

Memoria Académica de Ejecución

PROYECTO DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE

**LA CALIDAD EN LOS LABORATORIOS UNIVERSITARIOS.
IMPACTO DE LA CAPACITACIÓN DE ALUMNOS DE ACUERDO A
LA NORMA ISO 17025**

CONVOCATORIA DE AYUDAS
PROYECTOS DE INNOVACION Y MEJORA DOCENTE
Curso 2014-2015

**María Jesús Almendral Parra
María Inmaculada González Martín**

Salamanca, 25 de Junio de 2015

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La Norma ISO/IEC 17025 contiene todos los requisitos que debe cumplir un laboratorio de ensayo si desea demostrar que:

- ✓ Posee un sistema de calidad
- ✓ Es técnicamente competente
- ✓ Es capaz de generar resultados técnicamente válidos

Lo que se ha abordado en este proyecto es que la norma 17025 sirva de base para la implantación de sistemas de calidad en áreas universitarias y en concreto en la gestión de calidad de los laboratorios de Química Analítica con alumnos de 3º del Grado de Ciencias Químicas en la asignatura de Experimentación en Química Analítica.

Para conseguirlo, se ha trabajado en 3 aspectos fundamentales:

- ✓ Adiestramiento de los alumnos en el laboratorio de prácticas para que se comporten como en un laboratorio de ensayo. Esto ha implicado que adquieran la competencia técnica como personal de trabajo en un laboratorio de química con requisitos regulados por normas ISO.
- ✓ Coseguir que los alumnos puedan comprobar que los resultados de las prácticas de laboratorio de Química Analítica dan lugar a valores confiables y exactos
- ✓ Evaluar los resultados de sus prácticas mediante un organismo externo e independiente, como si fueran valorados por clientes (usuarios) del laboratorio. Además deberán capacitarse para identificar los resultados no conformes.

Los alumnos han comprendido que la calidad de los resultados analíticos en el laboratorio afecta a su capacitación, al aumento de su responsabilidad y al compromiso ante la implementación, de ahí la importancia de tener medidas fiables y exactas en diferentes tipos de muestras de naturaleza física, química y biológica. Es importante por tanto preparar a nuestros estudiantes para la realización de análisis con garantía de calidad, ya que sirven de base para elaborar informes que impliquen la toma posterior de decisiones relacionadas con la sociedad, la economía, juicios, comercio, etc.

ACTIVIDADES (descripción, metodología de trabajo, recursos a emplear, organización de tareas, calendario previsto, etc.).

Descripción de actividades

Comienza el trabajo con los alumnos de la asignatura Experimentación en Química Analítica, que realizaron el trabajo experimental, a lo largo del Segundo Cuatrimestre, en el laboratorio de prácticas. Divididos en grupos pequeños, analizaron las diferentes

muestras de cerveza desconocidas suministradas de forma anónima por la Universidad responsable del ejercicio. Los profesores de este proyecto del Departamento de Química Analítica de la Universidad de Salamanca aceptaron participar en un grupo de trabajo en común con 20 Universidades Españolas, para realizar una misma práctica de Laboratorio con los estudiantes del Área de Química Analítica, como si fueran un Laboratorio de Ensayo (de acuerdo con la Norma ISO 17025) . Los resultados finales obtenidos por Universidades participantes fueron suministrados al Comité Organizador de la experiencia, que los evaluó.

Los alumnos de Control de Calidad de Biotecnología valoran los resultados de sus compañeros desde otra perspectiva, aplicando tratamientos estadísticos y considerando los resultados de acuerdo a los requerimientos de la norma que concierne a la Evaluación de Competencias Técnicas de Ensayos Interlaboratorio (UNE-EN ISO/IEC 17025).

Metodología de trabajo:

✓ *Los alumnos de Experimentación en Química Analítica de 3º Curso de Grado en Química realizaron el trabajo siguiente:*

- Determinaciones de etanol, pH y grado de acidez por el método químico elegido.
- Medida de los conocimientos adquiridos para evaluar las habilidades y competencias.
- Realización de informes de ensayo y documentación de los datos obtenidos en el laboratorio, para entregar a un posible cliente.
- Conocimiento de los resultados no conformes y análisis de las posibles causas.

✓ *Con los alumnos de Control de Calidad de Biotecnología (4º Curso de Grado).*

A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio de 3º de Ciencias Químicas, los alumnos de la asignatura de Control de Calidad de Biotecnología valoraron la competencia técnica de los laboratorios de ensayo a través de herramientas estadísticas:

- Puntuación de los scores (z) (busca los datos anómalos en precisión y los datos que se apartan del valor más probable asignado por los laboratorios, mediante los valores de z , $z = (x_i - \bar{x}) / \sigma$).
- Diagrama de cajas (representa la distribución y la dispersión de una variable, muestra su mediana y sus cuartiles)
- Detección de los resultados anómalos
- Expresión del contenido de los parámetros medidos en la muestra de cerveza de una forma correcta.
- Adquisición de capacidades para interpretar los datos y comparar con el resto de los resultados de los laboratorios participantes.

Organización de Tareas

En el segundo cuatrimestre del Curso 2014-2015 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 3º Curso. Se utilizaron muestras de cerveza desconocidas suministradas por la Universidad de Barcelona y material de referencia certificado (MRC) para asegurar los resultados.

Se analizaron las muestras de acuerdo a la metodología que se propone y se enviaron a la entidad organizadora tres réplicas por alumno junto con un Informe de la Metodología empleada y de las incidencias observadas durante el trabajo, llevado a cabo con los estudiantes a lo largo de tres meses.

La entidad organizadora nos envió un informe con los resultados obtenidos por los alumnos de las distintas Universidades participantes en la experiencia.

Se comentaron estos resultados con los estudiantes de Experimentación en Química Analítica, extrayendo las conclusiones más importantes del trabajo realizado.

Los alumnos de **Control de Calidad de 4º Curso de Grado en Biotecnología** evaluaron el conjunto de datos obtenidos por todos los participantes en el Ejercicio, dentro de la asignatura Control de Calidad.

El calendario de ejecución fue el siguiente:

- *Noviembre de 2014*: Recepción de las muestras adquiridas a la Universidad Organizadora.
- *Febrero a Abril de 2015*: Realización de los análisis por parte de los diferentes grupos de alumnos matriculados en la asignatura Experimentación en Química Analítica de 3º Curso de Grado en Química.
- *Mayo de 2015*: Elaboración de las tablas de resultados obtenidos por los diferentes grupos y envío de estos al Comité Organizador. Envío de los resultados comparados del Comité a las Universidades.
- *Final de Mayo de 2015*: Reunión de trabajo con los alumnos participantes para conocer la bondad de los resultados Evaluación en Control de Calidad. Análisis de fortalezas y debilidades.
- Discusión y evaluación de los resultados por los alumnos de Control de Calidad de la Titulación en Biotecnología, de acuerdo a los requerimientos de la norma que concierne a la Evaluación de Competencias. Técnicas de Ensayos Interlaboratorio (UNE-EN ISO/IEC 17025).

El conjunto de valores obtenidos para los diferentes parámetros y su comparación con los obtenidos por el resto de Universidades participantes se muestran a continuación:

EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN PARA ESTUDIANTES DE QUÍMICA ANALÍTICA INFORME FINAL (Curso académico 2014-2015)

ÍNDICE

1. MUESTRA DE CERVEZA

1.1. Origen de la muestra

1.2. Estudio de homogeneidad y estabilidad

1.3. Establecimiento de los valores de caracterización

1.4. Participantes en el ejercicio de intercomparación

1.5. Pretratamiento de muestra y métodos de análisis utilizados

1.6. Resultados obtenidos por los participantes

1. MUESTRA DE CERVEZA

1.1. Origen de la muestra

Las muestras de cerveza utilizadas en el ejercicio de intercomparación para estudiantes de Química Analítica, pertenecen a lotes de fabricación con la misma fecha de caducidad, y fueron suministrados gentilmente por la empresa San Miguel (Lleida) en mayo de 2014.

Las muestras se etiquetaron con numeración creciente en el Laboratorio de Preparación de Materiales para el Control de Calidad (Mat Control) de la Universitat de Barcelona. El cinco por ciento de las muestras se separaron para llevar a cabo los estudios de homogeneidad y estabilidad, y todas se mantienen a temperatura ambiente.

Las muestras deben almacenarse evitando el contacto directo de la luz solar.

1.2. Estudio de homogeneidad y estabilidad

Los estudios de homogeneidad de la muestra de cerveza se han llevado a cabo en el Departament de Química Analítica de la Universitat de Barcelona.

Los **estudios de homogeneidad** final del material se han llevado a cabo para la determinación del contenido de etanol (% en peso) mediante cromatografía de gases con detector de conductividad térmica. Siguiendo este método, se pesan cantidades de muestra de unos 18 g a los que se añade n-propanol como patrón interno, y se inyecta en el sistema cromatográfico 1 ml de la disolución.

Para el **establecimiento de la variabilidad entre botellas** (*between-bottle*) y dentro de las botellas (*within-bottle*) se han analizado 2 replicados de 7 botellas distintas

seleccionadas al azar entre el total de muestras. El análisis de la varianza (ANOVA) sobre los datos obtenidos indicó que no hay diferencias significativas entre las variaciones obtenidas entre y dentro de las botellas ($F_{cal} = 0.69$; $F_{crítico} = 3.87$; nivel de significación = 0.05) lo cual indica la homogeneidad del material para la cantidad de muestra ensayada.

Para el **estudio de estabilidad** de la muestra de cerveza se han conservado muestras a temperatura controlada de 20 °C desde el momento de su preparación. Se llevarán a cabo los análisis 12 meses después de los resultados de la homogeneidad.

1.3. Establecimiento de los valores de caracterización

Los valores de caracterización para los parámetros determinados en el ejercicio de intercomparación, se establecieron a partir de los análisis llevados a cabo por la Universidad del País Vasco y la Universitat de Barcelona. Cada laboratorio llevó a cabo el análisis al menos por triplicado en tres botellas de muestra diferente utilizando los métodos de análisis establecidos en cada Centro para la determinación del etanol y los Métodos Oficiales de Análisis para la acidez total y el pH. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de caracterización para la muestra de cerveza

Parámetro	Valores
Etanol (%)	5.09 ± 0.27
Acidez total (% ác. láctico)	0.155 ± 0.011
pH	4.28 ± 0.10

1.4. Participantes en el ejercicio de intercomparación

Los centros participantes en el análisis de cerveza se muestran, por orden alfabético, en la Tabla 3 donde se indican también las asinaturas en las que se ha llevado a cabo el ejercicio y una estimación del número de estudiantes que han participado.

1.5. Descripción del pretratamiento de muestra y de los métodos de análisis utilizados

Por lo que respecta al pretratamiento de la muestra, los participantes describen un proceso de desgasificación para la determinación de etanol mediante agitación manual y/o magnética durante 10 min – 6 h. En algunos casos se describe una posterior etapa de filtración a través de papel de filtro.

Las condiciones experimentales y los métodos de calibración utilizados por los distintos Centros para la determinación de etanol se resumen en la Tabla 4 donde se indican también los códigos de las técnicas utilizadas.

1.6. Resultados obtenidos por los participantes

El tratamiento estadístico de los resultados se ha llevado a cabo para cada una de las botellas de muestra identificadas con el código de la etiqueta pequeña de cada uno de los lotes. Las determinaciones llevadas a cabo por distintos grupos de estudiantes sobre una misma botella, se han distinguido añadiendo una letra al código de participación.

En las Tablas 5 – 7 se muestran los resultados facilitados por los participantes para cada uno de los parámetros analizados en la cerveza, ordenados por orden creciente de código (etiqueta pequeña de las botellas). Se indican el promedio, la desviación estándar y la desviación estándar relativa de los datos. Por último se incluyen la media de cada parámetro considerando las medidas individuales, la media de las medias obtenidas por todos los participantes y los valores de referencia establecidos.

Para el caso de la determinación de etanol, el código de las técnicas de análisis utilizadas se incluye también en las tablas de resultados.

Las Figuras 1 – 3 muestran la representación gráfica de los resultados.

Conclusiones

Resultados , Impacto sobre la Docencia y Beneficios de la realización del Proyecto

Entre otros objetivos de la experiencia, se demuestra la competencia técnica de los alumnos al realizar un ensayo de laboratorio determinado y se consigue motivarlos de forma especial en la realización del trabajo bien hecho que los capacita para el futuro trabajo profesional.

Se ha conseguido trasladar a los alumnos la importancia de estrategias experimentales para conseguir precisión y exactitud en el trabajo de laboratorio y las fuentes de error en las condiciones experimentales.

La participación de los alumnos en este tipo de ensayos les ha ayudado a implicarse en el proceso de aprendizaje y adoptar las medidas oportunas para corregir o mejorar sus resultados, mediante una discusión seria de las causas que provocan la aparición de resultados anómalos, como si fueran trabajadores de un Laboratorio acreditado.

Tabla 3. Centros participantes en la determinación de parámetros en la cerveza

CENTRO	CIUDAD	DEPARTAMENTO	TIPO DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	Nº ESTUD.
Ins. Escola del Treball	Barcelona	Química	CFGS Laboratori d'Anàlisi i Control de Qualitat	Análisis instrumental	18
Ins. Narcís Monturiol	Barcelona	--	CFGS Laboratori d'Anàlisi i Control de Qualitat	Proyecto	4
Universidad de Alicante	Alicante	Química Analítica, Nutrición y Bromatología	Grado en Química	Calidad en el laboratorio analítico	12
Universidad de Cádiz	Cádiz	Química Analítica	Grado en Química	Química Analítica Avanzada	8
Universidad de Salamanca	Salamanca	Química Analítica, Nutrición y Bromatología	Grado en Química	Exp. en Química Analítica	50
Universitat de Barcelona	Barcelona	Química Analítica	Grado en Química	Laboratorio de Química Analítica	93

Tabla 4. Resumen de las condiciones y métodos de determinación utilizados en el análisis del contenido de etanol en cerveza

MÉTODO OFICIAL (Código técnica: Met. Oficial)				
FUNDAMENTO	DETERMINACIÓN	Muestra	OBSERV.	
Destilación de la cerveza y medida de la densidad	Picnométrica	100 g – 75 o 100 mL 50 mL		
MÉTODOS ENZIMÁTICOS (Código técnica: ENZ. FOT.)				
FUNDAMENTO	DETERMINACIÓN	CALIBRADO	V muestra	OBSERV.
Reacción entre la coenzima NAD y el EtOH catalizada por ADH (pH = 8.7)	Espectrofotométrica FIA, $\lambda = 340$ nm	Recta de calibrado Patrón: Etanol MRC LGC5404 o cerveza MRC LGC5005	5 mL por réplica. 143 μ l inyección	
MÉT.CROMATOGRÁFICOS: crom. gases detector FID, TCD (Código técnica: CG-FID; CG-TCD)				
TIPO DE COLUMNA	CONDICIONES TRABAJO	CALIBRADO	V muestra	
Relleno. Chromosorb 101	F.m.: He, 30 ml·min ⁻¹ T _{horno} : 130 °C T _{inyector} : 250 °C ; T _{detector} : 270 °C Detector TCD	Método del patrón interno Patrón interno: n-propanol	1 μ l	
OTROS MÉTODOS				
FUNDAMENTO	DETERMINACIÓN	V muestra	OBSERV.	
Volumetría redox con K ₂ Cr ₂ O ₇	Volumétrica (I ₂ \leftrightarrow Na ₂ S ₂ O ₃)	1 mL (1:20 (v/v))	Reacción de una noche a 25-30°C	
Destilación y medida por absorción en IR	Espectrofotometría ATR		Banda C-O	

Tabla 5.1. Tratamiento estadístico para el contenido en etanol (% en peso) en cerveza

Código	Código gráfico	Técnica	Repl.1	Repl.2	Repl.3	Repl.4	Repl.5	Repl.6	Media	Desv.std.	% RSD	
A13151	1_gf1	CG-TCD	4,75	5,08	4,22				4,68	0,43	9,3	
A14011	2_gf1	CG-TCD	4,70	4,67	4,64				4,67	0,03	0,6	
A14012	3_gf1	CG-TCD	4,22	4,07	3,97				4,09	0,13	3,1	
A14013	4_gf1	CG-TCD	4,17	4,36	4,12				4,22	0,13	3,0	
A14021	5_gf1	CG-TCD	4,40	4,10	3,80				4,10	0,30	7,3	
A14022	6_gf1	CG-TCD	4,20	4,10	3,20				3,83	0,55	14	
A14023	7_gf1	CG-TCD	4,20	4,50	3,20				3,97	0,68	17	
A14031a	8_gf1	CG-TCD	4,10	4,26	4,25				4,20	0,09	2,1	
A14031b	9_gf1	CG-TCD	4,38	4,44	4,59				4,47	0,11	2,4	
A14032	10_gf1	CG-TCD	4,08	4,52	4,02				4,21	0,27	6,5	
A14033	11_gf1	CG-TCD	4,33	4,01	4,54				4,29	0,27	6,2	
A14034a	12_gf1	CG-TCD	4,17	4,28	4,27				4,24	0,06	1,4	
A14034b	13_gf1	CG-TCD	4,49	4,32	4,48				4,43	0,10	2,2	
A14051	14_gf1	Met. Oficial	5,44	4,96					5,20	0,34	6,5	
A14052	15_gf1	Met. Oficial	4,26	4,31	4,45				4,34	0,10	2,3	
A14053	16_gf1	Met. Oficial	5,57	5,45					5,51	0,08	1,5	
A14054	17_gf1	Met. Oficial	5,84	5,93					5,89	0,06	1,1	
A14061	18_gf1	Met. Oficial	5,26	5,45					5,36	0,13	2,5	
A14062	19_gf1	Met. Oficial	5,88	5,92					5,90	0,03	0,5	
A14063	20_gf1	Met. Oficial	4,82	5,00					4,91	0,13	2,6	
A14064	21_gf1	Met. Oficial	5,68	5,60					5,64	0,06	1,0	
A14071	22_gf1	ENZ. FOT.	4,77	4,69	4,74	4,69	4,77	4,69	4,73	0,04	0,8	
A14072	23_gf1	ENZ. FOT.	4,72	4,69	4,87	4,89	4,48		4,73	0,17	3,5	
A14073	24_gf1	ENZ. FOT.	4,76	4,62	4,40	4,64			4,61	0,15	3,3	
A14074	25_gf1	ENZ. FOT.	4,60	4,24	4,76	4,22	4,60	4,63	4,51	0,22	5,0	
A14081	26_gf1	ENZ. FOT.	4,52	4,84	4,68				4,68	0,16	3,4	
A14082	27_gf1	ENZ. FOT.	4,75	4,50	4,53	4,65			4,61	0,12	2,5	
A14083	28_gf1	ENZ. FOT.	4,20	4,65	4,42	4,50			4,44	0,19	4,2	
A14084	29_gf1	ENZ. FOT.	4,63	4,65	4,63	4,51	4,58		4,60	0,06	1,2	
A14091	30_gf1	ENZ. FOT.	4,72	4,12	4,10				4,31	0,35	8,2	
A14092	31_gf1	ENZ. FOT.	4,49	4,45	4,47				4,47	0,02	0,4	
A14093	32_gf1	ENZ. FOT.	4,51	4,39	4,55	4,50			4,49	0,07	1,5	
A14094	33_gf1	ENZ. FOT.	4,60	4,61	4,57				4,59	0,02	0,5	
A14112	34_gf1	DESTIL.-IR	4,29	4,22	4,27				4,26	0,04	0,8	
A14113	35_gf1	DESTIL.-IR	4,21	4,20	4,24				4,22	0,02	0,5	
A14114	36_gf1	DESTIL.-IR	4,21	4,18	4,24				4,21	0,03	0,7	
A14121	37_gf1	Met. Oficial	4,97	6,57	5,57				5,70	0,81	14	
A14122	38_gf1	Met. Oficial	5,20	5,51	5,27				5,33	0,16	3,1	
A14123	39_gf1	Met. Oficial	5,46	4,10	4,69				4,75	0,68	14	
A14124	40_gf1	Met. Oficial	4,81	4,14	4,60				4,52	0,34	7,6	
	42_gf1/40_gf2								Media de las medidas	4,42	0,50	11
	43_gf1/41_gf2								Media de las medidas	4,44	0,50	11
	44_gf1/42_gf2								Valor de caracterización	5,09	0,27	5,3

Tabla 5.2. Tratamiento estadístico para el contenido en etanol (% en peso) en cerveza

Código	Código gráfico	Técnica	Repl.1	Repl.2	Repl.3	Repl.4	Repl.5	Repl.6	Media	Desv.std.	% RSD	
A14131a	1_gf2	Met. Oficial	3,98	3,82	3,76				3,85	0,11	3,0	
A14131b	2_gf2	Vol. Redox	3,60	3,67	3,46	3,32			3,51	0,16	4,4	
A14132	3_gf2	Met. Oficial	4,73	4,12	4,64				4,50	0,33	7,3	
A14133	4_gf2	Met. Oficial	4,70	5,59	4,90				5,06	0,46	9,2	
A14134	5_gf2	Met. Oficial	4,53	4,22	4,56				4,44	0,19	4,2	
A14151	6_gf2	CG-TCD	4,40	4,29	4,51				4,40	0,11	2,5	
A14152	7_gf2	CG-TCD	4,72	4,56	4,52				4,60	0,11	2,3	
A14153	8_gf2	CG-TCD	3,88	3,86	3,89				3,88	0,02	0,4	
A14154	9_gf2	CG-TCD	4,43	4,37	4,32				4,37	0,05	1,2	
A14161a	10_gf2	CG-TCD	3,90	4,50	4,30				4,23	0,31	7,2	
A14161b	11_gf2	CG-TCD	4,10	4,20	4,70				4,33	0,32	7,4	
A14162a	12_gf2	CG-TCD	4,12	4,12	4,08				4,11	0,02	0,6	
A14162b	13_gf2	CG-TCD	3,90	3,80	3,80				3,83	0,06	1,5	
A14163a	14_gf2	CG-TCD	4,42	4,46	4,59				4,49	0,09	2,0	
A14163b	15_gf2	CG-TCD	4,19	3,79	4,59				4,19	0,40	9,5	
A14164a	16_gf2	CG-TCD	4,01	3,70	4,07				3,93	0,20	5,1	
A14164b	17_gf2	CG-TCD	3,78	3,78	3,69				3,75	0,05	1,4	
A14171a	18_gf2	CG-TCD	4,43	4,43	4,47				4,44	0,02	0,5	
A14171b	19_gf2	CG-TCD	4,72	4,69	4,47				4,63	0,14	3,0	
A14172a	20_gf2	CG-TCD	4,30	4,30	5,00				4,53	0,40	8,9	
A14172b	21_gf2	CG-TCD	4,17	4,16	4,14				4,16	0,02	0,4	
A14173a	22_gf2	CG-TCD	4,02	4,05	4,02				4,03	0,02	0,4	
A14173b	23_gf2	CG-TCD	4,10	4,30	4,20				4,20	0,10	2,4	
A14174a	24_gf2	CG-TCD	4,32	4,43	3,08				3,94	0,75	19	
A14174b	25_gf2	CG-TCD	4,50	4,10	4,30				4,30	0,20	4,7	
A14181a	26_gf2	CG-TCD	4,45	4,42	4,32				4,40	0,07	1,5	
A14181b	27_gf2	CG-TCD	4,36	4,31	4,29				4,32	0,04	0,8	
A14182a	28_gf2	CG-TCD	3,53	3,63	3,53				3,56	0,06	1,6	
A14182b	29_gf2	CG-TCD	4,23	4,24	4,17				4,21	0,04	0,9	
A14183a	30_gf2	CG-TCD	4,39	4,37	4,39				4,38	0,01	0,3	
A14183b	31_gf2	CG-TCD	4,53	4,47	4,45				4,48	0,04	0,9	
A14191a	32_gf2	CG-TCD	4,44	4,39	4,36				4,40	0,04	0,9	
A14191b	33_gf2	CG-TCD	4,91	4,32	4,64				4,62	0,30	6,4	
A14192a	34_gf2	CG-TCD	4,56	4,59	3,81				4,32	0,44	10	
A14192b	35_gf2	CG-TCD	4,76	4,25	4,31				4,44	0,28	6,3	
A14192c	36_gf2	CG-TCD	3,17	3,57					3,37	0,28	8,4	
A14194a	37_gf2	CG-TCD	4,37	4,34	4,33				4,35	0,02	0,5	
A14194b	38_gf2	CG-TCD	3,64	3,58	3,60				3,61	0,03	0,8	
	42_gf1/40_gf2								Media de las medidas	4,42	0,50	11
	43_gf1/41_gf2								Media de las medias	4,45	0,51	11
	44_gf1/42_gf2								Valor de caracterización	5,09	0,27	5,3

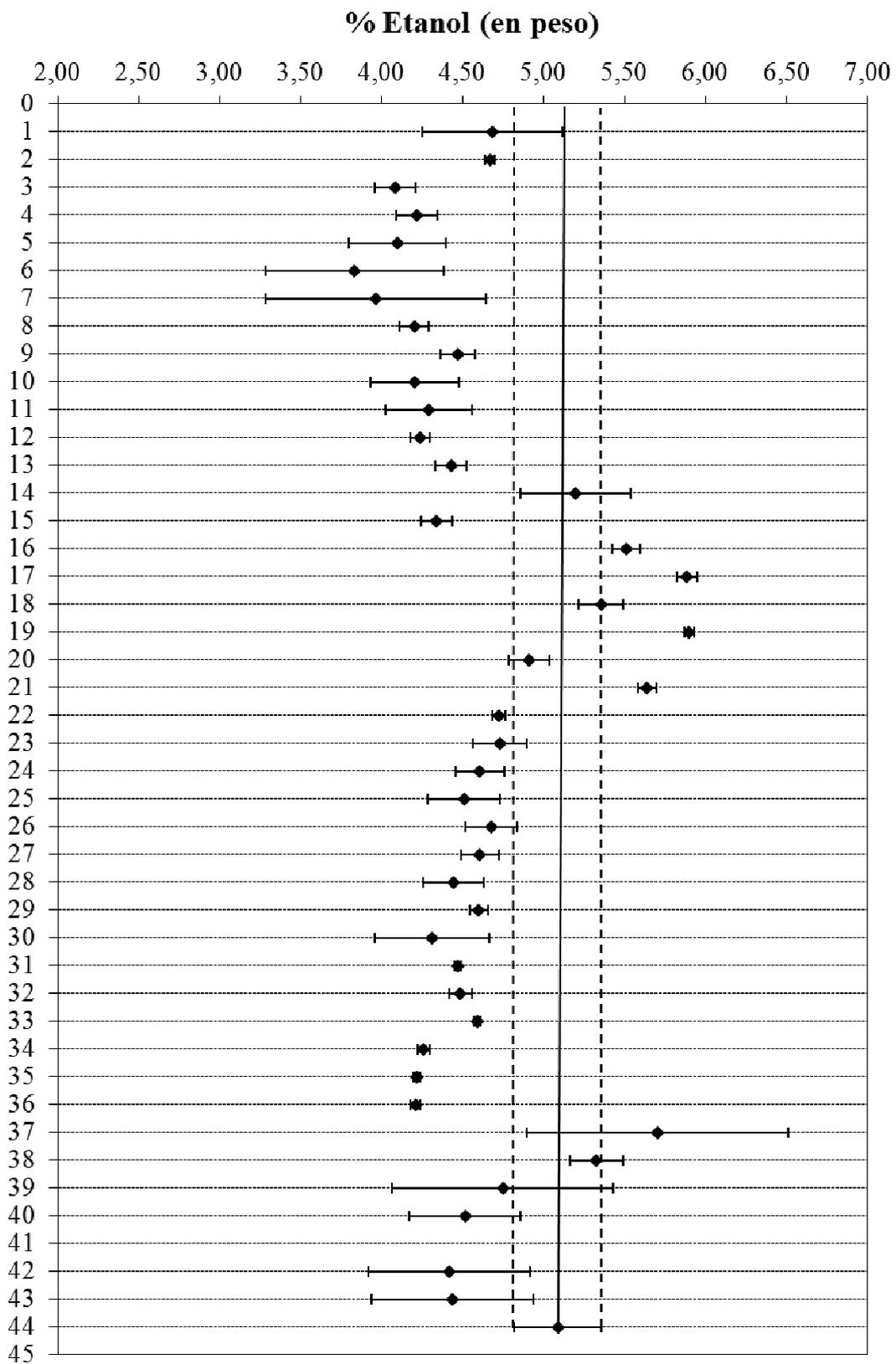


Figura 1.1. Datos de la determinación de etanol en cerveza (gf1)

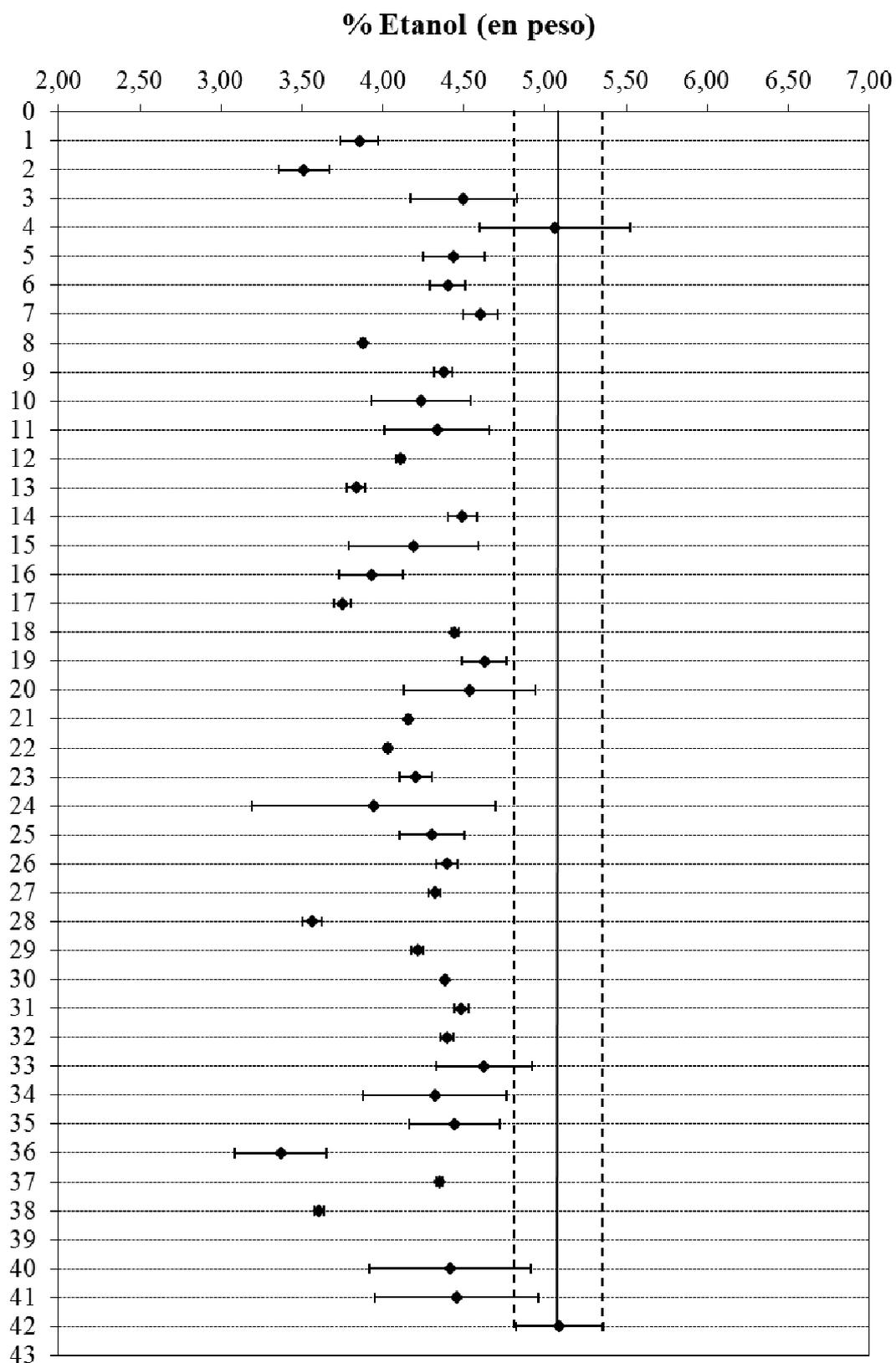


Figura 1.2. Datos de la determinación de etanol en cerveza (gf2)

Tabla 6. Tratamiento estadístico para la acidez total (% ácido láctico) en cerveza

Código	Código gráfico	Repl.1	Repl.2	Repl.3	Repl.4	Media	Desv.std.	% RSD
A14051	1	0,156	0,157			0,156	0,001	0,86
A14052	2	0,170	0,162			0,166	0,006	3,50
A14053	3	0,160	0,160			0,160	0,000	0,00
A14054	4	0,152	0,152			0,152	0,000	0,00
A14061	5	0,156	0,154			0,155	0,001	0,87
A14062	6	0,154	0,156			0,155	0,001	0,82
A14063	7	0,153	0,155			0,154	0,001	0,78
A14064	8	0,157	0,157			0,157	0,000	0,00
A14071	9	0,167	0,167	0,167		0,167	0,000	0,00
A14072	10	0,161	0,163			0,162	0,001	0,87
A14073	11	0,164	0,165	0,161	0,164	0,164	0,002	1,06
A14074	12	0,159	0,161			0,160	0,001	0,88
A14081	13	0,160	0,169			0,165	0,006	3,87
A14082	14	0,162	0,162			0,162	0,000	0,00
A14083	15	0,169	0,168	0,172	0,160	0,167	0,005	3,06
A14084	16	0,164	0,168			0,166	0,003	1,70
A14091	17	0,170	0,170			0,170	0,000	0,00
A14092	18	0,179	0,170			0,175	0,006	3,65
A14093	19	0,165	0,167			0,166	0,001	0,85
A14094	20	0,178	0,162	0,170		0,170	0,008	4,71
A14121	21	0,163	0,162	0,159		0,161	0,002	1,29
A14122	22	0,166	0,170	0,155		0,164	0,008	4,75
A14123	23	0,172	0,171	0,160		0,168	0,007	3,97
A14124	24	0,168	0,162	0,160		0,163	0,004	2,55
A14131	25	0,161	0,156	0,159	0,157	0,158	0,002	1,40
A14132	26	0,165	0,165	0,165		0,165	0,000	0,00
A14133a	27	0,144	0,133	0,136		0,138	0,006	4,08
A14133b	28	0,136	0,143	0,136		0,138	0,004	2,97
A14134a	29	0,163	0,167	0,164		0,165	0,002	1,26
A14134b	30	0,175	0,175	0,161		0,170	0,008	4,75
	32				Media de las medidas	0,161	0,009	5,64
	33				Media de las medias	0,161	0,008	5,14
	34				Valor de referencia	0,155	0,011	7,10

Acidez Total (% ácido láctico)

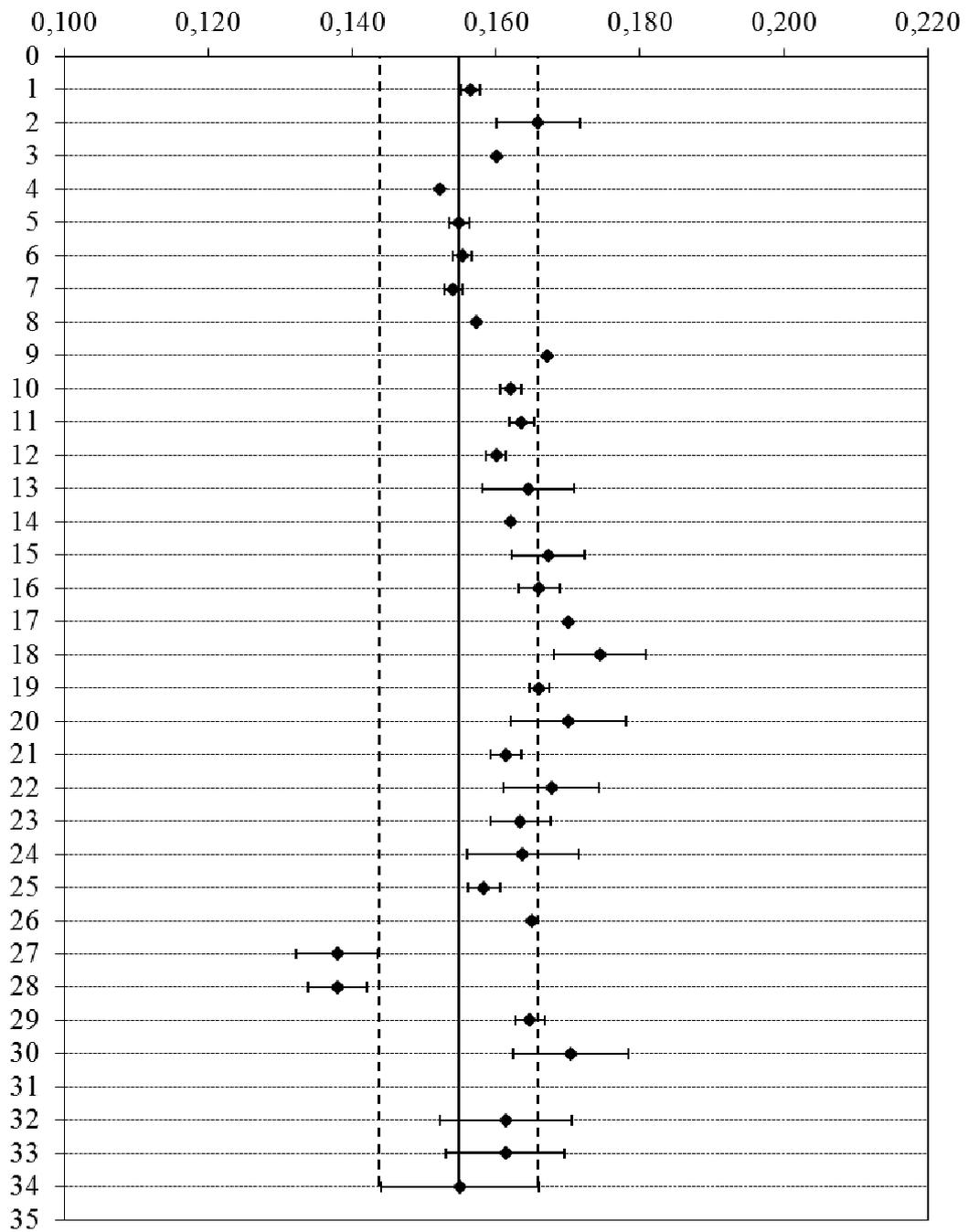


Figura 2. Datos de la determinación de acidez total en cerveza