



**UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

AYUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA PARA LA INNOVACIÓN DOCENTE

MEMORIA JUSTIFICATIVA

TÍTULO DEL PROYECTO: LA CALIDAD EN LOS LABORATORIOS DE PRÁCTICAS DE ALUMNOS. EJERCICIOS DE INTERCOMPARACIÓN COMO RECURSO ESTRATÉGICO DE COMPETITIVIDAD EN EL CONTEXTO EUROPEO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

REFERENCIA: ID2012/028

RESPONSABLES DEL PROYECTO:

Prof. Dra. D^a: María Jesús Almendral Parra

Profesora Titular del Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología

Prof. Dra. D^a: María Inmaculada González Martín

Catedrática del Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Un ejercicio Interlaboratorio se basa en la aceptación por parte de varios laboratorios de llevar a cabo un mismo trabajo analítico, 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. Los ejercicios interlaboratorio son comúnmente utilizados por estos para asegurar su calidad, verificar la eficacia en el planteamiento de su trabajo y en el control de un programa diseñado previamente. Cuando se utilizan como métodos de aprendizaje por alumnos de una determinada materia en estudios universitarios avanzados se convierten en una herramienta de gran interés que se viene poniendo en práctica en algunas Universidades en los últimos años.

Hoy en día es fácil entender que la calidad de los resultados analíticos afecta de forma decisiva a la calidad de vida de los ciudadanos, 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.

En resumen, un Ejercicio Interlaboratorio:

Es un proceso planificado por la que una serie de laboratorios *analizan el mismo material para comparar los resultados* entre sí.

Se usa como herramienta de evaluación de la calidad de los resultados, tal como solicita la Norma de Valoración de la Competencia de Laboratorios de Ensayo

- Se utilizan para evaluar

- **La calidad de los resultados**
- **El método de trabajo en el laboratorio**
- **La bondad del programa de control diseñado del trabajo**



Utilizado como *herramienta de aprendizaje* por alumnos de una determinada materia en *estudios universitarios avanzados* tiene los siguientes

OBJETIVOS GENERALES:

- Introducir esta herramienta para la *evaluación y mejora de la calidad* en los centros docentes que imparten asignaturas con una base común
- Ofrecer a los estudiantes la posibilidad de *comparar sus resultados con los obtenidos en otros centros españoles*
- Entregar a los *Profesores de Prácticas* un *Proyecto innovador y atractivo* para desarrollar con los estudiantes, muy en consonancia con los objetivos que propone el *Espacio Europeo de Educación Superior*
- Familiarizar a los estudiantes con los *Métodos Oficiales de Análisis*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Adquirir *capacidad para interpretar los datos* y medidas obtenidas en su Laboratorio y *comparar con el resto* de los resultados de los Laboratorios participantes
- *Reconocer y analizar los problemas* generados en su trabajo de prácticas a través de sus resultados
- Aplicar *herramientas estadísticas* al control de los resultados de un ensayo interlaboratorio

METODOLOGÍA



Para llevar a cabo el ejercicio se realiza una sesión introductoria donde se explican 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. Esta sesión introductoria se imparte tanto a los alumnos de Ciencias Químicas como a los de Biotecnología, haciendo especial hincapié en los diferentes aspectos que deben abordar cada uno de ellos.

En nuestro caso, planteamos a los alumnos de Ciencias Químicas el análisis de tres parámetros en muestras de cervezas: grado alcohólico, pH y grado de acidez (% de ácido láctico), que son analizados utilizando diferentes metodologías instrumentales previstas en su programa de clases prácticas. Para el contenido de etanol se utiliza una metodología de Análisis por Inyección en Flujo utilizando una reacción enzimática. Para el resto de parámetros se utilizan los Métodos Oficiales de Análisis.

Los resultados obtenidos por los estudiantes de Ciencias Químicas son evaluados por los alumnos de Control de Calidad, a los que sirve de interesante ejercicio práctico de aplicación de tratamientos estadísticos y valoración de 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)

MUESTRAS Y MÉTODOS

Las muestras de cerveza y materiales de referencia:

Son preparados especialmente para este ejercicio de intercomparación desde Mat Control (Laboratorio de preparación de Materiales de Referencia) del Departamento de Química Analítica de la Universitat de Barcelona y poseen las características siguientes:

- **Son muestras homogéneas y estables (desconocidas)**
- **Los valores de referencia son fijados por el Comité Organizador**
- **Las muestras se mantienen a 4 ° C a partir de la recepción y se abren en el momento de los análisis correspondientes**

Métodos de análisis

- **Etanol: Determinación enzimática, mediante alcohol deshidrogenasa (ADH) y Análisis por Inyección en Flujo.**
- **Acidez: % de ácido láctico (Método Oficial de análisis)**
- **pH (Método Oficial de análisis)**

ALUMNOS PARTICIPANTES

En este curso 2012-2013, participaron en el proyecto 93 alumnos de Ciencias Químicas (53 de Licenciatura y 40 de Grado) y 60 alumnos de Biotecnología (32 de Licenciatura y 28 de Grado). La experiencia acumulada por la dirección del Proyecto a lo largo de los años ha servido asimismo de interesante ejercicio de comparación y análisis de resultados. Con respecto a la participación, si se realiza la comparativa con el resto de los 12 cursos consecutivos del ejercicio interlaboratorio con alumnos, se observa que se mantiene la media de los últimos años

Alumnos participantes

| Universidad de Salamanca | |
|--------------------------|-------------------|
| Curso académico | Nº de estudiantes |
| 2001-2002 | 100 |
| 2002-2003 | 95 |
| 2003-2004 | 92 |
| 2004-2005 | 58 |
| 2005-2006 | 72 |
| 2006-2007 | 63 |
| 2007-2008 | 53 |
| 2008-2009 | 66 |
| 2009-2010 | 49 |
| 2010-2011 | 52 |
| 2011-2012 | 57 |
| 2012-2013 | 93 |



15 Centros diferentes



1000 estudiantes por año



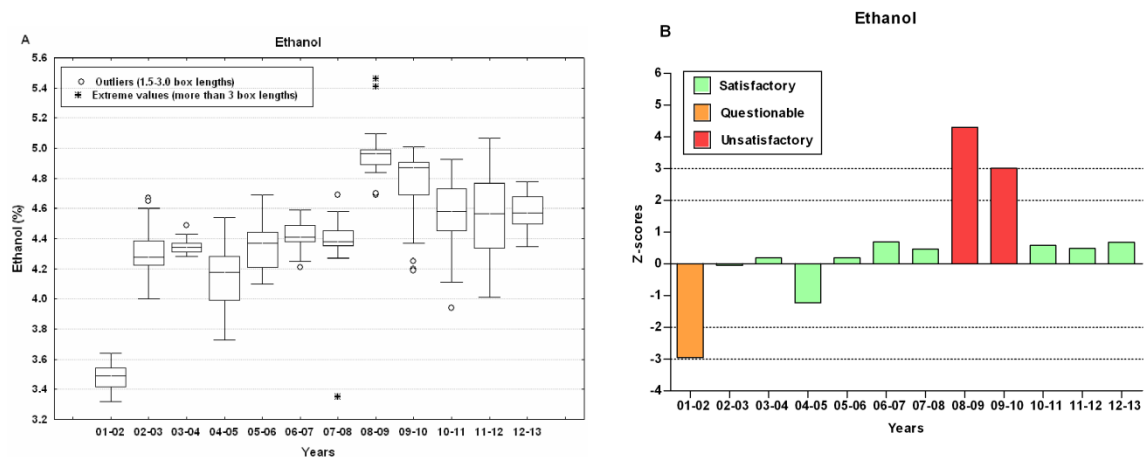
RESULTADOS DEL ÚLTIMO AÑO, 2012-2013, COMPARADO CON LOS 12 CURSOS ANTERIORES

Los resultados se interpretan por parámetros analizados, a la vista de los diagrama de cajas y de los gráficos de scores.

- Un diagrama de caja representa la distribución y la dispersión de una variable (% de etanol, por ejemplo) y muestra su mediana y sus cuartiles. Los bigotes situados en los extremos de la caja muestran la distancia desde el extremo de la caja hasta los valores mayores y menores observados que estén situados a una distancia menor a 1,5 veces la longitud de la caja desde cualquier extremo. La posición de los valores atípicos y de los valores extremos, si existen, aparecen identificados por símbolos especiales. Los valores atípicos (outliers) se encuentran a una distancia del final de la caja de entre 1,5 y 3 veces la longitud de ésta. Los valores extremos se encuentran a una distancia del final de la caja de más de 3 veces la longitud de la caja.

- Un gráfico de z-escores, busca los datos anómalos en precisión y los datos que se apartan del valor más probable asignado por los laboratorios; $z = \frac{x_i - x_{medio}}{\sigma}$; tomando el criterio que cuando, $z < 1.96$ es satisfactorio; $z > 2.97$ es insatisfactorio y valores de z entre 1.96 y 2.97 es cuestionable.

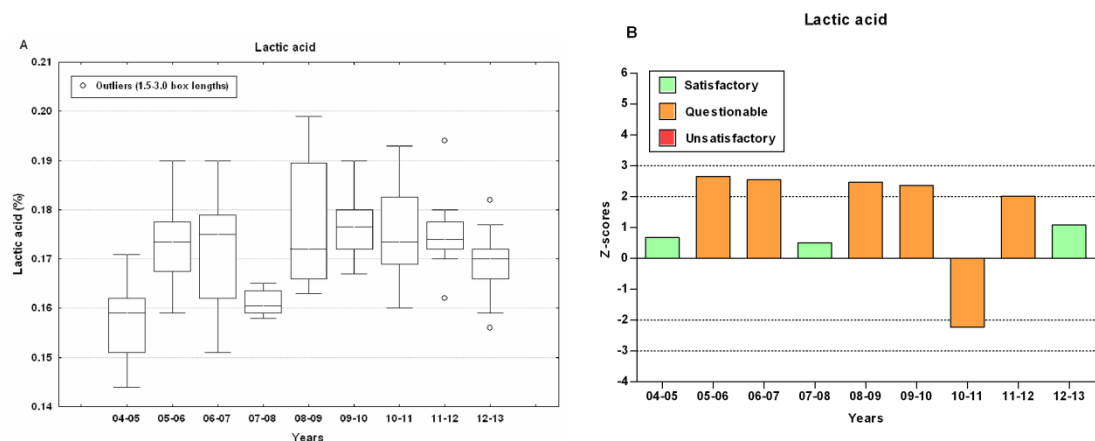
RESULTADOS DEL PARÁMETRO ETANOL



En función de lo anterior se puede observar en la Figura que los resultados de la dispersión, el rango y el recorrido intercuartílico para el parámetro % de etanol, en el curso 2012-2013 son buenos, comparados con el resto de los cursos y muy satisfactorios respecto a los valores de z-scores. Hay que destacar la dificultad del método que implica un análisis enzimático e inyección en flujo, metodología difícil de controlar para los alumnos en formación

RESULTADOS DEL PARÁMETRO ACIDEZ, % DE ÁCIDO LÁCTICO

El rango de dispersión y el intervalo intercuartilico para el parámetro ácido láctico del curso 2012-2013 son buenos, aunque mayores que en el caso de la% de etanol. Los valores de z-escores son satisfactorios, aunque ligeramente mayores que en parámetro etanol.



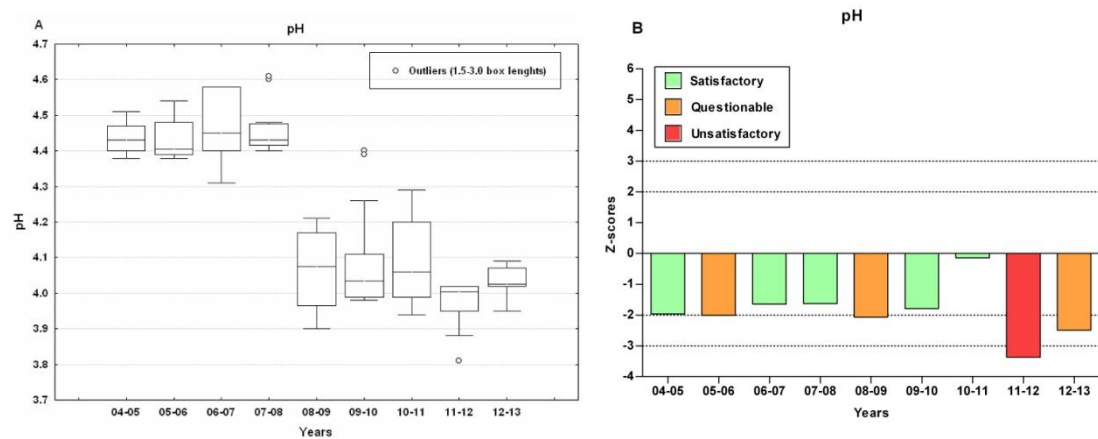
La causa hay que buscarla en la evolución con el tiempo del producto analizado, cerveza, que es un producto vivo y su acidez cambia dependiendo del momento en que se analiza. Esto es debido principalmente a la segunda fermentación que se produce en la botella, que se ve afectada por el tiempo de residencia en ella y por la temperatura no siempre controlada.

RESULTADOS DEL PARÁMETRO pH

Los valores para dispersión y rango intercuartil para el curso 2012-2013 en el parámetro pH son inferiores que el resto de los cursos anteriores.

Los resultados obtenidos en el parámetro pH, revelan valores negativos en los scores (al contrario que en el parámetro acidez) como corresponde al concepto del parámetro (valores altos de acidez corresponden valores bajos de pH).

Los cuestionables de los scores muestran la falta de material de referencia (por su alto precio) en el ajuste de los equipos de medida del pH, dado que la medida de este parámetro no plantea dificultades para los alumnos.



CONCLUSIONES

El trabajo de intercomparación resulta beneficioso para el alumno, pudiéndose destacar los siguientes aspectos:

- **Se implica en el proceso de aprendizaje: sus resultados influyen en la valoración de su centro**
- **Adoptan medidas adecuadas para la mejora y corrección de sus resultados**
- **Participan en la discusión de los resultados y las causas que provocan posibles errores**
- **Se preocupan del rigor de su trabajo al sentirse evaluados de forma externa y anónima**
- **Es una práctica de laboratorio que se aproxima a su futuro como profesional**

- **Puede ser beneficioso como metodología de trabajo para otros docentes**

Finalmente, cabe citar como aspectos especialmente destacables:

- ✓ **La participación de los estudiantes en este tipo de ensayo les ayuda a involucrarse en el proceso de aprendizaje y a adoptar las medidas necesarias para corregir o mejorar sus resultados.**
- ✓ **En líneas generales, este tipo de Ejercicios mejora de la calidad en el trabajo de los alumnos en el laboratorio y es una motivación para el aprendizaje**

Salamanca 23 de septiembre de 2013

Fdo: María Jesús Almendral Parra

Fdo: María Inmaculada González Martín