4,07			4,07	0,00	0,00
A10073b	17_gf1	4,06	4,05				4,06	0,01	0,17
A10073c	18_gf1	4,08	4,06	4,07			4,07	0,01	0,25
A10073d	19_gf1	4,14	4,11				4,13	0,02	0,51
A10073e	20_gf1	4,10	4,08	4,09			4,09	0,01	0,24
A10074a	21_gf1	4,08	3,98	4,13			4,06	0,08	1,88
A10074b	22_gf1	4,11	4,12	4,11			4,11	0,01	0,14
A10074c	23_gf1	4,07	4,07	4,07			4,07	0,00	0,00
A10074d	24_gf1	4,04	4,04	4,04			4,04	0,00	0,00
A10074e	25_gf1	4,15	4,15				4,15	0,00	0,00
A10079a	26_gf1	4,10	4,10	4,11			4,10	0,01	0,1
A10079b	27_gf1	4,08	4,08	4,08			4,08	0,00	0,00
A10079c	28_gf1	4,07	4,07				4,07	0,00	0,0
A10081	29_gf1	4,23	4,23	4,23			4,23	0,00	0,00
A10082	30_gf1	4,21	4,20	4,20			4,31	0,01	0,27
A10083	31_gf1	4,30	4,32	4,32	4,30		4,24	0,01	0,27
A10084	32_gf1	4,25	4,23	4,23			4,24	0,01	0,27
A10081	33_gf1	4,00	4,00	4,20			4,07	0,12	2,84
A10082	34_gf1	4,00	4,10	4,00	4,00		4,03	0,05	1,24
A10083	35_gf1	4,43					4,43		
A10084	36_gf1	4,07	4,05	4,05	4,06		4,06	0,01	0,24
A10101	37_gf1	4,09	3,92	4,14			4,05	0,12	2,85
A10102	38_gf1	4,11	4,02	4,11			4,08	0,05	1,27
A10103	39_gf1	4,05	4,07	4,14			4,09	0,05	1,16
A10104	40_gf1	4,09	4,08	3,99			4,05	0,06	1,36
	42_gf1/27_gf2			<b>Media de las medidas</b>			4,10	0,09	2,28
	43_gf1/28_gf2			<b>Media de las medias</b>			4,10	0,10	2,33
	42_gf1/27_gf4			<b>Valor de referencia</b>			4,09	0,08	1,96

Tabla 6.2. Tratamiento estadístico para el pH

Código	Código gráfico	Repl.1	Repl.2	Repl.3	Repl.4	Repl.5	Media	Desv.std.	% RSD
A10113	1_gf2	4,19	4,19	4,18	4,18		4,19	0,01	0,14
A10114	2_gf2	4,41	4,13	4,14			4,23	0,16	3,76
A101413	3_gf2	4,01	4,10	4,03			4,05	0,05	1,17
A10151	4_gf2	4,00	3,98	4,00			3,99	0,01	0,29
A10152	5_gf2	4,00	4,00	4,00			4,00	0,00	0,00
A10153	6_gf2	4,11	4,11	4,11			4,11	0,00	0,00
A10154	7_gf2	4,11	4,11	4,11			4,11	0,00	0,00
A10161a	8_gf2	4,19	4,18				4,19	0,01	0,17
A10161b	9_gf2	4,18	4,17	4,17			4,17	0,01	0,14
A10161c	10_gf2	4,16					4,16		
A10161d	11_gf2	4,17	4,17				4,17	0,00	0,00
A10161e	12_gf2	4,18	4,19	4,18	4,18	4,80	4,31	0,28	6,41
A10161f	13_gf2	4,20	4,20	4,20			4,20	0,00	0,00
A10161g	14_gf2	4,19					4,19		
A10161h	15_gf2	4,11					4,11		
A10161i	16_gf2	4,04					4,04		
A10161j	17_gf2	4,11					4,11		
A10161k	18_gf2	4,05					4,05		
A10161l	19_gf2	4,10	4,10				4,10	0,00	0,00
A10161m	20_gf2	4,09					4,09		
A10161n	21_gf2	4,10					4,10		
A10161o	22_gf2	4,09					4,09		
A10161p	23_gf2	4,09					4,09		
A10191a	24_gf2	4,09					4,09		
A10191b	25_gf2	4,18					4,18		
	42_gf1/27_gf2			<b>Media de las medidas</b>			4,10	0,09	2,28
	43_gf1/28_gf2			<b>Media de las medias</b>			4,10	0,10	2,33
	42_gf1/27_gf4			<b>Valor de referencia</b>			4,09	0,08	1,96

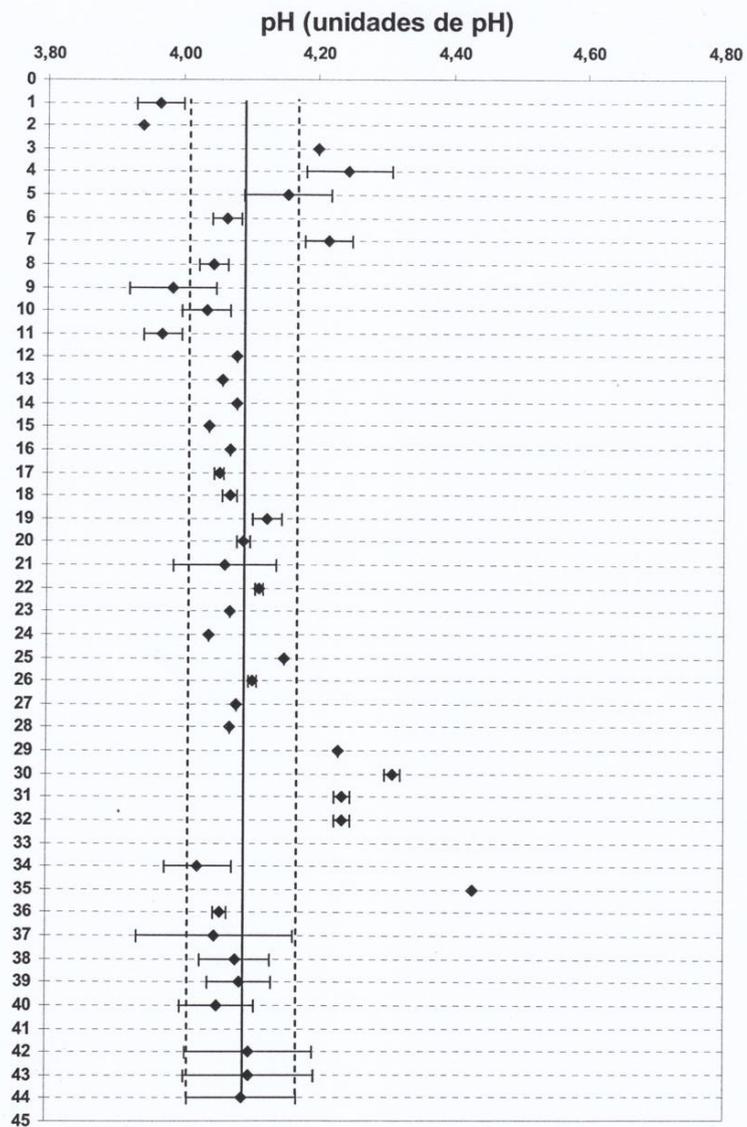


Figura 3.1. Datos de la determinación de pH en cerveza

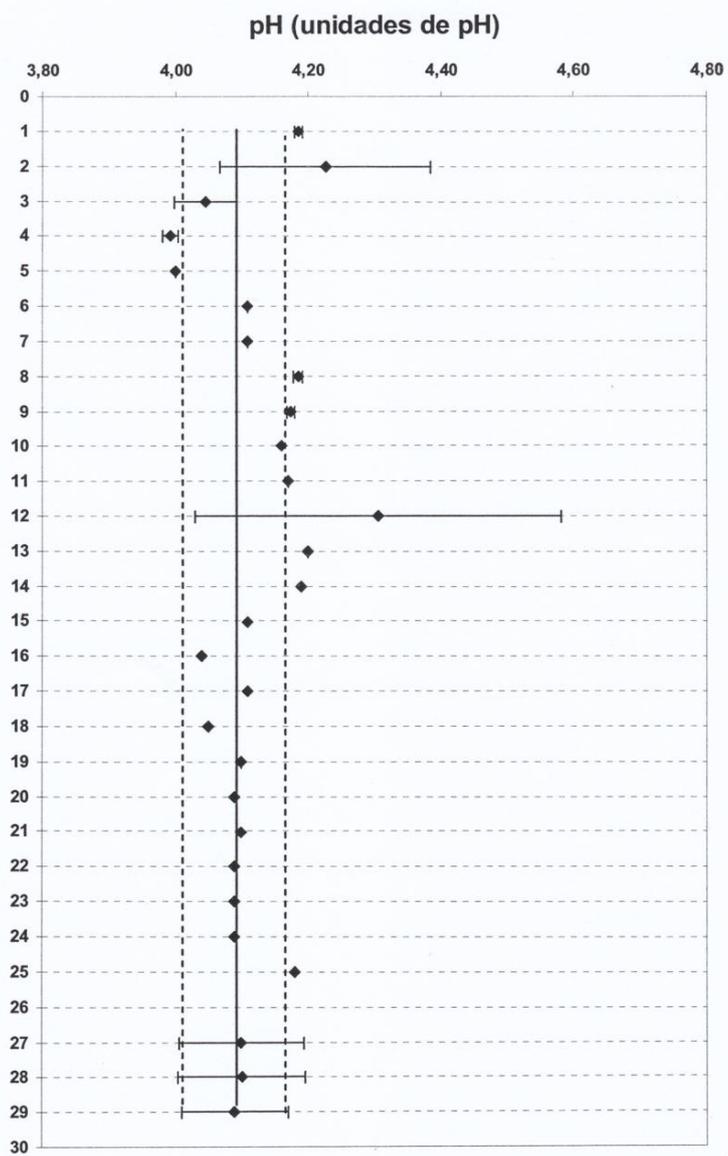


Figura 3.2. Datos de la determinación de pH en cerveza

## **CONCLUSIONES**

Los resultados del Proyecto Docente que se ha realizado han sido beneficiosos para todos y cada uno de los alumnos implicados; les hizo sentir que trabajan en un marco mas global del conocimiento y se profundizó en el concepto del rigor en el trabajo de Laboratorio, lo que les puso en una mayor disposición para realizar un trabajo profesional adecuado en el futuro, objetivos todos ellos marcados en el Espacio Europeo de Educación Superior.