

**Memoria Académica de Ejecución**

PROYECTO DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE  
ID2015/0153

**PRUEBAS DE APTITUD Y COMPETENCIA EN EL  
LABORATORIO PARA LOS ALUMNOS DE  
CIENCIAS QUÍMICAS Y BIOTECNOLOGÍA.  
NORMAS UNE-EN ISO/IEC 17043 Y UNE-EN  
ISO/IEC 17025.**

CONVOCATORIA DE AYUDAS  
PROYECTOS DE INNOVACION Y MEJORA DOCENTE  
Curso 2015-2016

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

Salamanca, 10 de Julio de 2016

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

### INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La norma [UNE-EN ISO/IEC 17043](#) define los Ejercicios de intercomparación como *la evaluación mediante mediciones o ensayos sobre el mismo ítem o ítems similares por dos o más laboratorios de acuerdo con condiciones predeterminadas.*

La necesidad de confianza constante en el desempeño de los laboratorios no solo es esencial para el laboratorio y sus clientes sino también para otras partes interesadas, como las autoridades reguladoras o las entidades de acreditación de laboratorios. La norma [UNE-EN ISO/IEC 17025](#) marca como requisito para la acreditación de los laboratorios de ensayo y calibración que los laboratorios participen en ejercicios intercomparativos siempre que existan programas adecuados.

Los ejercicios de intercomparación son una herramienta fundamental empleada para mantener y demostrar la competencia técnica de los laboratorios. La participación en ejercicios de intercomparación debe formar parte de las actuaciones a realizar descritas por el Sistema de Calidad de los mismos.

#### **A quién van dirigidos**

Los ensayos de intercomparación van dirigidos a laboratorios tanto públicos como privados, que realicen análisis de autocontrol dentro de una empresa o que ofrezcan sus servicios a clientes externos. En resumen, para todo tipo de laboratorios interesados en realizar una correcta evaluación de su desempeño y aumentar la confianza y credibilidad sobre los procesos que utilizan.

#### **Beneficios**

- Permite a los laboratorios evaluar sus procedimientos de análisis, identificar posibles no conformidades y tomar las medidas correctoras necesarias para mantener y mejorar la calidad de sus técnicas.
- Orienta a los laboratorios en el control de sus métodos, calibración de los equipos y la capacitación de los técnicos.
- Los laboratorios pueden, mediante estos ejercicios, compararse con otros laboratorios de similares características y ver las diferencias existentes entre los distintos métodos analíticos empleados.
- Es un requisito de la norma [UNE-EN ISO/IEC 17025](#): Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- Ayuda a reforzar y mantener la confianza de los clientes.

#### **Cómo se desarrollan**

¿Cómo se desarrollan nuestros ejercicios de intercomparación?. Un resumen de las diferentes fases se muestra en la tabla siguiente:

LABORATORIO PARTICIPANTE  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

UNIVERSIDAD DE BARCELONA

Verificación de la viabilidad del  
Ejercicio. Realización de  
ensayos de homogeneidad y  
estabilidad de las muestras

Aprobación del diseño  
definitivo. Publicación del  
ejercicio en la web

Inscripción en el Ejercicio  
Intercomparativo

Preparación de las muestras.  
Pruebas de Verificación.  
Distribución a los Laboratorios

ATENCIÓN A LOS  
PARTICIPANTES.  
RESOLUCIÓN DE  
DUDAS

Máximo 3 semanas

Recepción de las muestras en  
el Laboratorio, así como las  
indicaciones de manipulación  
de las mismas si fuera  
necesario

Realización de los análisis  
dentro del plazo determinado

Introducción de resultados en  
la página web  
[www.intercomparativos.com](http://www.intercomparativos.com)

Recopilación de los datos,  
realización del estudio estadístico y  
de los informes a los Laboratorios.  
Envío del informe a los  
Laboratorios.

Máximo 3 semanas

Recención del informe global y  
envío a cada Laboratorio. Los  
participantes desconocen en todo  
momento la identidad del resto de  
laboratorios que han participado.

**TOMA DE DECISIONES  
DE ACUERDO A LOS  
RESULTADOS**

## **CARACTERÍSTICAS DEL EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN REALIZADO EN EL PROYECTO**

### **1.- Muestras**

Se seleccionaron muestras naturales (en nuestro caso muestras de cervezas), de manera que el laboratorio pueda enfrentarse a los problemas habituales de manipulación real de los objetos sometidos a ensayo, sin que los participantes deban realizar preparaciones diferentes a las que las muestras naturales requieren.

El Laboratorio organizador de la Universidad de Barcelona garantiza las características de las muestras, respecto a su homogeneidad y estabilidad, a través del control y estandarización de los procesos productivos y de mezclado y, a través de la comprobación con pruebas complementarias cuando es necesario.

Así mismo, en ocasiones, las muestras incluyen instrucciones especiales en cuanto a: Su conservación: con preservante químico (adición de algún conservante) ó físico (conservación en temperatura, oscuridad, etc.) ó tiempo máximo de conservación. Instrucciones acerca de manipulación o tiempo máximo para ejecutar ciertas determinaciones.

Estas instrucciones son comunicadas junto con las muestras.

### **2.- Parámetros**

Los parámetros han sido seleccionados, teniendo en cuenta las necesidades de los laboratorios, la importancia y frecuencia de su medida y los requisitos legales y reglamentarios.

En todo caso y, dada la necesidad de un número mínimo de participantes para asegurar una representatividad estadística, se evaluará para determinados parámetros, en los que la participación sea minoritaria, el uso de valores conocidos previos, obtenidos bien de laboratorios expertos o de control, o bien a partir del conocimiento de los datos de las adiciones.

En caso de suspensión o anulación de algún ensayo, la misma será comunicada a los participantes inscritos no más tarde de quince días posteriores a la fecha tope de inscripción.

### **3.- Cronograma general**

Los laboratorios se pueden incorporar al programa en cualquier momento dentro del periodo de inscripción publicado. Cada ejercicio, en función de su naturaleza, requerirá del conocimiento de los inscritos con diferente antelación.

De forma general el cronograma de los ejercicios se ajustará de acuerdo con los siguientes puntos:

El periodo desde la recepción de las muestras hasta la evaluación final del ejercicio no se demorará más de tres meses.

Las muestras se enviarán en las fechas especificadas en el calendario/cronograma publicado.

El plazo de ejecución de los ensayos por parte de los laboratorios puede variar en función de la naturaleza de las muestras y de los analitos. En general, no sobrepasará más de seis semanas.

Una vez cumplido el plazo de ejecución no será posible la introducción de resultados.

En un plazo no superior a tres meses los laboratorios participantes hemos recibido por correo electrónico el informe completo de los resultados.

El Laboratorio Organizador se reserva el derecho de, ocasionalmente, retrasar las fechas inicialmente publicadas, con el fin de encontrar el material apropiado, o en caso de que los resultados obtenidos en las pruebas previas así lo indiquen. Así mismo, también ocasionalmente, podrán sufrir modificaciones los materiales o niveles publicados, por otros semejantes que puedan sustituir a los previstos, con el fin de cumplir el programa. De todas estas circunstancias se mantendrá informados a los participantes con una antelación aceptable.

Así mismo la organización podrá solicitar a los laboratorios participantes aclaraciones o información adicional, si fuera preciso, para una adecuada evaluación del conjunto y, comprobar el cumplimiento de requisitos.

#### **4.-Tratamiento estadístico.**

Se aplicó un tratamiento estadístico robusto, con el fin de asignar un Valor (Valor asignado, y declarado como Valor de Referencia para la evaluación de los participantes), a cada una de las propiedades medidas.

En general el tratamiento estadístico, basado en procedimientos publicados, procedió, cuando fué posible, a la detección de resultados estadísticamente anómalos, eliminándolos para la asignación del mencionado Valor de Referencia como valor medio (el valor asignado, como valor de referencia también puede provenir de datos previos conocidos).

Este valor medio, lleva asociado un error en su asignación, relacionado con el estadístico llamado sigma ( $\sigma_{\text{experimental}}$ ). Este valor de sigma es comparado con el valor de sigma objetivo ( $\sigma_{\text{objetivo}}$ ), establecido por GSC, cuyo significado es la dispersión interlaboratorio considerada como estadísticamente aceptable, para el parámetro y el nivel estudiado.

La comparación entre la  $\sigma_{\text{experimental}}$ , obtenida en el ensayo y la  $\sigma_{\text{objetivo}}$  establecida a priori permitió por parte de los estudiantes:

- Tomar la decisión sobre cómo va a calcularse la z-score
- Conocer un término de la confianza en el valor que se asigna, cuando éste es el de Consenso y por tanto fué un criterio de control de calidad de la evaluación que se realizó.

Es fácil comprender que, un valor de consenso establecido por el conjunto de laboratorios es tanto más fiable cuanto menor sea la dispersión obtenida por los resultados que se emplean para obtener la media de consenso, así como cuanto mayor sea el número de laboratorios “asignantes”.

Para un número de laboratorios participantes en la asignación del Valor de Consenso aceptable, la obtención de una sigma experimental pequeña, indica un elevado grado de coherencia entre los resultados que han sido emitidos. Por lo tanto, el término “numerador” del z-score es muy seguro. No obstante, esta dispersión experimental ( $\sigma_{\text{experimental}}$ ) puede ser muy restrictiva, teniendo en cuenta que puede haber resultados un poco más alejados del Valor de Consenso que han sido eliminados para el cálculo de este valor, pero que, teniendo en cuenta la dispersión aceptable ( $\sigma_{\text{objetivo}}$ ), puedan considerarse resultados suficientemente satisfactorios.

Por eso, se realiza esta comparación y se aplican unos criterios, que se incluyen en el informe, de manera que el Laboratorio conozca:

- Cómo se ha calculado la z-score
- Cómo y por qué se ha seleccionado la  $\sigma$  aplicada en el denominador.
- Cuando, debido a la dispersión y/o al número de laboratorios, en definitiva, a la poca confianza en el valor asignado, la valoración realizada se realiza con carácter informativo.

## 5.- Evaluación de los Laboratorios.

Una vez conocidos los parámetros de cada ensayo ( $V_{\text{referencia}}$  y  $\sigma_{\text{experimental}}$ ), se calculó para cada participante y midiendo la puntuación z-score, según la expresión:

$$z = \frac{x_i - V_A}{\sigma}$$

Donde:

$x_i$  es el resultado medio de cada participante,

$V_A$  es el valor asignado como de referencia para cada parámetro estudiado; pudiendo provenir de:

- valor medio de consenso
- valor conocido previamente (conocido, en el caso de dopaje, por ejemplo)

$\sigma$  es el valor de la variabilidad frente a la que se evalúa a los laboratorios.

La procedencia del valor asignado como de la sigma empleada en su cálculo (experimental u objetivo) será detallada en el informe final.

La evaluación de los resultados del z-score se realizará de acuerdo a los siguientes criterios:

- $|Z| \leq 2$  Satisfactorio
- $2 < |Z| \leq 3$  Cuestionable
- $|Z| > 3$  No satisfactorio

Se calculó la incertidumbre del valor asignado, cuando fué posible, con el valor de la sigma experimental obtenida, corregida con el factor t-student para  $\alpha=0.05$ , dividido entre la raíz cuadrada del número de participantes no excluidos (incertidumbre de la media asignada por consenso).

En el caso de los ensayos con resultado cuantitativo, no se realizó evaluación de los datos emitidos con expresiones cualitativas (tales como "presencia" ó "ausencia"), ni otras incorrectas como "0", cuando este resultado no es una expresión válida.

Se admitieron resultados expresados como  $>V$  ó  $<V$ , siendo V un valor determinado por el laboratorio. La valoración se llevó a cabo teniendo en cuenta su coherencia con el valor asignado y la dispersión empleada en la valoración del z-score, para el resto de participantes. En el caso mencionado, los resultados de las valoraciones serán cualitativos, no siendo posible el cálculo numérico del z-score.

Para las determinaciones cuyo resultado sea cualitativo, tampoco se valoraron los datos expresados como un resultado cuantitativo.

En el caso de ensayos cualitativos, la valoración de “Satisfactorio” y “No satisfactorio” se realizará siempre teniendo en cuenta los resultados previos esperados, en general determinados por el conocimiento de la muestra y su adición o no con el analito, o como consecuencia de los resultados emitidos por el Laboratorio de Control; en caso necesario, puede tratarse frente al consenso, si bien, toda esta información será extensamente descrita en el informe.

La valoración será considerada como informativa si el consenso de los participantes no supera el 65% (es decir, el 35% de los laboratorios ó más obtienen resultado opuesto al asignado).

## **6.- Confidencialidad de los participantes.**

A cada laboratorio se le asignó un código de participación. Este código es el que aparezca en los informes de resultados. El laboratorio conoció su código para ese ensayo una vez recibió de forma individual el informe, de manera que no pueda ser conocido por ningún otro participante, asegurándose así la confidencialidad de los resultados.

## **7.- Informes finales.**

A cada participante se le proporcionaron dos informes por cada ejercicio de intercomparación en que haya participado:

- a. Informe individual con un resumen de los resultados obtenidos por el laboratorio y su valoración (z-score o parámetro equivalente).
- b. El informe completo también será enviado por correo electrónico e incluirá como mínimo:
  - Resultados de todos los laboratorios
  - Exclusiones realizadas y causas
  - Valores asignados de referencia y sigmas
  - Resultados de z-score

Estos informes incluyen comentarios o conclusiones derivados de los resultados del ensayo.

Es importante recordar que todos los participantes deben evaluar su participación y la idoneidad de sus propios resultados.

Todos los laboratorios inscritos y que hayan abonado el precio de inscripción recibirán el informe global, aún cuando no hayan remitido sus resultados.

# EJERCICIO DE INTERCOMPARACIÓN PARA ESTUDIANTES DE QUÍMICA ANALÍTICA INFORME FINAL (Curso académico 2015-2016)

## 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 2015.

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 ( $F_{\text{cal}} = 0.69$ ;  $F_{\text{crítico}} = 3.87$ ; 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 (%)	$5.09 \pm 0.27$
Acidez total (% ác. láctico)	$0.155 \pm 0.011$
pH	$4.28 \pm 0.10$

### 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 3 – 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.

**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	Anàlisi instrumental	8
Ins. Narcís Monturiol	Barcelona	Química	CFGS Laboratori d'Anàlisi i Control de Qualitat	Proyecto	3
Universidad de Alicante	Alicante	Química Analítica, Nutrición y Bromatología	Grado en Química	Calidad en el laboratorio analítico	6
Universidad de Salamanca	Salamanca	Química Analítica, Nutrición y Bromatología	Grado en Química	Exp. en Química Analítica	65
Universitat de Barcelona	Barcelona	Química Analítica	Grado en Química	Laboratorio de Química Analítica	58

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

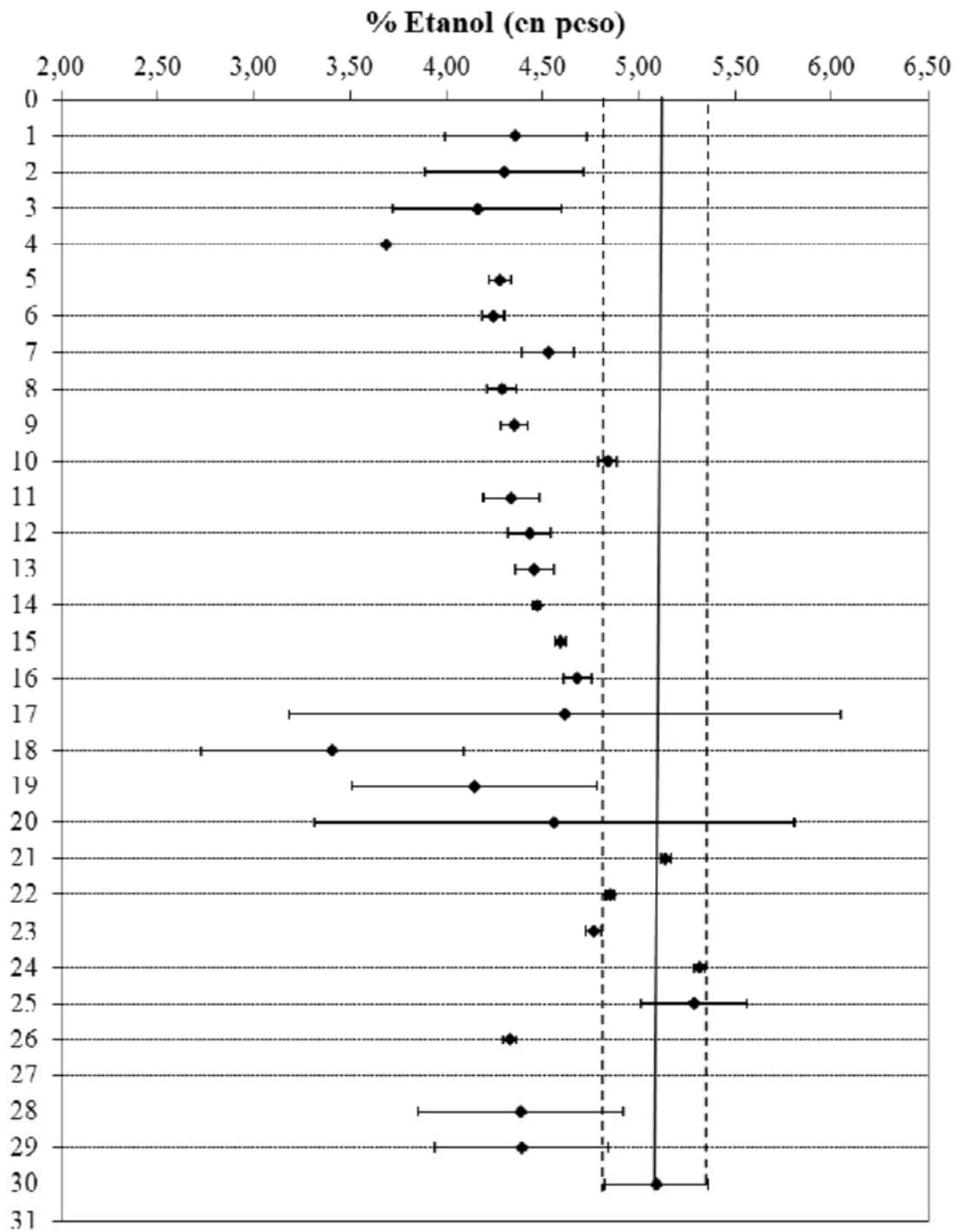
<b>MÉTODO OFICIAL (Código técnica: Met. Oficial)</b>				
FUNDAMENTO	DETERMINACIÓN	Muestra	OBSERV.	
Destilación de la cerveza y medida de la densidad	Picnométrica	100 g – 75 o 100 mL 50 mL		
<b>MÉTODOS ENZIMÁTICOS (Código técnica: ENZ. FOT.)</b>				
FUNDAMENTO	DETERMINACIÓN	CALIBRADO	V muestra	OBSERV.
Reacción entre la coenzima NAD y el EtOH catalizada por ADH (pH = 8.7)	Espectrofotométrica FIA, $\lambda = 340 \text{ nm}$	Recta de calibrado Patrón: Etanol MRC LGC5404 o cerveza MRC LGC5005	5 mL por réplica. 143 $\mu\text{l}$ inyección	
<b>MÉT.CROMATOGRÁFICOS: crom. gases detector FID, TCD (Código técnica: CG-FID; CG-TCD)</b>				
TIPO DE COLUMNA	CONDICIONES TRABAJO	CALIBRADO	V muestra	
Relleno. Chromosorb 101	F.m.: He, 30 ml·min <sup>-1</sup> Thomo: 130 °C Tinyector: 250 °C ; Tdetector: 270 °C Detector TCD	Método del patrón interno Patrón interno: n-propanol	1 $\mu\text{l}$	
<b>OTROS MÉTODOS</b>				
FUNDAMENTO	DETERMINACIÓN	V muestra	OBSERV.	
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

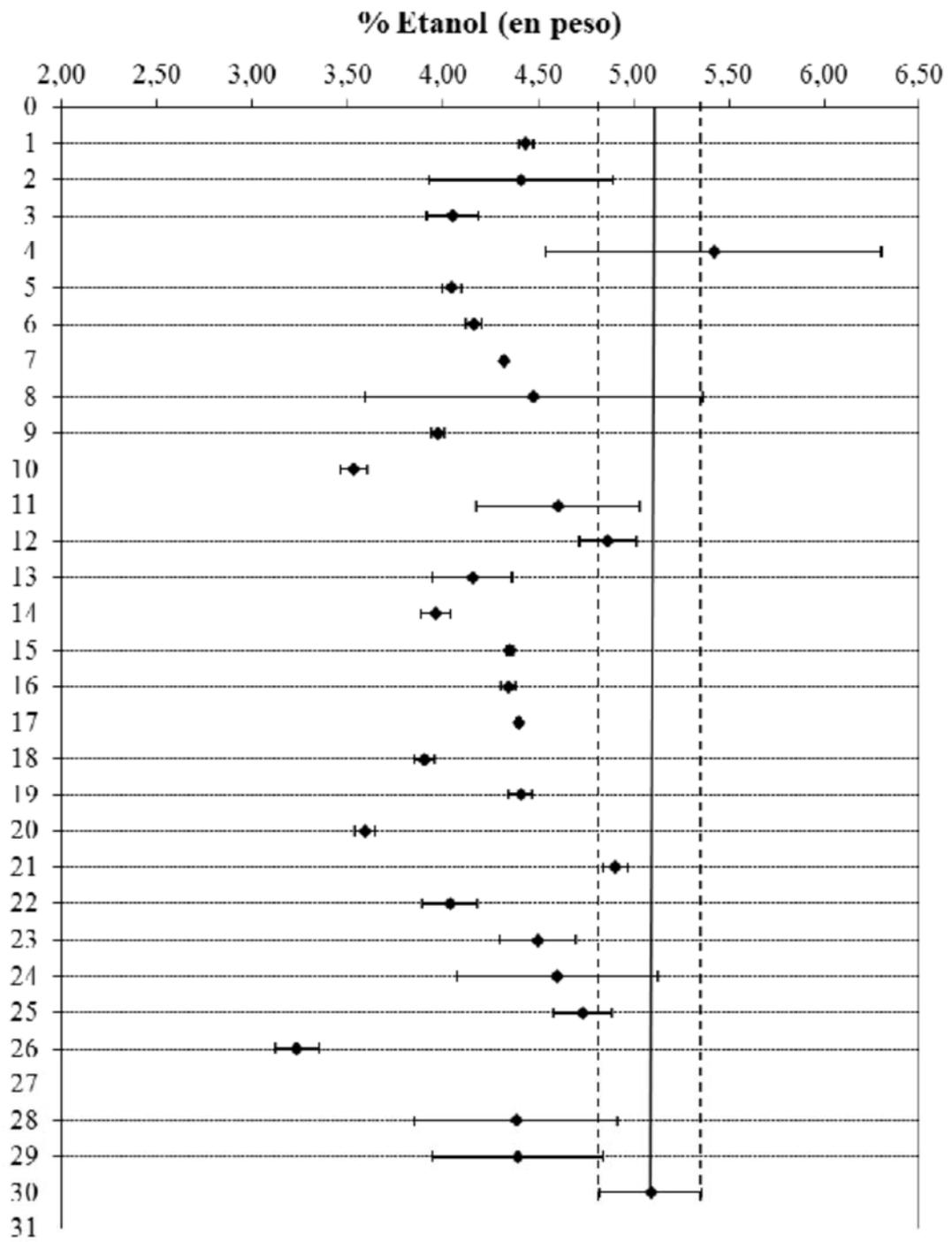
Código	Código gráfico	Técnica	Repl.1	Repl.2	Repl.3	Repl.4	Repl.5	Repl.6	Media	Desv.std.	% RSD
A15021	1_gf1	CG-TCD	4,25	3,96	4,11	4,26	4,98	4,59	4,36	0,37	8,5
A15022	2_gf1	CG-TCD	4,05	3,95	3,97	4,26	4,98	4,59	4,30	0,41	9,5
A15023	3_gf1	CG-TCD	4,09	3,83	3,82	3,98	4,99	4,26	4,16	0,44	11
A15024	4_gf1	CG-TCD	3,69						3,69		
A15041	5_gf1	BNZ. FOT.	4,26	4,23	4,34				4,28	0,06	1,3
A15042	6_gf1	BNZ. FOT.	4,20	4,22	4,31				4,24	0,06	1,4
A15043	7_gf1	BNZ. FOT.	4,38	4,55	4,65				4,53	0,14	3,0
A15044	8_gf1	BNZ. FOT.	4,32	4,20	4,34				4,29	0,08	1,8
A15051	9_gf1	BNZ. FOT.	4,26	4,38	4,34	4,42			4,35	0,07	1,6
A15052	10_gf1	BNZ. FOT.	4,83	4,89	4,79				4,84	0,05	1,0
A15053	11_gf1	BNZ. FOT.	4,20	4,23	4,42	4,50			4,34	0,15	3,4
A15054	12_gf1	BNZ. FOT.	4,51	4,43	4,27	4,51			4,43	0,11	2,6
A15061	13_gf1	BNZ. FOT.	4,56	4,45	4,36				4,46	0,10	2,2
A15062	14_gf1	BNZ. FOT.	4,49	4,45	4,47				4,47	0,02	0,4
A15063	15_gf1	BNZ. FOT.	4,56	4,60	4,62				4,59	0,03	0,7
A15064	16_gf1	BNZ. FOT.	4,68	4,61	4,75				4,68	0,07	1,5
A15071	17_gf1	Met. Oficial	6,27	3,78	3,80				4,62	1,43	31
A15072	18_gf1	Met. Oficial	2,62	3,78	3,82				3,41	0,68	20
A15073	19_gf1	Met. Oficial	4,88	3,81	3,75				4,15	0,64	15
A15074	20_gf1	Met. Oficial	6,00	3,85	3,83				4,56	1,25	27
A15081	21_gf1	DESTIL.-IR	5,12	5,13	5,17				5,14	0,02	0,5
A15082	22_gf1	DESTIL.-IR	4,86	4,87	4,83				4,85	0,02	0,5
A15083	23_gf1	DESTIL.-IR	4,77	4,80	4,72				4,77	0,04	0,8
A15084	24_gf1	DESTIL.-IR	5,35	5,29	5,31				5,31	0,03	0,6
A15093	25_gf1	Met. Oficial	5,17	5,60	5,09				5,29	0,27	5,2
A15094	26_gf1	Met. Oficial	4,35	4,29	4,35				4,33	0,03	0,8
	28_gf1/28_gf2								4,39	0,53	12
	29_gf1/29_gf2								4,39	0,45	10
	30_gf1/30_gf2								5,09	0,27	5,3
									<b>Media de las medidas</b>		
									<b>Media de las medias</b>		
									<b>Valor de caracterización</b>		

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

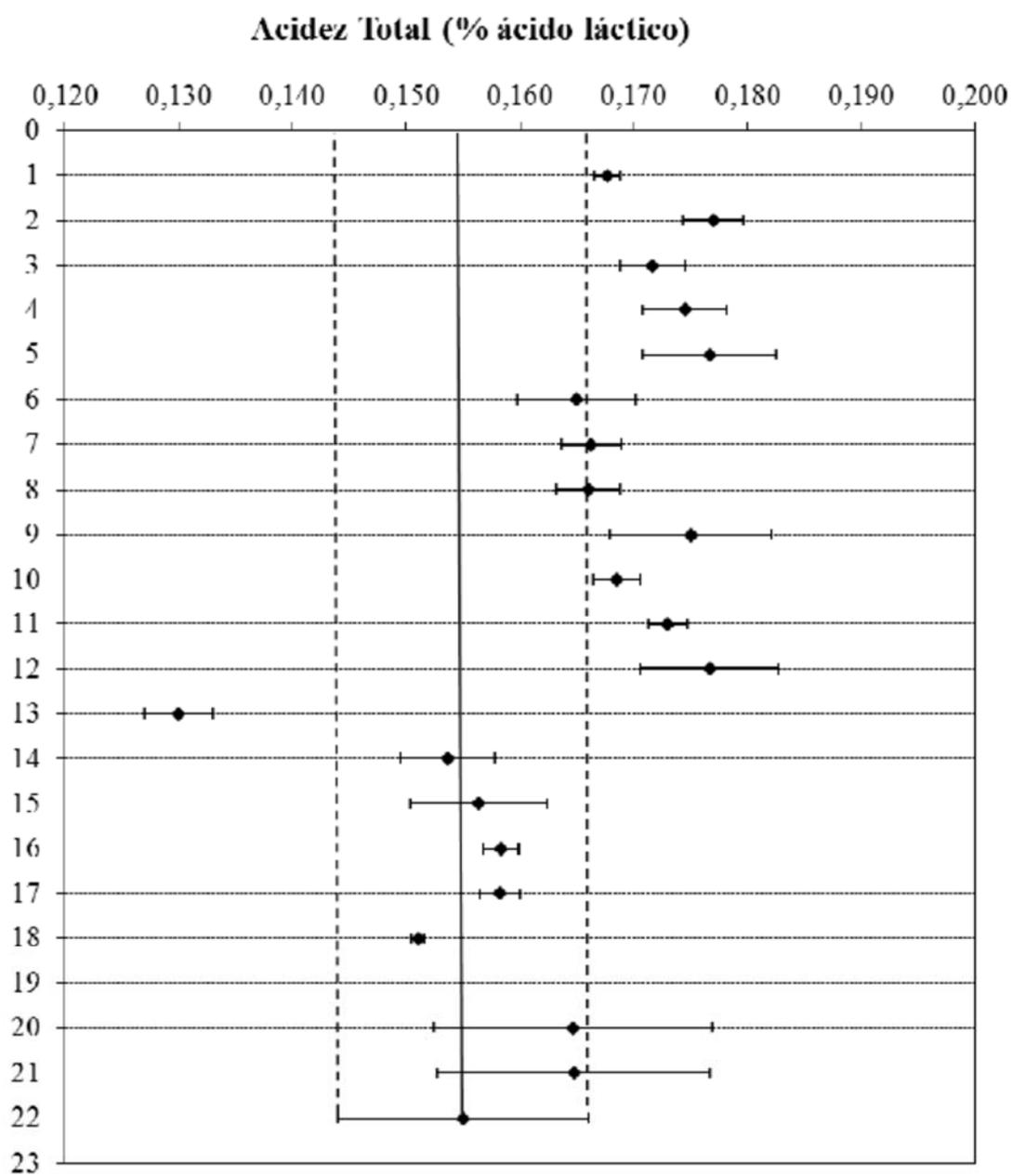
Código	Código gráfico	Técnica	Repl.1	Repl.2	Repl.3	Media	Desv.std.	% RSD
A15101	1_gf2	CG-TCD	4,39	4,45	4,46	4,43	0,04	0,9
A15102	2_gf2	CG-TCD	4,92	4,35	3,96	4,41	0,48	11
A15103	3_gf2	CG-TCD	4,15	3,90	4,11	4,05	0,14	3,3
A15104	4_gf2	CG-TCD	5,24	6,38	4,65	5,42	0,88	16
A15104a	5_gf2	CG-TCD	4,01	4,08		4,05	0,05	1,2
A15104b	6_gf2	CG-TCD	4,14	4,14	4,21	4,16	0,04	1,0
A15104b	7_gf2	CG-TCD	4,33	4,32	4,31	4,32	0,01	0,2
A15111a	8_gf2	CG-TCD	5,32	3,55	4,56	4,48	0,89	20
A15111b		CG-TCD	11,11	6,77	23,58	13,8	8,73	63
A15111c	9_gf2	CG-TCD	3,95	4,00		3,98	0,04	0,9
A15112a	10_gf2	CG-TCD	3,53	3,46	3,60	3,53	0,07	2,0
A15112b	11_gf2	CG-TCD	4,27	5,09	4,45	4,60	0,43	9,4
A15114a	12_gf2	CG-TCD	4,97	4,76		4,87	0,15	3,1
A15115a	13_gf2	CG-TCD	4,07	4,39	4,00	4,15	0,21	5,0
A15115b	14_gf2	CG-TCD	4,05	3,90	3,94	3,96	0,08	2,0
A15121	15_gf2	CG-TCD	4,33	4,37	4,35	4,35	0,02	0,5
A15121	16_gf2	CG-TCD	4,37	4,36	4,30	4,34	0,04	0,9
A15122	17_gf2	CG-TCD	4,39	4,41	4,39	4,40	0,01	0,3
A15123	18_gf2	CG-TCD	3,96	3,85	3,90	3,90	0,06	1,4
A15123	19_gf2	CG-TCD	4,47	4,40	4,35	4,41	0,06	1,4
A15124	20_gf2	CG-TCD	3,63	3,61	3,53	3,59	0,05	1,5
A15131	21_gf2	CG-TCD	4,92	4,96	4,83	4,90	0,07	1,4
A15132	22_gf2	CG-TCD	3,90	4,02	4,19	4,04	0,15	3,6
A15151a	23_gf2	CG-TCD	4,70	4,30	4,50	4,50	0,20	4,4
A15151b	24_gf2	CG-TCD	4,80	4,00	5,00	4,60	0,53	12
A15151c	25_gf2	CG-TCD	4,90	4,70	4,60	4,73	0,15	3,2
A15151d	26_gf2	CG-TCD	3,30	3,10	3,30	3,23	0,12	3,6
	28_gf1/28_gf2					4,39	0,53	12
	29_gf1/29_gf2					4,39	0,45	10
	30_gf1/30_gf2					5,09	0,27	5,3
						<b>Media de las medidas</b>		
						<b>Media de las medias</b>		
						<b>Valor de caracterización</b>		



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



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

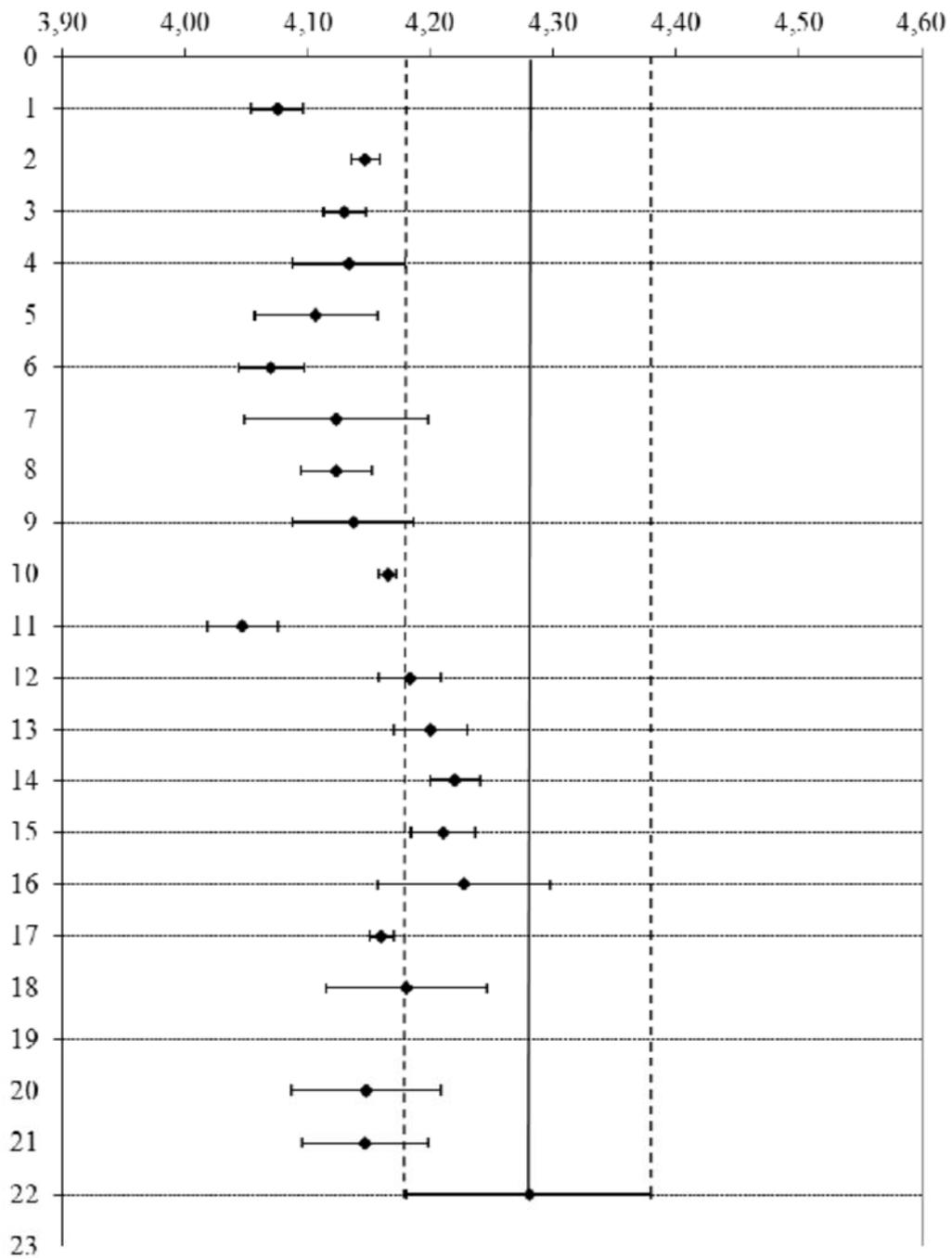


**Figura 2. Datos de la determinación de acidez total en cerveza**

**Tabla 7. Tratamiento estadístico para el pH en cerveza**

Código	Código gráfico	Repl.1	Repl.2	Repl.3	Media	Desv.std.	% RSD
A15041	1	4,09	4,06		4,08	0,02	0,5
A15042	2	4,14	4,14	4,16	4,15	0,01	0,3
A15043	3	4,12	4,15	4,12	4,13	0,02	0,4
A15044	4	4,16	4,08	4,16	4,13	0,05	1,1
A15051	5	4,06	4,16	4,10	4,11	0,05	1,2
A15052	6	4,08	4,09	4,04	4,07	0,03	0,7
A15053	7	4,20	4,12	4,05	4,12	0,08	1,8
A15054	8	4,14	4,14	4,09	4,12	0,03	0,7
A15061	9	4,17	4,16	4,08	4,14	0,05	1,2
A15062	10	4,16	4,17		4,17	0,01	0,2
A15063	11	4,03	4,03	4,08	4,05	0,03	0,7
A15064	12	4,18	4,21	4,16	4,18	0,03	0,6
A15071	13	4,20	4,17	4,23	4,20	0,03	0,7
A15072	14	4,24	4,22	4,20	4,22	0,02	0,5
A15073	15	4,19	4,24	4,20	4,21	0,03	0,6
A15074	16	4,22	4,16	4,30	4,23	0,07	1,7
A15093	17	4,16	4,15	4,17	4,16	0,01	0,2
A15094	18	4,24	4,19	4,11	4,18	0,07	1,6
	20	<b>Media de las medidas</b>			4,15	0,06	1,5
	21	<b>Media de las medias</b>			4,15	0,05	1,3
	22	<b>Valor de referencia</b>			4,28	0,10	2,3

**pH (unidades de pH)**



**Figura 3. Datos de la determinación de pH en cerveza**

## **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.