

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**DIAGNÓSTICO DE LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD A  
TRAVÉS DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005, EN EL LABORATORIO DE  
FISICOQUÍMICA, Y VALIDACIÓN DEL ENSAYO “DETERMINACIÓN DE LA  
CONSTANTE DE DISOCIACIÓN ÁCIDA DEL ROJO DE METILO”**

**Luis Rodolfo Castro García**

Asesorado por el Ing. Jorge Mario Estrada Asturias

Guatemala, enero de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIAGNÓSTICO DE LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005, EN EL LABORATORIO DE FÍSICOQUÍMICA, Y VALIDACIÓN DEL ENSAYO “DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE DISOCIACIÓN ÁCIDA DEL ROJO DE METILO”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR:

**LUIS RODOLFO CASTRO GARCIA**

ASESORADO POR EL ING. JORGE MARIO ESTRADA ASTURIAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, ENERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero De López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Federico Guillermo Salazar Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. José Manuel Tay Oroxom
EXAMINADOR	Dr. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
SECRETARIA	Inga. Macia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**Diagnóstico de la aplicación de un sistema de gestión de calidad a través de la norma ISO/IEC 17025:2005, en el laboratorio de fisicoquímica, y validación del ensayo “determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 26 de febrero de 2009.

Luis Rodolfo Castro García

Guatemala, 29 de octubre del 2009

Ingeniero  
Williams Guillermo Álvarez Mejía  
Director Escuela de Ingeniería Química  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero:

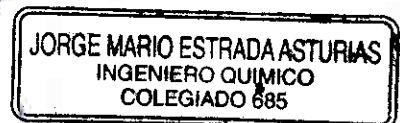
Por este medio le informo he revisado el trabajo de graduación titulado: **Diagnóstico de la aplicación de un sistema de gestión de calidad a través de la norma ISO/IEC 17025:2005, en el laboratorio de fisicoquímica, y validación del ensayo "Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo"**, elaborado por el estudiante **Luis Rodolfo Castro García**.

El mencionado trabajo llena los requisitos para dar mi aprobación, e indicarle que el autor y mi persona somos responsables por el contenido y conclusión del mismo.

Atentamente,



Ing. Jorge Mario Estrada Asturias  
Colegiado 685  
ASESOR





Guatemala, 03 de Noviembre de 2009  
Ref. EIQ.564.2009

Ingeniero  
**Williams Guillermo Álvarez Mejía**  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta TG-195-09-B-IF le informo que reunidos los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del informe final del trabajo de graduación, para optar al título de INGENIERO QUÍMICO al estudiante universitario **LUIS RODOLFO CASTRO GARCÍA**, identificado con carné No. **2005-11768**, titulado: **"DIAGNÓSTICO DE LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005, EN EL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA, Y VALIDACIÓN DEL ENSAYO "DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE DISOCIACIÓN ÁCIDA DEL ROJO DE METILO" "** el cual ha sido asesorado por el Ingeniero Químico Jorge Mario Estrada Asturias como consta en el Acta.

Habiendo encontrado el referido informe final **satisfactorio**, se procede a recomendarle autorice al estudiante **Castro García** proceder con los trámites requeridos de acuerdo a normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑADA A TODOS"

Inga. Teresa Lisely de León Arana, M.Sc.

COORDINADORA  
Tribunal que revisó el informe final  
Del trabajo de graduación


C.c.: archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA.

---

El Director de la Escuela de Ingeniería Química Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía, M.Sc. Después de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el trabajo de graduación del estudiante **LUIS RODOLFO CASTRO GARCÍA** titulado: **“DIAGNÓSTICO DE LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005, EN EL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA, Y VALIDACIÓN DEL ENSAYO “DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE DISOCIACIÓN ÁCIDA DEL ROJO DE METILO”**, procede a la autorización del mismo, ya que reúne rigor, coherencia y calidad requeridos.

  
Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía M.Sc.  
DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA



Guatemala, noviembre de 2009



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **DIAGNÓSTICO DE LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD A TRAVÉS DE LA NORMA ISO/IEC 17025:2005, EN EL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA, Y VALIDACIÓN DEL ENSAYO "DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE DISOCIACIÓN ÁCIDA DEL ROJO DE METILO"**, presentado por el estudiante universitario **Luis Rodolfo Castro García**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in black ink, appearing to be 'Murphy Olimpo Paiz Recinos'.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, enero de 2010



/cc



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios**

Por darme la vida, guiar mi camino y porque de Él viene la sabiduría y el entendimiento.

**Mis padres**

Francisco de Jesús Castro Palma y Dilia Amparo García de Castro, por su cariño y apoyo para alcanzar este triunfo en mi vida.

**Mis hermanos**

José Francisco, Digby, Marlon, Guisela, Erika y Concepción, por el apoyo y cariño de siempre.

**Mis amigos**

Por su amistad sincera y los momentos que hemos compartido.

**Mi asesor**

Ing. Jorge Mario, por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo de graduación.

**La Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Todos aquellos que de alguna forma, me han inspirado y han marcado mi vida.**

*A Dios mi Padre,  
por su AMOR y  
por los grandes planes  
que tiene para mí...*

*A mis queridos y excelentes padres  
Francisco de Jesús y Dilia Amparo,  
gracias a sus esfuerzos y sacrificios  
he llegado hasta donde estoy...*

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	V
<b>GLOSARIO</b> .....	VII
<b>RESUMEN</b> .....	XI
<b>OBJETIVOS</b> .....	XIII
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	XV
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	XVII
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	XIX

<b>MARCO DE REFERENCIAS</b> .....	01
<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	17

## PLAN DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

<b>1 DIAGNÓSTICO INICIAL DEL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA</b> ....	21
1.1 Condiciones actuales del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” .....	21
1.2 Recursos materiales con los que se cuenta en el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”.....	22
<b>2 REQUISITOS DE GESTIÓN</b> .....	23
2.1 Política y objetivos de calidad .....	23
2.2 Organización y estructura del laboratorio.....	24
2.3 Sistema de Gestión.....	40
2.4 Control de documentos.....	41

2.4.1	Generalidades.....	41
2.4.2	Aprobación y emisión de documentos.....	41
2.4.3	Cambios a los documentos.....	43
2.5	Revisión de solicitudes, ofertas y contratos.....	43
2.6	Procedimientos para la selección y adquisición de servicios y suministros.....	44
2.7	Procedimientos para la mejora del sistema de gestión.....	45
2.7.1	Acciones correctivas.....	45
2.7.1.1	Generalidades.....	45
2.7.1.2	Análisis de causas.....	46
2.7.1.3	Selección e implementación de las Acciones correctivas.....	46
2.7.1.4	Monitorización de las acciones correctivas...	46
2.7.1.5	Auditorías adicionales.....	47
2.7.2	Acciones preventivas.....	47
2.7.2.1	Generalidades.....	47
2.7.2.2	Control de los registros.....	47
2.7.2.2.1	Generalidades.....	47
2.7.2.2.2	Registros técnicos.....	48
2.7.2.3	Auditorias internas.....	49
2.7.2.4	Revisiones por la dirección del laboratorio....	50
<b>3</b>	<b>REQUISITOS TÉCNICOS.....</b>	<b>51</b>
3.1	Generalidades.....	51
3.2	Requisito en cuanto a personal.....	51
3.2.1	Profesores y auxiliares.....	51
3.2.2	Estudiantes.....	52
3.3	Instalaciones y condiciones ambientales.....	53
3.3.1	Condiciones a considerar.....	53

3.3.2	Procedimiento para asegurar el orden y limpieza:	
	“Las buenas prácticas de laboratorio”.....	54
3.4	Métodos de ensayo y validación de métodos.....	58
3.5	Equipos.....	58
3.6	Trazabilidad de la medición.....	61
	3.6.1 Generalidades.....	61
	3.6.2 Requisitos específicos.....	62
	3.6.3 Patrones y materiales de referencia.....	62
3.7	Procedimientos para el muestreo.....	63
3.8	Manejo de los elementos de ensayo.....	64
3.9	Procedimiento para el aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo.....	65
3.10	Informe de los resultados.....	66
	3.10.1 Generalidades.....	66
	3.10.2 Informe de los resultados del ensayo.....	66
	3.10.3 Opiniones e interpretaciones.....	73
	3.10.4 Presentación de los informes: Informe técnico final....	74

## **RESULTADOS E INTERPRETACIÓN**

<b>4</b>	<b>VALIDACIÓN DEL ENSAYO “DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE DISOCIACIÓN ÁCIDA DEL ROJO DE METILO.....</b>	<b>77</b>
4.1	Procedimiento del ensayo.....	77
4.2	Estimación de la incertidumbre de los equipos e instrumentos de medición.....	80
4.3	Trazabilidad de la medición.....	81
	4.3.1 Generalidades.....	81
	4.3.2 Patrones y materiales de referencia.....	81
4.4	Cálculo para la validación del ensayo.....	82

4.4.1	Linealidad.....	82
4.4.2	Límite de detección, límite de cuantificación y límite de repetibilidad.....	83
4.4.3	Robustez.....	86
4.4.4	Selectividad.....	87
4.4.5	Exactitud.....	88
4.4.6	Precisión.....	88
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>89</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>91</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>95</b>
<b>APÉNDICE A:</b> Detalle de los resultados obtenidos en cada corrida del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” para su validación.....		97
<b>APÉNDICE B:</b> Detalle de los resultados obtenidos para el cálculo de la robustez del método.....		117
<b>APÉNDICE C:</b> Determinación del número de corridas.....		125
<b>ANEXO 1:</b> Recopilación de leyes, acuerdo de planes de estudio.....		127

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Estructura Organizacional del Laboratorio de Físicoquímica dentro de la Escuela de Ingeniería Química.....6
2. Jerarquía de la Documentación del Laboratorio de Físicoquímica.....11

## TABLAS

- I. Incertidumbre en cuanto al volumen.....52
- II. Incertidumbre en cuanto a la masa, pH, absorbancia y Long. de Onda...52
- III. Linealidad del índice de absorbancia en cada solución.....54
- IV. Linealidad de la constante de disociación ácida del rojo de metilo.....54
- V. Absorbancia de las soluciones ácidas a una concentración relativa del 10% medidas a la longitud de onda óptima de la sol. básica principal....55
- VI. Influencia de factores externos sobre el pKa del rojo de metilo.....58





## GLOSARIO

<b>Auditoría</b>	Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de la auditoría.
<b>Calibración</b>	Conjunto de operaciones que permiten establecer, en condiciones específicas, la relación existente entre los valores indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida material o un material de referencia, y los valores correspondientes obtenidos mediante un patrón de referencia.
<b>Desviación</b>	Error sistemático de un proceso de medición.
<b>Ensayo/Prueba</b>	Determinación de una o más características de acuerdo con un procedimiento.
<b>Exactitud</b>	Grado de concordancia entre el valor aceptado como un valor verdadero convencional, o un valor de referencia, y el valor encontrado.
<b>Guías</b>	Documentos que establecen recomendaciones.

<b>Instructivos</b>	Documentos que detallan las instrucciones técnicas, estableciendo una serie de pasos, seguidos en un orden regular y definido con el propósito de lograr una tarea específica, que puede ser tanto operativa como administrativa.
<b>Linealidad</b>	Capacidad de un método analítico para generar resultados directamente proporcionales a la concentración del analito o valor del parámetro de la muestra, dentro de un rango.
<b>Límite de cuantificación</b>	Concentración mínima de analito en la matriz de una muestra que puede ser cuantificada con una exactitud y precisión aceptable bajo condiciones analíticas específicas.
<b>Límite de detección</b>	Concentración mínima de analito en la matriz de una muestra que puede ser detectada, pero no necesariamente cuantificada, bajo condiciones analíticas específicas.
<b>Material de referencia</b>	Material o sustancia, del cual, uno o más de sus valores propios son suficientemente homogéneos y bien establecidos para ser usados en la calibración de un aparato, la evaluación de un método de medición, o la asignación de un valor a un material.

<b>Material de referencia certificado</b>	Material de referencia acompañado de un certificado, del cual uno o más valores propios son certificados por un procedimiento que establece la trazabilidad para una realización exacta de la(s) unidad(es) en la(s) que están expresados los valores de la propiedad y para los cuales cada valor certificado está acompañado por una incertidumbre para un nivel de confianza establecido.
<b>Método normalizado</b>	Método analítico desarrollado por un organismo de normalización u otro organismo reconocido cuyos métodos son generalmente aceptados por el sector técnico correspondiente.
<b>Organización</b>	Conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones.
<b>Precisión</b>	Grado de concordancia entre los valores de una serie repetida de ensayos, utilizando una muestra homogénea, bajo condiciones establecidas.
<b>Registro</b>	Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.
<b>Repetibilidad</b>	Grado de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo mesurando, realizadas en las mismas condiciones de medición.

<b>Reproducibilidad</b>	Grado de concordancia entre los resultados de mediciones del mismo mesurando realizadas en diferentes condiciones de medición.
<b>Robustez</b>	Capacidad de un procedimiento analítico de no ser afectado por pequeñas pero deliberadas variaciones en los parámetros del método provee una indicación de su confiabilidad en condiciones de uso normales.
<b>Selectividad</b>	Capacidad de un método de detectar simultáneamente o separadamente analitos diferentes presentes en una misma muestra.
<b>Trazabilidad</b>	Propiedad del resultado de una medición o el valor de un patrón por medio de la cual éste puede ser relacionado con los patrones de referencia, usualmente patrones nacionales o internacionales, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones, teniendo establecidas las incertidumbres
<b>Validación</b>	Confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.

## RESUMEN

En la Escuela de Ingeniería Química el Laboratorio de Fisicoquímica es una sala equipada con equipos, reactivos y cristalería adecuada para actividades experimentales de fisicoquímica donde los alumnos debidamente organizados y acreditados participan en rondas de aplicación de conocimientos teóricos y logran mediante el uso de herramientas matemáticas apropiadas interpretar la validez de los resultados experimentales.

El Laboratorio de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala debe de estar comprometido a mantener un sistema de gestión de calidad y competencia técnica durante la realización del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” sobre la base de la norma ISO/IEC 17025:2005 en la cual tanto catedráticos, auxiliares y estudiantes la conozcan, implementen, se comprometan a cumplirla y a mejorar el desempeño continuamente.

Entre los factores que determinan la exactitud y confiabilidad de un ensayo se encuentran: los factores humanos, las instalaciones y las condiciones ambientales; los métodos de ensayo y la validación de los métodos; los equipos; la trazabilidad de las mediciones; el muestreo; el manejo de los objetos a ensayar. El Laboratorio de Fisicoquímica debe tener en cuenta los factores anteriores al desarrollar los métodos y procedimientos para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” en la formación y cualificación de los catedráticos, auxiliares y estudiantes; así como en la selección de los equipos que se utilizan.



# OBJETIVOS

## GENERAL:

Aportar al Laboratorio de Físicoquímica las herramientas técnicas y de gestión necesarias para el diagnóstico y validación del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de Metilo”, como fase preparatoria para la aplicación de un sistema de gestión de calidad a través de la norma ISO/IEC 17025:2005.

## ESPECÍFICOS:

1. Realizar un diagnóstico inicial de las condiciones, recursos materiales, legales y de gestión dentro del Laboratorio de Físicoquímica
2. Establecer todos los requisitos en cuanto gestión del ensayo: “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, para cumplir con la norma de gestión de calidad ISO/IEC 17025:2005.
3. Establecer todos los requisitos técnicos del ensayo: “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, para cumplir con la norma de gestión de calidad ISO/IEC 17025:2005.
4. Efectuar la validación del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, por medio de la determinación de la incertidumbre y trazabilidad de los equipos, instrumentos de medición y variables a determinar en dicho ensayo.





## INTRODUCCIÓN

Actualmente, debido a los requerimientos normativos internacionales es necesario contar con laboratorios que tengan implementado un sistema de calidad que aumente su confiabilidad en los resultados de sus ensayos, que permita demostrar su competencia técnica y que fortalezca su posición competitiva a partir de una mejor administración de los recursos.

El presente trabajo pretende establecer las pautas para aplicar un sistema de gestión de calidad en uno de los ensayos del Laboratorio de Fisicoquímica, para asegurar la calidad y demostrar la competitividad técnica que el estudiante adquiere al momento de aprobar los cursos de Laboratorio de Fisicoquímica.

Para ello se tiene por objetivo aportar al Laboratorio de Fisicoquímica las herramientas técnicas y de gestión necesarias para el diagnóstico y validación del ensayo: “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, como fase preparatoria para la aplicación de los requerimientos establecidos por la norma técnica guatemalteca COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorio de ensayo y calibración”.

Para alcanzar con dicho objetivo se realizará un diagnóstico inicial de las condiciones, recursos materiales, legales y de gestión dentro del laboratorio de fisicoquímica; estableciendo los requisitos tanto de gestión como técnicos que deben cubrirse para cumplir con la norma antes citada. Abarcándose temas tales como: política y objetivos de calidad; procedimientos para el control de documentos; procedimientos para la

selección y adquisición de servicios y suministros; Instalaciones y condiciones ambientales; equipos; métodos de ensayo y validación de métodos, trazabilidad de la medición; patrones y materiales de referencia; estimación de incertidumbre de la medición; procedimientos para el muestreo; manejo de los elementos de ensayo; aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo, entre otros. Además se efectuará la validación del ensayo “Determinación de la constatación de disociación ácida del rojo de metilo”, haciendo entrega de una manual de calidad a las autoridades encargadas de dicho laboratorio.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el Laboratorio de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se realizan distintos ensayos dentro de los cursos de Laboratorio de Fisicoquímica 1 y 2, que experimentalmente aplican los principios teóricos de la fisicoquímica. Sin embargo no se cuenta con un sistema de gestión de calidad que mejore la correspondencia de los resultados experimentales con los calculados.

El proceso de acreditación en un laboratorio supone una serie de requisitos técnicos y administrativos que se encuentran regulados, actualmente, en la norma técnica guatemalteca COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005. Entre estos requisitos se encuentra la implementación de un sistema de calidad. La implementación de este sistema implica el conocimiento de la normativa vigente, el conocimiento de la documentación generada en el proceso y la compenetración con el sistema. Para una correcta aplicación del sistema de calidad y, como consecuencia, para poder lograr la acreditación del Laboratorio, es necesario que todo el personal del mismo valore la importancia de su implementación y conozca y ejecute sus procedimientos.

Cuando el laboratorio pertenece al ámbito universitario, como es el caso del Laboratorio de Fisicoquímica, nos encontramos ante ventajas y desventajas. Las ventajas podemos resumirlas en que la institución universitaria brinda un marco de contención, prestigio y conocimiento muy importante a la hora de introducirse en el proceso de acreditación. Las desventajas comprenden la dificultad para la valoración del sistema de la

calidad y la multifuncionalidad y renovación constante del personal docente y alumno, respectivamente.

¿Será necesario el diagnóstico y la validación de uno de los ensayos del laboratorio de fisicoquímica para aportar las herramientas técnicas y de gestión por medio de la entrega de un manual de calidad?

## JUSTIFICACIÓN

En el Laboratorio de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala se realizan distintos ensayos experimentales que necesitan ser regulados por un sistema de gestión de calidad para mejorar la competencia técnica del laboratorio y garantizar la conformidad de los resultados experimentales con los cálculos teóricos de las distintas disciplinas de la fisicoquímica que se practican en los cursos de Laboratorio de Fisicoquímica.

El estudio se delimitará al ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” del curso Laboratorio de Fisicoquímica 2, debido a que la norma técnica guatemalteca COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorio de ensayo y calibración” solo es aplicable para implementarse en los ensayos y no para el laboratorio en si.

Para la selección de la norma a aplicar, se efectuó una consulta previa en la Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA) respecto a las normas aplicables a las competencias específicas para el sujeto de estudio del presente trabajo. A esto se recibió respuesta que se muestra en el anexo 1.

Dentro del perfil del egresado de la carrera de ingeniería química se encuentra realizar la gestión de programas de calidad; (10-14) siendo necesario contar con dicha experiencia dentro del pensum de estudios, trabajando en un laboratorio cuyos ensayos se encuentran normados bajo un sistema de gestión de calidad como lo es la norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005.

Realizando el diagnóstico y la validación de ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” del Laboratorio de Físicoquímica, permitirá determinar qué recursos son necesario y cómo debe procederse para el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO/IEC 17025:2005; utilizando dicha información para gestionar la acreditación de dicho ensayo, además de aportar las herramientas técnicas y de gestión por medio del manual de calidad que será entregado a las autoridades.

## **MARCO DE REFERENCIAS**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Requisitos de gestión**

##### **Organización**

Es un requisito aplicable a laboratorios que pertenecen a organizaciones de mayor tamaño. En este caso, deberán definirse las actividades de toda la organización, delimitando claramente las responsabilidades del personal clave e identificando los posibles conflictos de interés. También se hace hincapié en la necesidad de definir el organigrama del laboratorio, su posición en la organización y las interrelaciones entre los diversos bloques (dirección, operaciones técnicas, servicios de apoyo y sistema de calidad).

La norma no establece la necesidad de la figura del Director Técnico, sino que podrá existir una Dirección Técnica que asuma la responsabilidad global de las operaciones técnicas. Como detalle referente a la seguridad, se introduce la necesidad de establecer procedimientos para proteger la transmisión electrónica de documentos.

##### **Sistema de gestión de la calidad**

En este apartado la norma se establece claramente los requisitos mínimos que deberá tener la declaración de política de calidad. Se establece que el laboratorio debe documentar sus políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones tanto como sea necesario para asegurar la calidad de los resultados de los ensayos o de las calibraciones. La

documentación del sistema debe ser comunicada al personal pertinente, debe ser comprendida por él, debe estar a su disposición y debe ser implementada por él.

### **Control de documentos**

Este apartado está en incluye requisitos específicos referentes a la revisión, aprobación, emisión y corrección de documentos, ya sean impresos o en formato electrónico. Hay que destacar que los documentos procedentes de fuentes externas, tales como las normas de ensayo, que forman parte del sistema de calidad del laboratorio, deberán ser controlados de la misma forma que se controlan los documentos elaborados internamente. También se establece que ya no será necesario que los documentos estén firmados por los responsables de su revisión y aprobación, pero se deberá incluir la identificación del responsable de su emisión.

### **Revisión de solicitudes, ofertas y contratos**

Este aspecto incluye la identificación de las necesidades del cliente y la seguridad de que el laboratorio tiene la capacidad de satisfacer dichas necesidades. El objetivo es, en definitiva, asegurar que tanto el laboratorio como su cliente entienden y acuerdan el trabajo a desarrollar. La norma, incluso, permite que se establezcan en algunos casos contratos verbales. Se hace hincapié también en la necesidad de mantener un registro de las revisiones del trabajo desempeñado, aunque éste sea subcontratado por el laboratorio.

### **Subcontratación de ensayos y calibraciones**

Se establece que el laboratorio debe subcontratar ensayos o calibraciones a laboratorios competentes (laboratorios que cumplan la presente norma). También se amplía el concepto de subcontratación a actividades con



carácter permanente, a través de acuerdos de subcontratación, representación o franquicia.

### **Compra de servicios y suministros**

Tiene por objetivo asegurar que los laboratorios, antes de proceder a la adquisición de un servicio o suministro, establecen las especificaciones que deberá cumplir y que, posteriormente, verifican el cumplimiento con las mismas antes de su utilización o puesta en servicio. Esto incluye la evaluación de los proveedores.

### **Servicio al cliente**

Se establece, la obligación de cooperar con el cliente. Se recomienda asimismo mantener en todo momento informado al cliente de cualquier eventualidad en la realización de los ensayos y/o calibraciones, así como conocer su grado de satisfacción a través de encuestas de opinión.

### **Reclamaciones**

Se insiste en la necesidad de que el laboratorio disponga de un procedimiento para gestionar las reclamaciones.

### **Control de trabajos de ensayo y/o calibración no conformes**

Se establece la necesidad de disponer de procedimientos específicos para ocuparse del trabajo y los resultados no conformes. En este caso, será necesaria la adopción de "acciones correctivas inmediatas".

### **Acciones correctivas**

El laboratorio debe incorporar procedimientos específicos para el análisis de causas, la selección, implementación y seguimiento de acciones correctivas

y, en caso de que se ponga en duda el cumplimiento con los requisitos de la presente norma, la realización de auditorías adicionales.

### **Acciones preventivas**

En este apartado se establece la necesidad de que los laboratorios desarrollen procedimientos proactivos que les permitan identificar oportunidades de mejora y posibles fuentes de no conformidades, ya sean técnicas o relativas al sistema de gestión de la calidad, así como establecer las "acciones preventivas" oportunas.

### **Control de los Registros**

Se presta especial atención a los registros en soporte electrónico, para los cuales el laboratorio debe disponer de procedimientos para garantizar su protección, realizar copias de seguridad y evitar su destrucción o modificación.

### **Auditorías internas**

Como novedad más importante se recomienda que la duración de un ciclo de auditorías internas sea de aproximadamente un año.

### **Revisiones por la dirección**

La dirección del laboratorio, con una frecuencia recomendada de una vez al año, debe realizar revisiones del sistema de gestión de la calidad y de las actividades de ensayo y/o calibración, con el objetivo de comprobar el adecuado cumplimiento e introducir las mejoras oportunas. La revisión debe contemplar, entre otros, el resultado de las auditorías internas recientes, las acciones correctivas y preventivas, las auditorías externas, los resultados de ejercicios interlaboratorio, reclamaciones o el retorno de información por parte de los clientes.

## **Requisitos técnicos**

En concreto, los puntos donde se ha puesto un especial énfasis son:

- La toma de muestra
- La validación de métodos
- La verificación de la trazabilidad y el cálculo de la incertidumbre de la medida en el caso de los laboratorios de ensayo.
- El contemplar la posibilidad de incluir interpretaciones y opiniones en los informes de ensayo.

## **Generalidades**

Se listan los factores que influyen en la validez y fiabilidad de los ensayos y/o calibraciones realizadas por el laboratorio y que se describen individualmente a continuación.

## **Personal**

El laboratorio debe disponer de una política de formación de su personal, el cual debe ser de plantilla o contratado. En el caso de personal en formación, debe garantizarse su adecuada supervisión. En cuanto al personal técnico o auxiliar con contrato temporal, el laboratorio debe asegurar su competencia, su adecuada supervisión y su adaptación al sistema de gestión de la calidad. Se hace especial hincapié en el personal responsable de las opiniones expresadas en los informes de ensayo, al cual se le exige un conocimiento y cualificación adicionales.

El laboratorio, asimismo, debe mantener actualizada una descripción de cada uno de sus puestos de trabajo, donde de indique, entre otros, la

responsabilidad del puesto, los conocimientos y experiencia necesarios para su desempeño, así como las aptitudes y los programas de formación requeridos.

### **Instalaciones y condiciones ambientales**

Se establece que el laboratorio debe asegurar que las condiciones ambientales no invaliden los resultados o afecten adversamente la calidad requerida de cualquier medición. Se debe tener cuidado especial cuando el muestreo y los ensayos o las calibraciones se ejecuten en sitios distintos a las instalaciones permanentes del laboratorio. Los requisitos técnicos para las instalaciones y las condiciones ambientales que puedan afectar a los resultados de los ensayos y de las calibraciones deben estar documentados.

### **Métodos de ensayo y calibración y validación de métodos**

Se incorpora requisitos relativos a la selección de métodos por parte del laboratorio y al uso de métodos no normalizados o desarrollados por el propio laboratorio. Como novedad, se incluye la necesidad de que cualquier desviación al método de ensayo sea autorizada por el cliente.

Además, se trata extensamente la validación de métodos de ensayo y calibración explicando cuándo debe validarse un método y cuáles son los parámetros que deben determinarse. Por otro lado, la norma afirma que deben validarse los métodos que no sean de referencia. Es aconsejable que los laboratorios revisen sus procedimientos para asegurar que todos los aspectos mencionados en el subapartado 5.4.5 se tienen en cuenta durante la validación. La norma intenta dejar claro también que la validación supone siempre un equilibrio entre costes, riesgos y posibilidades técnicas, es decir, la validación debe ser suficiente, pero sin que ello implique exigencias imposibles de cumplir.

En lo que se refiere al cálculo de incertidumbre, la normativa enfatiza en la necesidad de estimar la incertidumbre de ensayo, así como en el cálculo de incertidumbres asociadas a las calibraciones internas.

También se establecen requisitos claros relativos al control de las diferentes versiones del software utilizado en el laboratorio y que pueda tener influencia en los resultados de ensayo/calibración.

### **Equipos**

En este apartado la norma ISO/IEC 17025 especifica más cuáles son los equipos que deben cumplir con las especificaciones requeridas. Además, cabe destacar que la norma considera dentro de este apartado el material utilizado para hacer el muestreo así como los programas informáticos.

### **Trazabilidad de las medidas**

Se establece que deben calibrarse todos aquellos equipos que tengan un efecto significativo en la exactitud de los resultados. Se concreta cómo debe verificarse la trazabilidad de los resultados. Además, diferencia entre los laboratorios de calibración y los laboratorios de ensayo. Los laboratorios de calibración deberían calibrar sus equipos de forma que aseguren la trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI) o, en el caso de que no sea posible, a patrones de referencia apropiados, tales como los materiales de referencia certificados o bien utilizando métodos descritos claramente y aceptados por todas las partes implicadas. Sin embargo, la calibración de los equipos en los laboratorios de ensayo depende de la contribución que tenga la incertidumbre de la calibración a la incertidumbre de los resultados. En el caso de que la contribución sea importante, deberían calibrarse los equipos de igual forma que en los laboratorios de calibración.

Por otro lado, cuando esta contribución sea pequeña el laboratorio únicamente debe asegurarse de que el equipo proporciona medidas con la exactitud necesaria. Además, la norma también incluye un apartado donde se especifican los patrones que deben utilizarse para verificar la trazabilidad así como la necesidad de procedimientos para asegurar su conservación y evitar su contaminación.

### **Muestreo**

Con este apartado se establecen los requisitos claros y concisos para la realización del muestreo. En este sentido, el laboratorio debe disponer de un plan de muestreo, basado a ser posible en métodos estadísticos, y de procedimientos para el muestreo donde se indiquen los factores que deben controlarse para garantizar la validez de los resultados. Todos los datos y operaciones relacionadas con el muestreo, así como cualquier desviación de los procedimientos establecidos, debe registrarse. En adelante será posible incluir en los informes de ensayo los datos relativos al muestreo.

### **Manipulación de objetos de ensayo y calibración**

Se incide en la necesidad de que las personas responsables de obtener y transportar las muestras tengan un conocimiento adecuado sobre el procedimiento de muestreo, la manera de almacenar y transportar la muestra y los factores del muestreo que pueden influir en el resultado de ensayo o calibración.

### **Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayos y calibraciones**

El laboratorio debe disponer de sistemas de control, basados en un análisis estadístico, para comprobar la validez de los resultados de ensayos y calibraciones. Estos controles pueden incluir, entre otros, el uso habitual de

materiales de referencia o la participación programada y periódica en ejercicios de intercomparación o en ensayos de aptitud.

### **Informe de los resultados**

En este apartado, para clientes internos o cuando exista un acuerdo escrito con el cliente, los resultados pueden comunicarse de forma simplificada. Uno de los aspectos de la norma es el relativo a la inclusión en los informes de ensayo/calibración de “opiniones o interpretaciones” del laboratorio, las cuales deben estar perfectamente identificadas en el informe.

## **MARCO NORMATIVO**

La norma técnica guatemalteca COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 establece los criterios para los laboratorios que buscan demostrar que son técnicamente competentes, operan un sistema de calidad efectivo y son capaces de generar resultados de calibración y ensayo técnicamente válidos. Estos criterios abarcan diferentes aspectos que se agrupan dentro de la normativa en dos títulos generales: Requisitos Relativos a la Gestión y Requisitos Técnicos.

El primer título establece los requisitos que debe reunir la Organización que desee acreditar un laboratorio de ensayo o calibración. Define los objetivos y requisitos del sistema de la calidad, los lineamientos generales para el control de su documentación y de sus registros, y para la gestión de los ensayos que se realicen, desde la formulación del pedido hasta la entrega del informe, incluyendo todos los aspectos que puedan afectar a la calidad de los mismos. Indica de qué forma tratar los trabajos no conformes, acciones correctivas, acciones preventivas y los elementos para detectar estos problemas, como son las auditorias internas y la revisión por la dirección.

El segundo título establece los requisitos que se deben tener en cuenta en la gestión del personal, las instalaciones y condiciones ambientales, los métodos de ensayo y/o calibración y su validación, de ser necesaria, incluyendo la estimación de la incertidumbre de las mediciones, el control de los datos obtenidos y la gestión de equipos. Además establece la necesidad de que los resultados del ensayo posean una trazabilidad que corrobore la



validez de los mismos, incluyendo en este aspecto la calibración de los equipos, el tratamiento de los patrones y materiales de referencia, los lineamientos generales para la realización de muestreos y el manipuleo de los ítems correspondientes. Asimismo establece los requisitos que debe reunir el informe de los resultados, desde su contenido hasta la entrega del mismo, incluyendo las correcciones que, de ser necesarias, pueden surgir con posterioridad a su entrega.

Todos estos aspectos regulados en la norma ISO/IEC 17025, se deberán respetar a la hora de elaborar la documentación, conjuntamente con la normativa técnica específica referida al ensayo o calibración en cuestión. Además se deberá tener presente los criterios, procedimientos y reglamentos que se encuentren vigentes en el O.G.A. (Oficina Guatemalteca de Acreditación).

La documentación del sistema abarca los manuales, procedimientos, formularios y todo documento que interese al sistema o influya en la calidad de las mediciones. Esta documentación puede organizarse de diferentes maneras pero es fundamental tener en cuenta que, para que su implementación se efectúe con éxito, debe responder a las necesidades del Laboratorio. Deberán consignarse los aspectos generales que determina la normativa, refiriéndose, en particular, al laboratorio en cuestión, todo cambio significativo deberá ser informado.

Los procedimientos darán los lineamientos específicos de la forma en que se deben realizar las diferentes acciones dentro del laboratorio. Pueden ser de distinto tipo, generales, referidos al sistema de la calidad o referidos a

los ensayos. En cualquier caso, deberán responder a la normativa vigente y a las necesidades del laboratorio y se irán adecuando y mejorando con su implementación.

La elaboración de formularios responde a la necesidad de contar con documentos cuyo formato se repite pero cambia su contenido. Estos formularios surgirán naturalmente de la implementación de los procedimientos y de la necesidad de registrar datos.

Toda documentación del sistema deberá tener una codificación que la identifique de forma unívoca y que no de lugar a confusiones. Es conveniente, también, que tenga un título de las mismas características. La forma de codificar y tratar la documentación deberá ser especificada en cada laboratorio (Laboratorio de Fisicoquímica 1 y 2) de manera clara, para no dar lugar a diferentes interpretaciones.

Se puede definir como registro a un documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas. Es importante tener en cuenta que todo formulario completo, por lo tanto, será un registro y deberá ser tratado como tal.

La norma ISO/IEC 17025 indica los lineamientos generales para el control de los registros del sistema. La norma especifica consideraciones especiales sobre los registros técnicos, siendo éstos los que corresponden a los ensayos propiamente dichos, incluyendo el informe de los resultados. El laboratorio deberá definir la forma de tratar y controlar los registros de

manera clara para, también en este caso, no dar lugar a diferentes interpretaciones.

La dirección del laboratorio es quien debe dar el primer paso en la valoración e implementación del sistema. Esto no se limita al campo de la calidad solamente. Es ampliamente conocido que si los directivos de una institución u organización no están convencidos de la realización de un cambio dentro de la misma, será muy difícil que el resto del personal lo haga y prácticamente imposible implementarlo.

Un sistema de la calidad supone un cambio importante en la forma de encarar y organizar el trabajo dentro de la organización. Se deberán seguir los procedimientos, respetar la documentación, registrar las actividades y los datos referidos a las mediciones y al sistema de manera ordenada y sistemática.

Una vez que la documentación, principalmente los procedimientos y formularios, están elaborados hay que implementarlos para verificar su funcionalidad. Esta implementación puede llevar a cambios en la documentación para mejorar en forma continua la implementación del sistema. Es importante, también, que la forma de realizar y difundir estos cambios esté debidamente especificada para que todo el personal del laboratorio lo conozca y aplique.

Un instrumento muy importante en la verificación de los procedimientos es la realización de auditorías internas de todo el sistema, incluyendo los procedimientos técnicos. Allí se pueden identificar errores o problemas en el

desarrollo de los mismos que no siempre son detectados por el personal que los utiliza continuamente. Será necesario capacitarse y asesorarse antes y durante el proceso de elaboración de la documentación, de tal forma de revisar y mejorar en forma continua todos los elementos que componen la documentación del sistema.

Al implementar el sistema de gestión de calidad será necesario, entonces, capacitar al personal y organizar sus funciones de manera tal que queden definidas sus responsabilidades dentro del mismo. Aunque es necesario que el personal conozca la totalidad del sistema, no es conveniente que realicen todas las tareas del sistema. Por este motivo será menester asignar responsabilidades bien definidas a cada función y especificar esta función para cada integrante del personal, dentro del sistema.

Además será necesario que tanto el responsable de la parte técnica como el responsable por el sistema de la calidad coordinen sus actividades y asignen tareas al resto del personal de tal forma que no se superpongan entre sí. A tal fin es muy útil coordinar una reunión periódica de todo el personal para asignar actividades, actualizar el estado de situación y verificar el proceso de las actividades distribuidas con anterioridad.

Todo el planteo anterior debería marchar sin ningún problema en un laboratorio cuyo personal se desempeñe allí con cierta continuidad y se dedique solamente a esas actividades. Pero la realidad de los laboratorios universitarios, como lo es el caso del Laboratorio de Fisicoquímica es otra. El personal que se desempeña en estos laboratorios generalmente se compone

de docentes (auxiliares y catedráticos), investigadores y alumnos. Siendo esta una desventaja en primer término porque el personal docente cumple, generalmente dentro de la institución universitaria, funciones de docencia, investigación y gestión. Si a esto se le suma que muchas veces deberán cumplirlas para más de una cátedra, nos vemos ante la multiplicación de estas funciones. Esto es así en el mejor de los casos en que el docente sólo trabaje en esa institución universitaria y no tenga actividades en otra institución o en el ámbito profesional. Para poder, entonces, aprovechar al máximo el trabajo del personal docente en el laboratorio, los directivos, que además, son parte de este personal, deberán adecuar las actividades a las distintas disponibilidades horarias. De esta forma se intentará no sobrecargar al personal, obteniéndose el mejor rendimiento de sus actividades.

En segundo término se deberá tener en cuenta que el personal alumno, muy probablemente, no tenga una continuidad en el tiempo dentro del laboratorio, sino que se renueva, en ocasiones, anualmente. A este fin se deberá capacitar en forma continua a los nuevos integrantes del laboratorio, considerando la necesidad de tener siempre más de una persona por función para poder lograr cierto recambio.



## DISEÑO METODOLÓGICO

Para cumplir con los objetivos planteados, se tomará como principal referencia los requisitos señalados en la norma técnica guatemalteca COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorio de ensayo y calibración”; para los cuales la OGA ha establecido criterios para la acreditación, de acuerdo con las exigencias legales del país y a la infraestructura técnica de Guatemala. Dichos criterios serán evaluados por la OGA al momento de que un laboratorio de ensayo y/o calibración solicite su acreditación.

Para realizar el diagnóstico inicial del laboratorio de fisicoquímica, se realizará lo siguiente:

1. Se realizará una evaluación de las condiciones bajo las que se trabaja el ensayo determinación de la constatación de disociación del rojo de metilo, ubicando ventajas y oportunidades de mejora.
2. Se realizará una evaluación de los recursos materiales que rigen el ensayo determinación de la constatación de disociación del rojo de metilo, ubicando ventajas y oportunidades de mejora.
3. Se realizará una evaluación de los requisitos legales y de gestión dentro del Laboratorio de Fisicoquímica, identificando ventajas y oportunidades de mejora.

Para establecer los requisitos en cuanto a gestión y cumplir con la norma ISO/IEC 17025:2005, se realizará lo siguiente:

1. Se establecerán objetivos y políticas de calidad pertinentes al ensayo de determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo.
2. Se ilustrará una estructura organizacional del Laboratorio de Físicoquímica, tomando en cuenta Coordinador del Área, Catedráticos titulares, Auxiliares de cátedra y estudiantes que conforman los diferentes grupos de trabajo.
3. Se propondrán los requisitos para el establecimiento, implantación y mantenimiento del sistema de gestión de calidad en el ensayo de determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo.
4. Con base a lo dictado por la norma ISO/IEC 17025:2005 se establecerán las pautas para el control de documentos tales como aprobación, emisión y cambios, pertinentes al ensayo de determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo.
5. El laboratorio debe tener una política y procedimientos para la selección y compra de servicios y suministros que usa y que afectan la calidad del ensayo en estudio. Para ello se realizará una amplia consulta bibliográfica para establecer procedimientos para la compra, recepción y almacenamiento de reactivos y materiales fungibles del laboratorio pertinentes al ensayo a normalizar.
6. En base a la bibliografía consultada se establecerán los procedimientos para la mejora del sistema de gestión, tales como acciones correctivas: análisis de causas; y las acciones preventivas: control de los registros y auditorías internas, pertinentes al ensayo de determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo.

Para establecer los requisitos técnicos y cumplir con la norma ISO/IEC 17025:2005, se realizará lo siguiente:



1. Se determinarán las obligaciones que deben de cumplir catedráticos, estudiantes y auxiliares al momento de realizar el ensayo de determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo.
2. En base a lo establecido por la norma ISO/IEC 17025:2005, se establecerán los requisitos en cuanto a instalaciones y condiciones ambientales que deben de cumplirse en el laboratorio al momento de realizar el ensayo en estudio; proponiéndose procedimientos para asegurar el orden y limpieza (BPL).
3. Se analizará el método que se utiliza en el ensayo de determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo, proponiendo las acciones que deben de tomarse para la normalización y validación de dicho método con base a la bibliografía consultada.
4. Se propondrán procedimientos para la calibración de los equipos que se utilizan en el ensayo en estudio (espectrofotómetro y potenciómetro); así como también instrucciones para su uso y mantenimiento.
5. Se estimará la trazabilidad de los instrumentos de medición utilizados en el ensayo de determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo, tomando en cuenta patrones y materiales de referencia, determinando si se cumplen con los requerimientos, proponiendo las pertinentes acciones correctivas para aquellos que no satisfagan los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025:2005.
6. Se propondrán procedimientos para el muestreo en el ensayo de determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo, en base a métodos estadísticos apropiados.
7. Se propondrán técnicas que cumplan con la norma ISO/IEC 17025:2005 para el manejo correcto de los objetos a ensayar y calibrar que se utilizan en el ensayo de determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo.

8. Se propondrán métodos que aseguren la calidad de los resultados del ensayo en estudio como el orden y limpieza, utilización del equipo adecuado, manejo de los reactivos, que forman parte de las buenas prácticas de laboratorio, apegándose a los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025:2005.
9. Se propondrán las partes que se deben de incluir en la elaboración de un buen informe de los resultados del ensayo “determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”.

Para efectuar la validación del ensayo determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo se realizará lo siguiente:

1. Se medirá la incertidumbre de cada uno de los instrumentos y equipos que se utilizan en el ensayo determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo, realizando cierto número de corridas que serán determinadas por métodos estadísticos pertinentes.
2. Se estimará la trazabilidad de cada uno de los instrumentos y equipos que se utilizan en el ensayo determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo, comparando las mediciones realizadas con materiales de referencia certificados.
3. Se calculará la linealidad, límite de detección, límite de cuantificación, límite de repetibilidad, robustez, selectividad, precisión y exactitud del método para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” utilizando las herramientas estadísticas adecuadas.

# 1. DIAGNÓSTICO INICIAL DEL LABORATORIO DE FISCOQUÍMICA

## 1.1 Condiciones actuales del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”

En el Laboratorio de Fiscoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se realizan distintos ensayos dentro de los cursos de Laboratorio de Fiscoquímica 1 y 2, que experimentalmente aplican los principios de los fenómenos fiscoquímicos que requieren herramientas teóricas para la resolución de los problemas que cada experiencia demanda. El ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” es realizado por los estudiantes del curso Laboratorio de Fiscoquímica 2; sin embargo no se cuenta con un sistema de gestión de calidad que mejore la correspondencia de los resultados experimentales con los calculados.

Cuando el laboratorio pertenece al ámbito universitario, como es el caso del Laboratorio de Fiscoquímica, nos encontramos ante ventajas y desventajas. Las ventajas podemos resumirlas en que la institución universitaria nos brinda un marco de contención, prestigio y conocimiento muy importante a la hora de introducirse en el proceso de acreditación. Las desventajas comprenden la dificultad para la valoración del sistema de la calidad y la multifuncionalidad y renovación constante del personal docente y alumno, respectivamente.

## **1.2 Recursos materiales con los que se cuenta en el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”**

En la Escuela de Ingeniería Química el Laboratorio de Fisicoquímica es una sala equipada con equipos, reactivos y cristalería adecuada para actividades experimentales de fisicoquímica donde los alumnos debidamente organizados y acreditados participan en rondas de aplicación de conocimientos teóricos y logran mediante el uso de herramientas matemáticas apropiadas interpretar la validez de los resultados experimentales.

En un área útil y exclusiva de 40 metros cuadrados que se ubica en el edificio T5 de la Facultad de Ingeniería, se tienen instaladas mesas de trabajo, equipos de medición, equipos de análisis y el suministro de energía eléctrica y agua. Se cuenta también con anaqueles con reactivos debidamente clasificados y un área de administración educativa donde los profesores desarrollan actividades de orientación y evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje.

Para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, se cuenta con un espectrofotómetro digital, dos potenciómetros digitales y tres balanzas analíticas; dichos equipos no se encuentran calibrados ni se tienen materiales de referencia certificados para determinar la trazabilidad de la medición.

## **2. REQUISITOS DE GESTIÓN**

### **2.1 Política y objetivos de calidad**

#### **Política de calidad del Laboratorio de Físicoquímica**

El Laboratorio de Físicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala debe de estar comprometido a mantener un sistema de gestión de calidad y competencia técnica durante la realización del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” sobre la base de la norma ISO/IEC 17025:2005 en la cual tanto catedráticos, auxiliares y estudiantes la conozcan, implementen, se comprometan a cumplirla y a mejorar el desempeño continuamente.

#### **Objetivos de calidad del Laboratorio de Físicoquímica**

1. Conducir el trabajo de laboratorio de manera individual y grupal durante el ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo”, de acuerdo a las buenas prácticas formando actitudes profesionales propias de la Ingeniería Química.
2. Realizar experimentalmente, de forma organizada y planificada el ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo” de acuerdo a métodos de calidad establecidos.
3. Preparar, conducir y desarrollar el informe de los resultados del ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo” de manera que cumpla a cabalidad con los requisitos establecidos por la norma ISO/IEC 17025:2005.

4. Establecer la mejora continua como eje central de las actividades realizadas en el Laboratorio de Fisicoquímica durante el ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo”.

## **2.2 Organización y estructura del laboratorio**

**2.2.1** El Laboratorio de Fisicoquímica es parte de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual es una entidad legalmente constituida desde el acuerdo publicado el 26 de mayo de 1939 en el diario oficial por el Presidente de la República de Guatemala de ese entonces, General Jorge Ubico, en donde se detallan los Planes de Estudio para las Escuelas de la Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia de la Universidad Nacional, siendo creada la carrera de Ingeniería Química; dentro de dicho plan se encuentra el curso de Física Química. (Ver Anexo 1)

**2.2.2** Es responsabilidad del Laboratorio de Fisicoquímica realizar sus actividades del ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo” de modo que se cumplan los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 y se satisfagan las necesidades de autoridades reguladoras u organizaciones a la hora de que se otorgue un reconocimiento.

**2.2.3** El laboratorio de Fisicoquímica tiene sus instalaciones dentro del edificio T-5 de la Universidad de San Carlos de Guatemala, no se realizan actividades relacionadas con el ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo” en ningún laboratorio dentro o fuera de la USAC.

**2.2.4** El laboratorio de Fisicoquímica es parte de la USAC donde se desarrollan actividades de docencia e investigación. Como el laboratorio es parte de una gran organización, con el fin de identificar conflictos potenciales de interés, se

tienen definidas las responsabilidades y funciones de la persona encargada del Laboratorio de Físicoquímica por parte de la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química.

**2.2.5 a)** El Laboratorio de Físicoquímica debe contar con un profesor titular y/o auxiliar, que tenga independientemente de toda otra responsabilidad, la autoridad y los recursos necesarios para desempeñar sus tareas, incluidas la implementación, el mantenimiento y la mejora del sistema de gestión, para identificar ocurrencia de desviaciones del sistema de gestión o de los procedimientos del ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo”, e iniciar acciones destinadas a prevenir o minimizar dichas desviaciones.

**2.2.5 b)** Para asegurar que todo el personal del laboratorio de Físicoquímica (profesores titulares, auxiliares y estudiantes) están libres de cualquier presión o influencia indebida, interna o externa, que perjudique la calidad del ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo”; deben comprometerse a firmar un documento controlado donde se haga constar su imparcialidad y conflicto de interés.

**2.2.5 c)** El Laboratorio de Físicoquímica debe tener definido que toda la información que es parte de las actividades del laboratorio relativas a los resultados del ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo” son confidenciales y no deben salir sin autorización del coordinador.

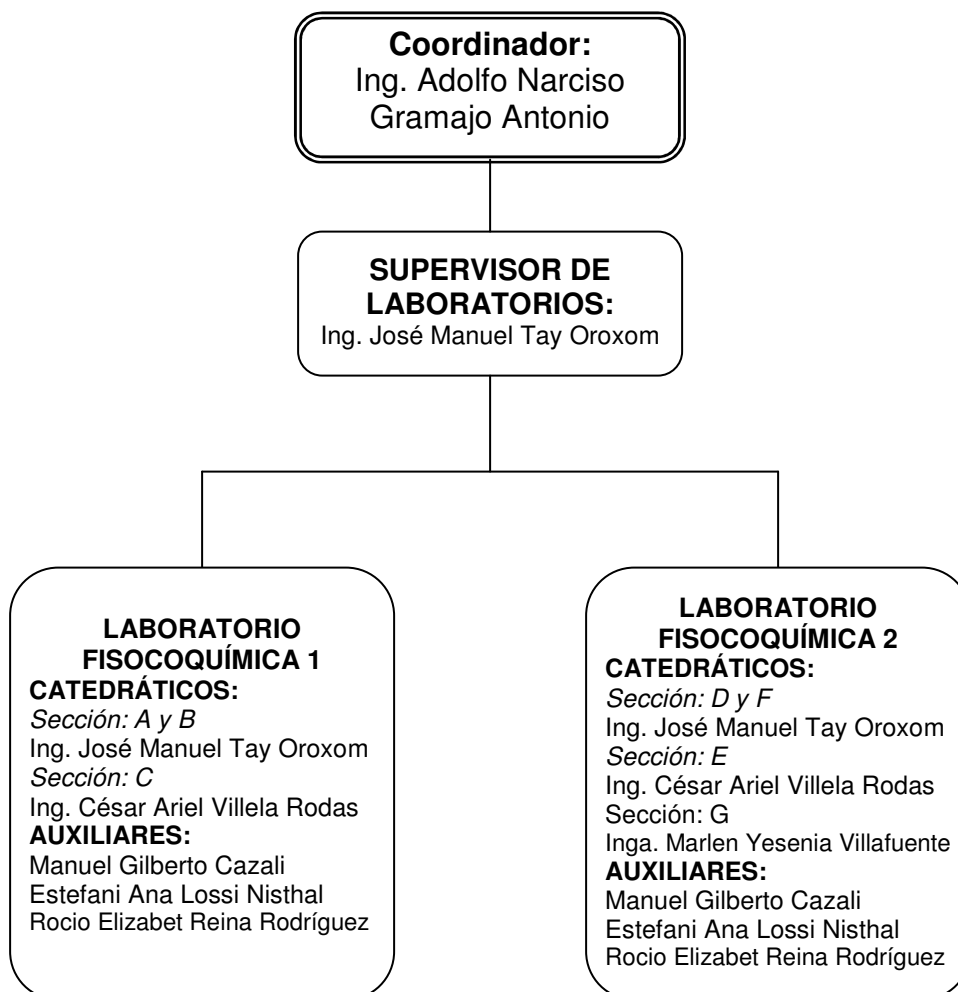
**2.2.5 d)** El Laboratorio de Físicoquímica debe tener como política que tanto profesores, auxiliares y estudiantes no intervendrán en actividades que puedan disminuir la confianza en la competencia, imparcialidad, juicio o integridad

operacional referente al ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo”; para ello deben comprometerse a firmar un documento controlado donde se haga constar su no discriminación, imparcialidad, conflicto de interés u otro tipo de presión indebida.

**2.2.5 e)** El Laboratorio de Físicoquímica define su estructura organizacional de gestión como se muestra a continuación (2-12):

**Figura 1. Estructura Organizacional del Laboratorio de Físicoquímica dentro de la Escuela de Ingeniería Química**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ÁREA DE FÍSICOQUÍMICA (Práctica)**





**2.2.5 f)** A continuación se especifica la responsabilidad, autoridad y atribuciones de todas las personas que dirigen, verifican y ejecutan trabajos de ensayo en el Laboratorio de Físicoquímica (3-30):

### **COORDINADOR DEL ÁREA DE FÍSICOQUÍMICA**

<b>I. IDENTIFICACIÓN</b>
--------------------------

<b>Ubicación Administrativa:</b>	Escuela de Ingeniería Química
<b>Puesto Nominal:</b>	Profesor Titular
<b>Puesto Funcional:</b>	Coordinador de Área Físicoquímica
<b>Inmediato Superior:</b>	Director de la Escuela de Ingeniería Química
<b>Subalternos:</b>	Supervisor de Laboratorio Profesores de Cátedra Auxiliares de Cátedra I y II

<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO</b>
-----------------------------------

<b>1. NATURALEZA DEL PUESTO</b>
<p>Puesto docente que consiste en coordinar, planificar y organizar con los profesores y con el supervisor de laboratorio del área a su cargo el cumplimiento del programa académico de desarrollar durante el ciclo lectivo. Identificar las necesidades del área que coordina. Motivar la participación de los profesores de su área en actividades académicas, de investigación y de desarrollo profesional. Coordinar las funciones de todos los laboratorios a través del supervisor de laboratorio de su área.</p>
<b>2. ATRIBUCIONES</b>
<b>2.1 ORDINARIAS</b>
<p>a. Orientar a los estudiantes en el desarrollo de sus estudios y en la solución de sus problemas académicos.</p>

- b. Asistir a los profesores en las actividades de los cursos que imparten en el área a su cargo.
- c. Representar oficialmente el área que coordina en la Escuela de Ingeniería Química.
- d. Impulsar actividades de carácter investigativo en los laboratorios del área a su cargo.

## **2.2 PERIÓDICAS**

- a. Planificar las actividades del área a su cargo.
- b. Mantener un registro de las evaluaciones realizadas en los diferentes cursos de su área.
- c. Elaborar un plan de actividades para cada semestre, el cual deberá presentar al Director de Escuela al final de cada curso inmediato anterior.
- d. Actualizar el contenido programático de los cursos de su área.
- e. Elaborar y entregar un informe estadístico de cada curso y de la asistencia de cada profesor de su área.
- f. Asistir a las sesiones convocadas por el Director de la Escuela de Ingeniería Química.
- g. Realizar una evaluación periódica de las necesidades administrativo-académicas del área a su cargo.
- h. Evaluar, al final del semestre, las necesidades de los laboratorios del área a su cargo y presentar un presupuesto para el siguiente semestre al Director de la Escuela de Ingeniería Química.
- i. Presentar un plan de mejora continua para los laboratorios del área a su cargo.
- j. Verificar que los laboratorios de las áreas a su cargo tengan todos los insumos necesarios para su operación antes de iniciar cada semestre.

## **2.3 EVENTUALES**

- a. Apoyar a la Dirección de Escuela en la solución de problemas administrativos.
- b. Realizar los exámenes públicos y privados para los que fueren nombrados.
- c. Revisar protocolos, informes finales y trabajos de EPS cuando se le sea solicitado.
- d. Participar en las comisiones de apoyo.

## **3. RELACIONES DE TRABAJO**

### **Internas**

Director de Escuela de Ingeniería Química, Secretaria II, Profesores Titulares, Profesores Interinos, Auxiliares de Cátedra de su área y Estudiantes.

#### **4. RESPONSABILIDAD**

- a.** Asistir puntualmente durante el tiempo de contratado, ya sea a impartir clases o dar asistencia a alumnos.
- b.** Conocer a su equipo de trabajo.
- c.** Ejecutar las decisiones de la dirección de escuela.
- d.** Conocer, observar y cumplir con las leyes, reglamentos y normativos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- e.** Administrar los laboratorios del área a su cargo.
- f.** Velar por la seguridad de los profesores y estudiantes durante el proceso del laboratorio.
- g.** Mantener la integridad y funcionamiento de los equipos y las instalaciones de los laboratorios de su área a cargo.

### **III. ESPECIFICACIONES DEL PUESTO**

#### **1. Requisitos de Formación y Experiencia**

- a.** Ser Centroamericano
- b.** Poseer como mínimo el grado académico de Licenciado legalmente reconocido en Guatemala.
- c.** Ser colegiado activo.
- d.** Estar en el goce de sus derechos civiles

## SUPERVISOR DE LABORATORIO

### I. IDENTIFICACIÓN

<b>Ubicación Administrativa:</b>	Escuela de Ingeniería Química
<b>Puesto Nominal:</b>	Profesor Titular
<b>Puesto Funcional:</b>	Supervisor de Laboratorio
<b>Inmediato Superior:</b>	Coordinador de Área
<b>Subalternos:</b>	Auxiliares de Cátedra I y II

### II. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

#### 1. NATURALEZA DEL PUESTO

Puesto docente que consiste en coordinar, planificar y organizar con los profesores del área a su cargo el cumplimiento del programa académico de desarrollar durante el ciclo lectivo. Identificar las necesidades de los laboratorios de su área. Dirigir y coordinar las funciones de todos los laboratorios de su área.

#### 2. ATRIBUCIONES

##### 2.1 ORDINARIAS

- a. Orientar a los estudiantes en el desarrollo de sus estudios y en la solución de sus problemas académicos.
- b. Asistir a los profesores en las actividades de los cursos que imparten en el área a su cargo.
- c. Impulsar actividades de carácter investigativo en los laboratorios del área a su cargo.
- d. Otras atribuciones inherentes al puesto.

##### 2.2 PERIÓDICAS

- a. Planificar las actividades de los laboratorios del área a su cargo.
- b. Mantener un registro de las evaluaciones realizadas en los diferentes cursos de su área.

- c. Elaborar un plan de actividades para cada semestre, el cual deberá presentarse al Coordinador del área al final de cada curso inmediato anterior.
- d. Actualizar el contenido programático de los laboratorios de su área.
- e. Elaborar y entregar un informe estadístico de cada laboratorio y de la asistencia de cada profesor de su área.
- f. Asistir a las sesiones convocadas por su Coordinador de área.
- g. Evaluar, al final del semestre, las necesidades de los laboratorios del área a su cargo y presentar un presupuesto para el siguiente semestre al Coordinador de su área.
- h. Presentar un plan de mejora continua para los laboratorios del área a su cargo.
- i. Verificar que los laboratorios del área a su cargo tengan todos los insumos necesarios para su operación antes de iniciar cada semestre.
- j. Otras atribuciones inherentes al puesto.

### **2.3 EVENTUALES**

- a. Realizar los exámenes públicos y privados para los que fueren nombrados.
- b. Revisar protocolos, informes finales y trabajos de EPS cuando se le sea solicitado.
- c. Participar en las comisiones de apoyo.
- d. Otras atribuciones inherentes al puesto.

## **3. RELACIONES DE TRABAJO**

### **Internas**

Director de Escuela de Ingeniería Química, Secretaria II, Coordinador de su área, Profesores Titulares, Profesores Interinos, Auxiliares de Cátedra de su área y estudiantes.

## **4. RESPONSABILIDAD**

- a. Asistir puntualmente durante el tiempo de contratado, ya sea a impartir clases o dar asistencia a alumnos.
- b. Conocer a su equipo de trabajo.
- c. Conocer, observar y cumplir con las leyes, reglamentos y normativos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- d. Dirigir los laboratorios del área a su cargo.
- e. Velar por la seguridad de los profesores y estudiantes durante el proceso del laboratorio.
- f. Mantener la integridad y funcionamiento de los equipos y las instalaciones de los laboratorios de su área a cargo.

### **III. ESPECIFICACIONES DEL PUESTO**

#### **1. Requisitos de Formación y Experiencia**

- a.** Ser Centroamericano
- b.** Poseer como mínimo el grado académico de Licenciado legalmente reconocido en Guatemala.
- c.** Ser colegiado activo.
- d.** Estar en el goce de sus derechos civiles.

## PROFESOR DE CÁTEDRA

### I. IDENTIFICACIÓN

<b>Ubicación Administrativa:</b>	Escuela de Ingeniería Química
<b>Puesto Nominal:</b>	Profesor Titular
<b>Puesto Funcional:</b>	Profesor de Cátedra
<b>Inmediato Superior:</b>	Supervisor de Laboratorio
<b>Subalternos:</b>	Auxiliares de Cátedra I y II

### II. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

#### 1. NATURALEZA DEL PUESTO

Puesto docente que consiste en coordinar, planificar y organizar con los Auxiliares de Cátedra a su cargo el cumplimiento del programa académico de desarrollar durante el ciclo lectivo. Identificar las necesidades del Laboratorio de Fisicoquímica. Dirigir y coordinar las funciones del Laboratorio de Fisicoquímica.

#### 2. ATRIBUCIONES

##### 2.1 ORDINARIAS

- a. Orientar a los estudiantes en el desarrollo de sus estudios y en la solución de sus problemas académicos.
- b. Asistir a los auxiliares de cátedra en las actividades de los cursos que imparten en el Laboratorio de Fisicoquímica.
- c. Impulsar actividades de carácter investigativo en el Laboratorio de Fisicoquímica.
- d. Otras atribuciones inherentes al puesto.

##### 2.2 PERIÓDICAS

- a. Planificar las actividades del Laboratorio de Fisicoquímica.
- b. Mantener un registro de las evaluaciones realizadas en el Laboratorio de Fisicoquímica.

- c. Elaborar un plan de actividades para cada semestre, el cual deberá presentarse al Supervisor del Laboratorio al final de cada curso inmediato anterior.
- d. Actualizar el contenido programático del Laboratorio de Físicoquímica.
- e. Elaborar y entregar un informe de las notas de los estudiantes al final del curso.
- f. Asistir a las sesiones convocadas por su Supervisor de Laboratorio.
- g. Evaluar, al final del semestre, las necesidades del Laboratorio de Físicoquímica y presentar un presupuesto para el siguiente semestre al Supervisor de Laboratorio.
- h. Presentar un plan de mejora continua para el Laboratorio de Físicoquímica.
- i. Verificar que el Laboratorio de Físicoquímica tengan todos los insumos necesarios para su operación antes de iniciar cada semestre.
- j. Otras atribuciones inherentes al puesto.

### **2.3 EVENTUALES**

- a. Realizar los exámenes públicos y privados para los que fueren nombrados.
- b. Revisar protocolos, informes finales y trabajos de EPS cuando se le sea solicitado.
- c. Participar en las comisiones de apoyo.
- d. Otras atribuciones inherentes al puesto.

### **3. RELACIONES DE TRABAJO**

#### **Internas**

Director de Escuela de Ingeniería Química, Secretaria II, Coordinador de su área, Supervisor del Laboratorio, Profesores Interinos, Auxiliares de Cátedra del Laboratorio de Físicoquímica y Estudiantes.

### **4. RESPONSABILIDAD**

- a. Asistir puntualmente durante el tiempo de contratado, ya sea a impartir clases o dar asistencia a alumnos.
- b. Conocer a su equipo de trabajo.
- c. Conocer, observar y cumplir con las leyes, reglamentos y normativos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- d. Dirigir el Laboratorio de Físicoquímica.
- e. Velar por la seguridad de los auxiliares y estudiantes durante el proceso del laboratorio.
- f. Mantener la integridad y funcionamiento de los equipos y las instalaciones de los laboratorios de su área a cargo.



### **III. ESPECIFICACIONES DEL PUESTO**

#### **1. Requisitos de Formación y Experiencia**

- a.** Ser Centroamericano
- b.** Poseer como mínimo el grado académico de Licenciado legalmente reconocido en Guatemala.
- c.** Ser colegiado activo.
- d.** Estar en el goce de sus derechos civiles.

## AUXILIAR DE CÁTEDRA

### I. IDENTIFICACIÓN

<b>Ubicación Administrativa:</b>	Escuela de Ingeniería Química
<b>Puesto Nominal:</b>	Auxiliar de Cátedra I y II
<b>Puesto Funcional:</b>	Auxiliar de Cátedra del Laboratorio de Físicoquímica
<b>Inmediato Superior:</b>	Profesor de Cátedra
<b>Subalternos:</b>	No aplica

### II. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

#### 1. NATURALEZA DEL PUESTO

Puesto que apoya a los profesores de cátedra del laboratorio de físicoquímica a coordinar, planificar y organizar el cumplimiento del programa académico de desarrollar durante el ciclo lectivo. Identificar las necesidades del Laboratorio de Físicoquímica. Dirigir y coordinar el desarrollo de los ensayos del Laboratorio de Físicoquímica.

#### 2. ATRIBUCIONES

##### 2.1 ORDINARIAS

- a. Orientar a los estudiantes en el desarrollo de sus estudios y en la solución de sus problemas académicos.
- b. Asistir a los estudiantes durante el desarrollo de los ensayos en el Laboratorio de Físicoquímica.
- c. Calificar los exámenes cortos y reportes entregados por los estudiantes del Laboratorio de Físicoquímica.
- d. Otras atribuciones inherentes al puesto.

##### 2.2 PERIÓDICAS

- a. Mantener un registro de las evaluaciones realizadas en el Laboratorio de Físicoquímica.
- b. Elaborar y entregar un informe de las notas de los estudiantes al final

del curso.

- c. Asistir a las sesiones convocadas por el profesor de cátedra.
- d. Verificar que el Laboratorio de Físicoquímica tengan todos los insumos necesarios para su operación antes de iniciar cada semestre.
- e. Otras atribuciones inherentes al puesto.

### **2.3 EVENTUALES**

- a. Apoyar al Profesor de cátedra en la labor docente.

## **3. RELACIONES DE TRABAJO**

### **Internas**

Director de Escuela de Ingeniería Química, Secretaria II, Coordinador de su área, Supervisor del Laboratorio, Profesores Interinos, Profesores de cátedra del Laboratorio de Físicoquímica y Estudiantes.

## **4. RESPONSABILIDAD**

- a. Asistir puntualmente durante el tiempo de contratado, ya sea a impartir el laboratorio o a dar asistencia a alumnos.
- b. Conocer, observar y cumplir con las leyes, reglamentos y normativos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- c. Asistir a los estudiantes durante el desarrollo experimental de los ensayos del Laboratorio de Físicoquímica.
- d. Velar por la seguridad de los estudiantes durante el proceso del laboratorio.
- e. Mantener la integridad y funcionamiento de los equipos y las instalaciones de los laboratorios de su área a cargo.

## **III. ESPECIFICACIONES DEL PUESTO**

### **1. Requisitos de Formación y Experiencia**

- a. Ser Centroamericano
- b. Ser estudiante inscrito en la Universidad de San Carlos en la carrera de ingeniería Química.
- c. No poseer grado académico
- d. Para el puesto de Auxiliar de Cátedra I de haber aprobado como mínimo tres quintas partes del pensum de estudios, incluidos los cursos de Laboratorio de Físicoquímica 1 y 2 de la carrera de Ingeniería Química.
- e. Para ser auxiliar de Cátedra II se requiere haber cerrado pensum de la carrera de Ingeniería Química
- f. Estar en el goce de sus derechos civiles.

## **FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS ESTUDIANTES: (4-8)**

<b>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li><b>a.</b> Solicitar con tiempo al auxiliar del laboratorio el material necesario para la realización de los ensayos.</li><li><b>b.</b> Colaborar en las diferentes actividades como lavado de material de vidrio, utilizando técnicas implementadas.</li><li><b>c.</b> Llegar puntualmente el día del ensayo de laboratorio y asistir al profesor en todo lo que sea necesario para el correcto desarrollo del ensayo.</li><li><b>d.</b> Participar en los recuentos posteriores y preparar el material que se necesite.</li><li><b>e.</b> Cumplir con las normas de seguridad dentro del Laboratorio de Fisicoquímica.</li><li><b>f.</b> Cumplir con lo establecido en el manual del estudiante de Laboratorio de Fisicoquímica durante la realización de la práctica.</li></ul>

**2.2.5 g)** Tanto catedráticos titulares como profesores auxiliares, deberán evaluar periódicamente los resultados de los ensayos de “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo”, dejando su firma como constancia de que esto fue supervisado.

**2.2.5 h)** El laboratorio de Físicoquímica debe contar con un encargado de la dirección técnica con la responsabilidad total de las operaciones técnicas y el suministro de los recursos necesarios para asegurar la cantidad requerida de las operaciones referentes al ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo”.

**2.2.5 i)** Se debe nombrar un miembro del personal del Laboratorio de Físicoquímica como director de la calidad, quien independientemente de otras obligaciones y responsabilidades, debe tener definidas la responsabilidad y la autoridad para asegurar que el sistema de gestión de la calidad será implementado y respetado en todo momento; el director de la calidad debe tener acceso directo al más alto nivel directivo en el cual se toman decisiones sobre la política y los recursos del laboratorio.

**2.2.5 j)** El Laboratorio de Físicoquímica debe contar con una descripción de quién reemplaza a quién en cada actividad del laboratorio.

**2.2.5 k)** Para asegurar que el personal involucrado en el Laboratorio de Físicoquímica es consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades, los objetivos con los que cuenta el sistema de gestión de calidad aplicados al ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo” deben ser dados a conocer a todo el personal.

**2.2.6** La alta dirección del Laboratorio de Físicoquímica (catedráticos titulares y coordinador del área de Físicoquímica) deben asegurar que se establezcan

procesos de comunicación apropiados dentro del laboratorio y que la comunicación se realice considerando la efectividad del sistema de gestión.

## **2.3 Sistema de Gestión**

**2.3.1** En el Laboratorio Físicoquímica se debe establecer, implementar y mantener el sistema de gestión de acuerdo al alcance de sus actividades durante el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”. El Laboratorio debe documentar sus políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones tanto como sea necesario para asegurar la calidad de los resultados del ensayo en cuestión. La documentación del sistema debe ser comunicada a todo el personal involucrado en el Laboratorio de Físicoquímica, debe ser comprendida por los estudiantes, debe estar a su disposición y debe ser implementada por ellos.

**2.3.2** Las políticas del sistema de gestión del Laboratorio de Físicoquímica concernientes a la calidad, incluida una declaración de la política de la calidad, deben estar definidas en un Manual de Calidad para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”

**2.3.3** La alta dirección del Laboratorio de Físicoquímica debe proporcionar evidencias del compromiso con el desarrollo y la implementación del sistema de gestión y con mejorar continuamente su efectividad.

**2.3.4** La alta dirección del Laboratorio de Físicoquímica debe comunicar a la dirección de la Escuela de Ingeniería Química la importancia de satisfacer los requisitos legales y reglamentarios.

**2.3.5** La alta dirección del Laboratorio de Físicoquímica debe asegurar que se mantiene la integridad del sistema de gestión cuando se planifican e implementan cambios en éste.

## 2.4 Control de documentos

### 2.4.1 Generalidades

El Laboratorio de Físicoquímica debe establecer y mantener procedimientos para el control de todos los documentos que forman parte del sistema de gestión, tales como reglamentos, normas y otros documentos normativos, los métodos de ensayo, así como los dibujos, el software, las especificaciones de los equipos, las instrucciones y los manuales; referente al ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”; los cuales forman parte de los siguientes niveles de jerarquía:

Figura 2. Jerarquía de la documentación del Laboratorio de Físicoquímica



### 2.4.2 Aprobación y emisión de documentos

**2.4.2.1** Todos los documentos distribuidos entre el personal del Laboratorio de Físicoquímica (catedráticos, auxiliares y estudiantes) como parte del sistema de gestión, deben ser revisados y aprobados para su uso, por el personal autorizado antes de su emisión. Se debe establecer una lista maestra o un

procedimiento equivalente de control de la documentación, identificando el estado de revisión vigente y la distribución de los documentos del sistema de gestión, la cual debe ser fácilmente accesible con el fin de evitar el uso de documentos no válidos u obsoletos.

**2.4.2.2** Los procedimientos adoptados para la aprobación y emisión de los documentos deben asegurar que:

- a) Las ediciones autorizadas de los documentos pertinentes estén disponibles en todos los sitios en los que se llevan a cabo operaciones esenciales para el funcionamiento efectivo del Laboratorio de Físicoquímica.
- b) Los documentos sean examinados periódicamente y, cuando sea necesario, modificados para asegurar la adecuación y el cumplimiento continuos con los requisitos aplicables.
- c) Los documentos no válidos u obsoletos sean retirados inmediatamente de todos los puntos de emisión o uso, o sean protegidos de alguna otra forma del uso involuntario (es recomendable colocarles un sello de obsoletos).
- d) Los documentos obsoletos, retenidos por motivos legales o de preservación del conocimiento, sean adecuadamente marcados y enviados al archivo de la Escuela de Ingeniería Química.

**2.4.2.3** Los documentos del sistema de gestión generados por el Laboratorio de Físicoquímica deben ser identificados unívocamente. Dicha identificación debe incluir la fecha de emisión o una identificación de la revisión, la numeración de las páginas, el número total de páginas o una marca que indique el final del documento, y la o las personas autorizadas a emitirlos.



### **2.4.3 Cambios a los documentos**

**2.4.3.1** Los cambios a los documentos deben ser revisados y aprobados por los catedráticos titulares y/o coordinador del Área de Físicoquímica. El personal designado debe tener acceso a los antecedentes pertinentes sobre los que basará su revisión y su aprobación.

**2.4.3.2** Cuando sea posible, se debe identificar el texto modificado o nuevo en el documento o en los anexos apropiados. Además debe explicarse la razón de los cambios que fueron solicitados en su aprobación.

**2.4.3.3** Cuando los documentos del Laboratorio de Físicoquímica que no afectan el sistema de gestión calidad, sean modificados a mano, hasta que se edite una nueva versión, se deben definir los procedimientos y las personas autorizadas para realizar tales modificaciones. Las modificaciones deben estar claramente identificadas, firmadas y fechadas. Un documento revisado debe ser editado nuevamente tan pronto como sea posible.

**2.4.3.4** El procedimiento de control de documentos debe especificar cómo se hará el control de documentos en la parte virtual, para garantizar el control de éstos.

### **2.5 Revisión de las solicitudes, ofertas y contratos**

Debe hacerse mención que la USAC, por ser una entidad pública, tiene procedimientos para compras y adquisiciones de bienes y servicios que se ajustan con estricto apego a la Ley de contrataciones del estado vigente.

## **2.6 Procedimientos para la selección y adquisición de servicios y suministros**

**2.6.1** El Laboratorio de Fisicoquímica debe tener una política y los procedimientos para la selección y la compra de los servicios y suministros que utiliza y que afectan a la calidad del ensayo “Determinación de la constante ácida de disociación del rojo de metilo”. Deben existir procedimientos para la compra, la recepción y el almacenamiento de los reactivos y materiales consumibles de laboratorio que se necesiten para dicho ensayo.

**2.6.2** El laboratorio debe asegurar que los suministros, los reactivos y los materiales consumibles adquiridos, que afectan a la calidad del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, no sean utilizados hasta que hayan sido inspeccionados, o de otro modo se verifique su cumplimiento con las especificaciones normalizadas o los requisitos definidos en los métodos para el ensayo concerniente. Estos servicios y suministros utilizados deben cumplir con los requisitos especificados. Se deben mantener registros de las acciones tomadas para verificar el cumplimiento como por ejemplo tomar una muestra al azar analizándola para determinar la calidad de los reactivos.

**2.6.3** Los documentos de compra de los elementos que afectan a la calidad del ensayo en cuestión deben contener datos que describan los servicios y suministros solicitados como cantidades y especificaciones técnicas. Estos documentos de compra deben ser revisados y aprobados en cuanto a su contenido técnico antes de ser liberados. La descripción puede incluir el tipo, la clase, el grado, una identificación precisa, especificaciones, dibujos, instrucciones de inspección, otros datos técnicos, la calidad requerida y la norma del sistema de gestión bajo la que fueron realizados.

**2.6.4** El laboratorio debe evaluar a los proveedores de los productos consumibles, suministros y servicios críticos que afectan a la calidad del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, y debe mantener los registros de dichas evaluaciones y establecer una lista de aquellos que hayan sido aprobados.

## **2.7 Procedimientos para la mejora del sistema de Gestión**

Para evaluar la eficacia del sistema de gestión de calidad, el Laboratorio de Físicoquímica debe mejorar continuamente mediante el uso de las políticas de calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de los datos, las acciones correctivas y preventivas y las revisiones por la dirección.

### **2.7.1 Acciones correctivas**

#### **2.7.1.1 Generalidades**

El Laboratorio de Físicoquímica debe establecer una política y un procedimiento para la implementación de acciones correctivas cuando se haya identificado un trabajo no conforme o desvíos de las políticas y procedimientos del sistema de gestión o de las operaciones técnicas, y debe designar personas apropiadamente autorizadas para implementarlas. Una vez identificada una no conformidad que puede estar basada en: control de trabajo no conforme, observaciones del personal, auditorías, cambios de normas en los procedimientos utilizados, revisiones por parte de la dirección, acciones correctivas implementadas anteriormente, debe hacerse el estudio de acción correctiva por parte del personal del laboratorio en coordinación con el jefe de calidad.

### **2.7.1.2 Análisis de causas**

El procedimiento de acciones correctivas debe comenzar con una investigación para determinar la o las causas que originaron el problema. Frecuentemente, el origen del problema no es evidente y por lo tanto se requiere un análisis cuidadoso de todas las causas potenciales del mismo. Las causas potenciales podrían incluir las muestras, las especificaciones relativas a las muestras, los métodos y procedimientos, las habilidades y la formación de los estudiantes y del personal docente, los materiales consumibles o los equipos y su calibración. Para verificar la relación entre la causa y el problema estudiado, pueden utilizarse técnicas de lluvia de ideas, análisis causa y efecto o espina de pescado.

### **2.7.1.3 Selección e implementación de las acciones correctivas**

Posterior al análisis de causas debe procederse a seleccionar e implementar las acciones correctivas con mayor posibilidad de eliminar el problema y prevenir que vuelva a ocurrir; las acciones coercitivas deben corresponder a la magnitud del problema y sus riesgos. Al registrar la acción correctiva seleccionada, se aclara si es necesario realizar cambios en algún documento del sistema de calidad. Cuando una no conformidad no requiere un análisis porque es una solución inmediata y no afecta al sistema, como por ejemplo la falta de una firma o un error de digitación, se realiza una corrección inmediata y no se hace análisis de acción correctiva. El Laboratorio debe documentar e implementar cualquier cambio necesario que resulte de las investigaciones de las acciones correctivas.

### **2.7.1.4 Monitorización de las acciones correctivas**

El Laboratorio de Físicoquímica deberá verificar la efectividad de las acciones implementadas y definir en detalle la situación posterior al implementar las acciones correctivas llevando un seguimiento de los resultados.

### **2.7.1.5 Auditorías adicionales**

Cuando se generan dudas acerca del cumplimiento de la política de calidad, de los procedimientos, o acciones que afecten el sistema de gestión de calidad, el Laboratorio de Físicoquímica debe asegurar que se auditen las áreas relacionadas con la no conformidad, cuando se requiera, por la gravedad de la situación presentada.

## **2.7.2 Acciones preventivas**

### **2.7.2.1 Generalidades**

**2.7.2.1.1** Se deben identificar las mejoras necesarias y las fuentes potenciales de no conformidades, ya sean técnicas o concernientes al sistema de gestión. Cuando se identifiquen oportunidades de mejora o si se requiere una acción preventiva, se deben desarrollar, implementar y monitorizar los planes de acción, a fin de reducir la probabilidad de ocurrencia de dichas no conformidades y aprovechar las oportunidades de mejora.

**2.7.2.1.2** El Laboratorio de Físicoquímica debe realizar un seguimiento al desarrollo, implementación y resultados de las acciones preventiva aplicadas. Esto debe hacerse con el fin de confirmar la efectividad de las acciones preventivas tomadas. La eficacia de estas acciones preventivas se evidencia con la disminución de las acciones correctivas en un período determinado.

### **2.7.2.2 Control de los registros**

#### **2.7.2.2.1 Generalidad en cuanto al control de registros**

**2.7.2.2.1.1** El laboratorio de Físicoquímica debe establecer y mantener procedimientos para la identificación, la recopilación, la codificación, el acceso, el archivo, el almacenamiento, el mantenimiento y la disposición de los registros de la calidad y los registros técnicos. Los registros de la calidad deben incluir

los informes de las auditorías internas y de las revisiones por la dirección, así como los registros de las acciones correctivas y preventivas.

**2.7.2.2.1.2** Todos los registros del laboratorio de Físicoquímica referentes al sistema de calidad, deben de ser legibles en cuanto a su estado físico, y deben ser almacenados en carpetas para evitar que se deterioren y pierda. Debe establecerse el tiempo de retención de dichos registros.

**2.7.2.2.1.3** Todos los registros del Laboratorio de Físicoquímica deben estar en lugares seguros, de fácil identificación y recuperación, deben ser almacenado es sitios que garanticen su confidencialidad. Todos los registros referentes al sistema de calidad solo deben ser consultados por personal autorizado, para ello se debe dejar la evidencia adecuada que demuestre quién y cuando consultó un registro.

**2.7.2.2.1.4** El laboratorio de Físicoquímica debe tener procedimientos para proteger y respaldar los registros referentes al sistema de calidad almacenados electrónicamente, para prevenir el acceso no autorizado o la modificación de dichos registro.

#### **2.7.2.2.2 Registros Técnicos**

**2.7.2.2.2.1** El Laboratorio de Físicoquímica debe conservar los registros técnicos de todas las actividades referentes al ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de Metilo”, estos se deben guardar de acuerdo a un orden establecido para la retención de los registros. Dichos registros deben contener información suficiente para facilitar, cuando sea posible, la identificación de los factores que afectan a la incertidumbre y permitir que el ensayo o la calibración sea repetido bajo condiciones lo más cercanas posible a las originales.

**2.7.2.2.2** Las observaciones, los datos y los cálculos referentes al ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de Metilo” deben ser registrados al momento que son realizados y deben ser archivados en las carpetas correspondientes.

**2.7.2.2.3** Cuando ocurran errores en los registros, estos no se deben tachar ni borrar, ni hacerse ilegibles o eliminarse; el dato correcto se debe anotar al lado. La persona que realiza la corrección debe firmar en todas estas alteraciones de los registros. En el caso de los registros almacenados en forma electrónica, se deben de tomar medidas equivalentes a fin de evitar pérdida o modificación de los datos originales. Al terminar el total diligenciamiento de una hoja de registro, esta debe ser revisada y firmada por el jefe de calidad para su posterior archivo.

### **2.7.2.3 Auditorías internas**

**2.7.2.3.1** El Laboratorio de Físicoquímica debe tener una programación para la realización de auditorías internas de acuerdo con el procedimiento establecido, donde las auditorías se dirigen a todos los elementos del sistema de calidad y actividades del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de Metilo”.

**2.7.2.3.2** A las no conformidades o hallazgos encontrados en las auditorías internas se les debe dar solución, y de ser necesario, hacer una auditoría para verificar el cumplimiento de la acción correctiva implementada. Dependiendo de la incidencia de la no conformidad en el sistema de calidad o en los procesos del laboratorio, debe hacerse una acción correctiva siguiendo el procedimiento respectivo.

**2.7.2.3.3** Todos los hallazgos encontrados en las auditorías internas deben ser registrados, así como también las acciones correctivas que surgen de dichas auditorías siguiendo un procedimiento establecido.

**2.7.2.3.4** Las actividades de seguimientos de las auditorías deben verificar y registrar la implementación y eficacia de las acciones correctivas tomadas con la disminución de posteriores hallazgos encontrados.

#### **2.7.2.4 Revisiones por la Dirección del Laboratorio**

**2.7.2.4.1** El Laboratorio de Fisicoquímica debe tener definido un procedimiento de revisiones por parte de la alta dirección, el cual debe realizarse como mínimo una vez por semestre académico teniendo en cuenta las actividades de ensayo en cuestión y del sistema de gestión de calidad, esto con el objetivo de medir la eficacia del sistema. La revisión por la dirección debe incluir los siguientes elementos: la adecuación de las políticas y los procedimientos; los informes del personal directivo y de supervisión; el resultado de las auditorías internas recientes; las acciones correctivas y preventivas; las evaluaciones por organismos externos; los resultados de las comparaciones interlaboratorios o de los ensayos de aptitud; las recomendaciones para la mejora; otros factores pertinentes, tales como las actividades del control de la calidad, los recursos y la formación de los estudiantes del Laboratorio de Fisicoquímica.

**2.7.2.4.2** Todos los hallazgos de la revisión de la alta dirección del Laboratorio de Fisicoquímica y las acciones que surjan de ellas, deben quedar registradas, quedando estipulado el responsable de cada acción y el tiempo para realizarlo. También es necesario que queden establecidas las metas, objetivos y planes de acción para el siguiente año.



## **3 REQUISITOS TÉCNICOS**

### **3.1 Generalidades**

**3.1.1** Entre los factores que determinan la exactitud y confiabilidad de un ensayo se encuentran: los factores humanos, las instalaciones y las condiciones ambientales; los métodos de ensayo y la validación de los métodos; los equipos; la trazabilidad de las mediciones; el muestreo; el manejo de los objetos a ensayar.

**3.1.2** El Laboratorio de Físicoquímica debe tener en cuenta los factores anteriores al desarrollar los métodos y procedimientos para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” en la formación y cualificación de los catedráticos, auxiliares y estudiantes; así como en la selección de los equipos que se utilizan.

### **3.2 Requisito en cuanto a personal**

#### **3.2.1 Profesores y auxiliares**

**3.2.1.1** El Director de la Escuela de Ingeniería Química en conjunto con el Coordinador del Área de Físicoquímica deben encargarse de contratar Catedráticos titulares y profesores auxiliares que tengan experiencia en: los conocimientos técnicos en las áreas de la físicoquímica, manejo en la norma ISO/IEC 17025:2005, manejo de equipos de técnicos, entre otros.

**3.2.1.2** La coordinación del Laboratorio de Físicoquímica debe tener procedimientos para la capacitación y entrenamiento del personal docente enfocados en las tareas presentes y tendencias hacia el futuro.

**3.2.1.3** El laboratorio de Físicoquímica debe usar personal docente (catedráticos y auxiliares) que sea empleado, o esté bajo contrato.

**3.2.1.4** En el numeral 2.2.5 f. se establecen las funciones tanto de los catedráticos como de los auxiliares.

## **3.2.2 Estudiantes**

**3.2.2.1** Antes de realizar el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” el estudiante debe tener conocimiento acerca de los objetos a ensayar, el equipo y los instrumentos de medición que se utilizan, los temas sugeridos relacionados con el fenómeno físicoquímico, así como también de la normativa ISO/IEC 17025:2005 que rige dicho ensayo.

**3.2.2.2** Para verificar que el estudiante que realiza el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” se encuentra capacitado en lo establecido en el numeral anterior, antes de realizar la práctica se le realizará un examen corto; no teniendo derecho a realizar el informe de dicho ensayo si reprueba.

**3.2.2.3** El estudiante que realiza el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” debe comprometerse a cumplir con los requerimientos de la norma ISO/IEC 17025:2005, los cuales se encuentran establecidos en el presente trabajo de graduación.

**3.2.2.4** En el numeral 2.2.5 f. se establecen las funciones y responsabilidades de los estudiantes que realizan el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”.

### **3.3 Instalaciones y condiciones ambientales**

#### **3.3.1 Condiciones a considerar**

**3.3.1.1** El laboratorio de Físicoquímica debe disponer de fuentes de energía, iluminación y equipos para el seguimiento de las condiciones ambientales (humedad y temperatura) para garantizar un buen escenario para la realización de los análisis. El laboratorio debe asegurarse que las condiciones ambientales no invaliden los resultados ni comprometan la calidad de las mediciones; para ello debe tenerse documentado dentro de los registros técnicos las instalaciones y condiciones ambientales que puedan afectar los resultados del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”.

**3.3.1.2** Durante la realización del ensayo “Determinación de la constante de disociación del rojo de metilo” el laboratorio de Físicoquímica debe hacer seguimiento de las condiciones ambientales, siendo necesario invertir en un termohigrómetro para verificar la temperatura y la humedad dentro de las instalaciones del laboratorio. El laboratorio debe comprobar que los niveles de ruido y humedad no afectan las pruebas del ensayo, y que no existen interferencias electromagnéticas ni radiaciones que afecten los resultados del ensayo en cuestión. Para ello se deben realizarse pruebas de dicho ensayo a diferentes condiciones ambientales y comparar los resultados para verificar que no existe ninguna desviación en los datos. Si en algún momento las condiciones ambientales llegasen a comprometer los resultados del ensayo este se debe interrumpir.

**3.3.1.3** Debe haber una separación efectiva con otros grupos de trabajo que realizan otros ensayos para evitar contaminación cruzada en el ensayo de “Determinación de la constante ácida del rojo de metilo”, para ello debe

respetarse el área de trabajo asignada para la preparación y realización de dicho ensayo.

### **3.3.2 Procedimiento para asegurar el orden y limpieza: “Las buenas prácticas de laboratorio”**

- a) Se localizarán los dispositivos de seguridad próximos
- b) Será obligación de cada estudiante leer las etiquetas de seguridad, informarse sobre las medidas básicas de seguridad y prestar atención a las medidas específicas de seguridad.
- c) Siempre se utilizará bata y lentes dentro del laboratorio. Cuando sea necesario se utilizarán guantes.
- d) Por razones de higiene cada estudiante deberá lavarse las manos siempre al iniciar y finalizar una experiencia en el laboratorio.
- e) Al derramar un producto, este deberá ser recogido inmediatamente.
- f) Está totalmente prohibido comer, fumar, jugar, beber y tener comportamientos que se califiquen de inadecuados dentro del laboratorio.
- g) En caso de accidente, el estudiante deberá avisar inmediatamente al catedrático.
- h) Al ingresar al laboratorio, el estudiante que lo considere necesario deberá realizar una ficha en la cual especifique claramente:
  - i. Tipo de medicamento que toma periódicamente o en casos de emergencia.
  - ii. Si padece de alguna enfermedad crónica o sufre de crisis periódicas.
  - iii. Si tiene tratamiento médico especial. Indicar a quien avisar.
  - iv. Padecimiento de alergias a determinados compuestos químicos.
  - v. En caso que el estudiante tome algún medicamento, ya sea periódicamente o el día de la práctica, estará obligado a investigar si existe interacción entre los reactivos a utilizar y los medicamentos

ingeridos. En caso que lo anterior fuera positivo deberá notificar al catedrático titular responsable para que se tomen las medidas pertinentes.

- i) El estudiante al ingresar al laboratorio, antes de realizar la práctica correspondiente deberá comprometerse a conocer perfectamente las toxicidades de todos los reactivos que manipulará, así como sus antídotos, manejo, peligros y forma de desecho de los mismos. Para esto, consultará los manuales disponibles.
- j) Cualquier accidente causado por una mala utilización de los reactivos y/o equipo, será visto y sancionado como negligencia por parte del estudiante. La sanción dependerá de la gravedad del accidente, pudiendo ser hasta la expulsión del curso.

#### **Precauciones específicas en la manipulación del vidrio**

- a) Para insertar tubos de vidrio en tapones, se deberá humedecer el tubo y el agujero con agua o silicona protegiendo las manos con guantes apropiados. No es recomendable forzar un tubo de vidrio. En caso de ruptura, existe peligro de cortarse las manos.
- b) El vidrio caliente deberá dejarse que enfríe para utilizarlo. Si tiene dudas de su temperatura, use pinzas o tenazas para su manipulación.
- c) Se depositará el material de vidrio roto en su contenedor exclusivo. No es recomendable usar equipo de vidrio que esté agrietado o roto.

#### **Precauciones específica en la manipulación de reactivos químicos**

- a) Los productos químicos son peligrosos por sus propiedades tóxicas, corrosivas, inflamables o explosivas. Muchos reactivos, particularmente los disolventes orgánicos, arden en presencia de una llama. Otros explotan con el calor.

- b) Si se usa una fuente intensa de calor, se alejará de ésta los envases de reactivos químicos.
- c) No se inhalarán los vapores de productos químicos ni se olerán envases directamente.
- d) Se trabajará en una campana extractora siempre que se use sustancias volátiles. Si aún así se produjera una concentración excesiva de vapores en el laboratorio, se abrirán inmediatamente las ventanas.
- e) Está terminantemente prohibido pipetear reactivos directamente con la boca. Se usará siempre un dispositivo especial para pipetear líquidos.
- f) El envenenamiento o intoxicación puede ser a través de la piel. Se evitará el contacto de estos productos químicos, usando guantes de un sólo uso.

### **Precauciones especiales en el transporte de reactivos**

- a) No se transportará innecesariamente los reactivos de un sitio a otro del laboratorio.
- b) Las botellas se transportarán sujetándolas del cuello con una mano y apoyándolas por él.
- c) fondo con la otra. Nunca del tapón.
- d) Precauciones especiales en el calentamiento de líquidos.
- e) No se calentará nunca un recipiente totalmente cerrado.
- f) Siempre se dirigirá la boca del recipiente en dirección contraria a si mismo y otras personas cercanas.

### **Riesgo eléctrico**

- a) Para evitar descargas eléctricas accidentales, deberá seguirse las instrucciones de funcionamiento y manipulación de los equipos.
- b) No se enchufará un equipo sin toma de tierra o con los cables o conexiones en mal estado.
- c) Nunca se manipularán los circuitos de los aparatos y equipos.

### **Generalidades de los residuos**

- a) Las medidas de seguridad no terminarán al finalizar la práctica experimental.
- b) La disposición final de los residuos de las prácticas experimentales deberá realizarse de forma técnica, segura y lo menos contaminante posible.
- c) El material de cristal roto se tirará en el recipiente acondicionado para este fin.
- d) Los papeles y otros residuos sólidos se tirarán en la papelera.

### **Residuos químicos (rutina que se encuentra en desarrollo)**

- a) Durante la realización de la práctica los residuos líquidos se verterán en un recipiente para el efecto (generalmente un beacker de volumen grande), para que cuando finalice la práctica experimental puedan depositarse en los frascos respectivos.
- b) Los productos químicos tóxicos se tirarán en contenedores especiales para este fin.
- c) No se verterán directamente al fregadero productos que:
  - i. Reaccionen con el agua (sodio, hidruros, amiduros, halogenuros de ácido)
  - ii. Sean inflamables (disolventes)
  - iii. Huelan mal (derivados de azufre)
  - iv. Sean lacrimógenos (halogenuros de bencilo, halocetonas)
  - v. Sean difícilmente biodegradables (polihalogenados: cloroformo)
- d) Las sustancias líquidas o las disoluciones que puedan verterse al fregadero, se diluirán previamente.
- e) No tirarán al fregadero productos o residuos sólidos que puedan atascarlas. En estos casos los residuos se depositarán en los recipientes adecuados.
- f) Los frascos de residuos deberán encontrarse rotulados según el tipo de desecho. Si se tiene duda sobre esto deberá consultar inmediatamente con su instructor.

- g) Cuando se encuentre un frasco no rotulado para un determinado desecho, se deberá tomar un contenedor vacío, rotularlo, verter el desecho, taparlo y colocar el contenedor junto con los demás que sí se encuentren rotulados.

### **Aspectos finales**

- a) Luego de terminar de anotar los datos necesarios de la práctica, verter correctamente los desechos, dejar limpio el lugar de trabajo y revisar por segunda vez la cristalería usada, el grupo de estudiantes podrá entregar a su instructor la hoja de datos originales.
- b) Al final el instructor podrá asignar a cada grupo de trabajo una tarea de limpieza del laboratorio. Cuando ésta se finalice satisfactoriamente el grupo de trabajo podrá retirarse.

### **3.4 Métodos de ensayo y validación de métodos**

Se dará el detalle acerca de la validación de ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo en el siguiente capítulo del presente trabajo (capítulo 4)

### **3.5 Equipos**

**3.5.1** El laboratorio de Fisicoquímica debe contar con todos los equipos necesarios para la ejecución del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” (Espectrofotómetro, potenciómetro y balanza analítica). Si llega a darse el caso que se necesite utilizar equipos que estén fuera del control permanente del laboratorio, éste debe asegurar que se cumplan los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005.

**3.5.2** El Espectrofotómetro, potenciómetro y balanza utilizados para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” debe permitir lograr la exactitud requerida y deben cumplir con las especificaciones



pertinentes. Se deben establecer programas de calibración para las magnitudes o los valores clave de los instrumentos:

- Para el espectrofotómetro: longitud de onda óptima y absorbancia.
- Para el potenciómetro: pH
- Para las balanzas: masa

Antes de poner en servicio un equipo este debe ser calibrado o verificado con el fin de establecer que satisface los requisitos especificados del laboratorio y cumple con las especificaciones normalizadas pertinentes.

**3.5.3** Antes de realizar el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” los estudiantes deben recibir una capacitación sobre el correcto uso del Espectrofotómetro, Potenciómetro y balanzas. Las instrucciones actualizadas sobre el uso y el mantenimiento de dichos equipos (incluido cualquier manual pertinente suministrado por el fabricante del equipo) deben estar fácilmente disponibles para ser utilizadas por todos los estudiantes y profesores auxiliares del Laboratorio de Fisicoquímica.

**3.5.4** Tanto el Espectrofotómetro, Potenciómetro y balanza analítica, para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, deben ser identificados de forma única, para evitar errores en su empleo.

**3.5.5** Se deben mantener registros del Espectrofotómetro, Potenciómetro y balanzas que sea importante para la ejecución del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”. Los registros deben incluir por lo menos lo siguiente:

- a) Identificación del equipo y su software.

- b) Nombre del fabricante, identificación del tipo y modelo y número de serie.
- c) Registros de las verificaciones de la conformidad del equipo con la especificación.
- d) Ubicación actual del equipo.
- e) Instrucciones del fabricante, si están disponibles.
- f) Fechas, resultados y copias de los informes y certificados de todas las calibraciones, los ajustes, los criterios de aceptación, y la fecha prevista para la próxima calibración.
- g) Plan de mantenimiento y el mantenimiento llevado hasta la fecha.
- h) Todo daño, mal funcionamiento, modificación o reparación del equipo.

**3.5.6** El Laboratorio de Fisicoquímica debe contar con procedimientos para la manipulación segura, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado del Espectrofotómetro, Potenciómetro y balanza con el fin de asegurar el funcionamiento correcto y de prevenir la contaminación o el deterioro.

**3.5.7** Si un equipo se encuentra defectuoso por mal uso o deterioro por trabajo, se debe marcar con un rótulo visible que lo identifique como: “FUERA DE SERVICIO”; se debe aislar para evitar su uso hasta que haya sido reparado y se haya demostrado por ensayo que funciona correctamente. El Laboratorio de Fisicoquímica debe examinar el efecto del defecto o desvío de los límites especificados para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” para aplicar un procedimiento de control de trabajo no conforme.

**3.5.8** Luego de ser calibrados el Espectrofotómetro, Potenciómetro y la Balanza analítica, estos deben ser rotulados con la fecha en que se calibró por última vez y la fecha para su próxima calibración.

**3.5.9** Antes de que un equipo sea reintegrado al servicio, luego de haber estado con anterioridad fuera de servicio, el catedrático titular debe verificar y autorizar el funcionamiento y el estado de la calibración del equipo, asegurándose de que es satisfactorio.

**3.5.10** Cuando se necesiten comprobaciones intermedias, para mantener la confianza en el estado de calibración del Espectrofotómetro, Potenciómetro y balanza analítica, éstas se deben efectuar según un procedimiento definido.

**3.5.11** Si por algún motivo se corrigen los equipos en una calibración, en sus valores que afecten los resultados del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, se debe actualizar toda la información sobre ese instrumento.

**3.5.12** El Laboratorio de Físicoquímica debe proteger el Potenciómetro, Espectrofotómetro y las balanzas analíticas contra ajustes que puedan invalidar los resultados del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, al restringir el uso de los equipos solamente por el personal autorizado por el laboratorio de físicoquímica.

## **3.6 Trazabilidad de la Medición**

### **3.6.1 Generalidades**

Todos los equipos e instrumentos utilizados para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, incluidos los equipos para mediciones auxiliares (por ejemplo, para las condiciones ambientales); deben

ser calibrados por laboratorios acreditados. Los protocolos de las calibraciones realizadas deben de mantenerse archivados.

### **3.6.2 Requisitos específicos**

#### **3.6.2.1 Ensayos**

**3.6.2.1.1** El laboratorio de Físicoquímica debe contar con un cronograma para las calibraciones de los equipos e instrumentos de medición utilizados para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, estas deben ser realizadas por laboratorio acreditados que puedan demostrar la trazabilidad de los patrones utilizados. Para las verificaciones de la balanza analítica, se deben utilizar pesas apropiadas que cuenten con sus certificados que aseguren su trazabilidad.

**3.6.2.1.2** Todos los equipos e instrumentos de medición utilizados para el ensayo en cuestión deben contar con materiales de referencia que asegure su trazabilidad en unidades del sistema internacional (SI.)

### **3.6.3 Patrones de referencia y materiales de referencia**

#### **3.6.3.1 Patrones de referencia**

Si en dado caso el Laboratorio de Físicoquímica cuenta con un patrón de referencia para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, se debe tener un programa y un procedimiento para su calibración. Los patrones de referencia deben ser calibrados por un organismo acreditado que pueda proveer la trazabilidad apropiada. Estos patrones de referencia para la medición, deben ser utilizados sólo para la calibración y para ningún otro propósito, a menos que se pueda demostrar que su desempeño como patrones de referencia no sería invalidado. Los patrones de referencia deben ser calibrados antes y después de cualquier ajuste.

### **3.6.3.2 Materiales de referencia**

En el archivo del Laboratorio de Físicoquímica debe encontrarse la información sobre la trazabilidad de los materiales de referencia internos en unidades del sistema internacional (SI) utilizados para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”. Los materiales de referencia internos deben ser verificados en la medida que sea técnica y económicamente factible.

### **3.6.3.3 Verificaciones intermedias**

Para asegurar la confiabilidad de los materiales de referencia utilizados para el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” debe establecerse un procedimiento para su verificación; si por alguna circunstancia se requiere hacer una verificación intermedia, debe interrumpirse el ensayo y el profesor titular, dependiendo de los resultados de esa verificación, autorizará que continúe el ensayo, dejándose registro de dicha verificación.

### **3.6.3.4 Transporte y almacenamiento**

El laboratorio de Físicoquímica debe contar con procedimientos para la manipulación segura, transporte, almacenamiento y uso de los patrones y materiales de referencia con el fin de prevenir su contaminación o deterioro y para proteger su integridad.

## **3.7 Procedimientos para el muestreo**

**3.7.1** El laboratorio de Físicoquímica debe contar con un plan y procedimientos para el muestreo cuando efectúe el muestreo de sustancias, materiales o productos que luego utilice para el ensayo “Determinación de la constante de

disociación ácida del rojo de metilo”. Los planes de muestreo deben estar basados en métodos estadísticos apropiados, cuando sea razonable. El proceso de muestreo debe tener en cuenta los factores a ser controlados para asegurar la validez de los resultados del ensayo y describir la forma de seleccionar, extraer y preparar una o más muestras a partir de una sustancia, un material o un producto, para generar la información requerida.

**3.7.2** Si se da el caso de que se requieran desviaciones, adiciones o exclusiones respecto al procedimiento de muestreo documentado, éstas deben ser registradas en detalle junto con los datos del muestreo correspondiente.

**3.7.3** El laboratorio de Físicoquímica debe tener procedimientos para registrar los datos y las operaciones pertinentes relacionadas con el muestreo que forma parte del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”. Estos registros deben incluir el procedimiento de muestreo utilizado, la identificación de la persona que realiza el muestreo, las condiciones ambientales (si fueran pertinentes) y los diagramas u otros medios equivalentes para identificar el lugar del muestreo según sea necesario y, si fuera apropiado, las técnicas estadísticas en las que se basan los procedimientos de muestreo.

### **3.8 Manejo de los elementos de ensayo**

**3.8.1** El laboratorio de Físicoquímica debe contar con un procedimiento para el transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento, conservación y disposición final de la muestra de rojo de metilo utilizada en el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” de acuerdo con los intereses del laboratorio.

**3.8.2** El laboratorio de Físicoquímica debe tener un sistema para la identificación de los objetos a ensayar que debe conservarse durante la

permanencia del objeto en el laboratorio. El sistema debe ser diseñado y operado para que asegure que los objetos no puedan ser confundidos físicamente ni cuando se haga referencia a ellos en registros u otros documentos.

**3.8.3** Debe verificarse el estado de la muestra de rojo de metilo a ensayar, colocando las observaciones si se presentan desviaciones o anomalías en ella.

**3.8.4** El laboratorio de Físicoquímica debe tener procedimientos e instalaciones apropiadas para evitar el deterioro, la pérdida o el daño del objeto a ensayar en la “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, durante el almacenamiento, el manejo y la preparación. Se deben seguir las instrucciones de manejo proporcionadas con los reactivos a utilizar. Cuando los objetos deban ser almacenados o acondicionados bajo condiciones ambientales especificadas, éstas deben ser mantenidas, monitorizadas y registradas. Dicho procedimiento debe ser conocido tanto por estudiantes, auxiliares y catedráticos.

### **3.9 Procedimiento para el aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo**

**3.9.1** El laboratorio de Físicoquímica debe contar con un procedimiento para la repetibilidad y reproducibilidad para asegurar la calidad del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”. Las actividades desarrolladas para la repetibilidad de las pruebas den incluir:

- a) Uso regular de materiales de referencia certificados o un control interno de la calidad por medio de materiales de referencia secundarios.
- b) Participación en comparaciones interlaboratorios o programas de ensayos de aptitud.

- c) Repetición del ensayo por un mismo o diferente método.
- d) Repetición de pruebas ya realizadas.
- e) Correlación de los resultados para diferentes grupos de estudiantes que han realizado dicho ensayo (Análisis estadístico de los resultados obtenidos).

**3.9.2** Debe realizarse un control de calidad de datos, analizando los resultados del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, y cuando se determine que están fuera de los criterios predefinidos, se deben tomar acciones planificadas para corregir el problema y prevenir que se informen resultados incorrectos tales como: Control de trabajo no conforme, Acciones correctivas y preventivas y Planes de acción para la mejora continua.

## **3.10 Informe de los resultados**

### **3.10.1 Generalidades**

Los resultados del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, deben ser informados con exactitud y de forma clara, no ambigua y objetiva, de acuerdo con las instrucciones específicas del método de ensayo. Debe incluir toda la información necesaria para la interpretación de los resultados del ensayo, así como toda la información requerida por el método utilizado.

### **3.10.2 Informe de los resultados del ensayo**

La presentación física del documento será elaborada a mano, en hojas blancas tamaño carta, escritas en un solo lado, numeradas, con gancho y sin fólder ni engrapadas. El margen izquierdo debe ser suficientemente grande para que el texto no quede debajo del gancho, y los otros márgenes deben guardar una



proporción estética. La clave asignada o posición asignada al estudiante debe ir escrita en la esquina superior de la primera página del reporte.

El informe de los resultados o reporte se estructura de las siguientes secciones en el orden especificado:

- Carátula
- Justificación del método
- Resultados
- Observaciones
- Recomendaciones
- Muestra de cálculo
- Datos calculados
- Análisis de error
- Conclusiones
- Bibliografía
- Hoja de datos originales (Fotocopia)

### **3.10.2.1 Justificación del método**

- a) La justificación del método es un preámbulo al reporte que explica en forma teórica y práctica en que consiste la práctica y cuales son sus objetivos.
- b) Deben incluirse los principales conceptos que se manejan en la realización de la práctica y el reporte de la forma más resumida posible.
- c) Deben incluirse los principales conceptos que se manejan en la realización de la práctica y el reporte.
- d) Debe contener también el procedimiento paso a paso de lo que se realizó en el laboratorio, escrito en tiempo pasado y con las correcciones, sucesos y justificaciones (el por que se hizo) respectivas.
- e) Se incluirá en esta sección un diagrama del equipo que se utilizó en la práctica.

### 3.10.2.2 Resultados

- a) En esta sección se presentarán de forma estructurada los resultados de la práctica.
- b) La información deberá aparecer ordenada en tablas.
- c) Todos los datos numéricos deberán ir acompañados de su dimensional e incertidumbre absoluta, inclusive cuando se presentan gráficamente.
- d) Las gráficas deberán colocarse una por página, debidamente identificada y numerada. Estas pueden ser hechas a mano o en computadora.
- e) Cada gráfica deberá contener como mínimo los siguientes datos:
  - Barras de error (x y y) en cada punto de la gráfica, representando la incertidumbre de cada punto.
  - Curva de ajuste
  - Nombre de las variables de los ejes con sus respectivas dimensionales.
- f) Además de los datos que debe contener cada gráfica, mencionados en el inciso anterior, deberá acompañarse de una tabla los siguientes datos:
  - Color de la curva o puntos de la gráfica (si existe más de una curva en la gráfica)
  - Modelo matemático de la curva de ajuste
  - Correlación o grado de correlación de la curva de ajuste
  - Incertidumbre máxima del grupo de puntos en la variable x
  - Incertidumbre máxima del grupo de puntos en la variable y
  - Intervalo de validez para el modelo matemático de la curva de ajuste.  
(Regularmente este modelo siempre resulta ser inextrapolable)
- g) Aunque el inciso d. mencione que solo se permite una gráfica en cada página, eso no quiere decir que en una misma gráfica no puedan representarse varias curvas. Este tipo de diagramación se podrá llevarse a cabo siempre y cuando éstas estén en proporción y apreciación estética.
- h) Si el resultado es una interpretación, debe ir debidamente redactado y distribuido.

- i) Los resultados van numerados dependiendo del tipo de dato al que hacen referencia según el instructivo.

### **3.10.2.3 Observaciones**

- a) Las observaciones se referirán todo lo que ocurra durante la experimentación.
- b) Describen únicamente el fenómeno ocurrido durante el ensayo sin atender a ningún tipo de cálculo.
- c) Deben ir escritas en divisiones numeradas. Se incluirá un mínimo de 3 observaciones.
- d) Además deberá incluirse diagramas o dibujos en los casos que sea necesario para aclarar mejor las ideas escritas.

### **3.10.2.4 Recomendaciones**

- a) Al igual que las observaciones, éstas deben ser referentes a todo lo que ocurra durante la experimentación.
- b) Proponen una solución lógica con fundamento teórico a las situaciones que impiden la obtención correcta de datos.
- c) Pueden ser respecto a formas de medición o manejo de equipo.
- d) Se hace énfasis en que una recomendación es la propuesta de una solución lógica a un problema determinado en la práctica o método con su respectivo fundamento teórico. De modo que en la recomendación deberá demostrarse que la solución propuesta resolverá el problema mencionado relacionando estas dos partes por medio de la teoría.
- e) Podrán incluirse gráficos y/o diagramas que ayuden a explicar la recomendación propuesta.
- f) Se escribirán en divisiones numeradas. Se incluirá un mínimo de 3 recomendaciones.

### **3.10.2.5 Muestra de cálculo**

- a) Es la sección más importante del reporte, puesto que en ella se hará referencia a la forma en que se tratan los datos para llegar tanto a los resultados finales como al análisis de error.
- b) La muestra de cálculo se separará en la misma cantidad de incisos que correspondan a los resultados. Asimismo cada inciso se dividirá en subincisos que corresponderán a la misma cantidad de ecuaciones, relaciones o deducciones gráficas que se requieran.
- c) Cada subinciso deberá contener su respectiva ecuación o relación o deducción gráfica acompañada de su referencia bibliográfica (Número de Libro en Bibliografía – Número de Página del Libro).
- d) A cada ecuación se le deberán describir sus variables con su respectiva dimensional. Se recomienda un apartado debajo de la ecuación.
- e) El orden en que irán las ecuaciones deberá tener un seguimiento lógico adecuado.
- f) El método para realizar relaciones gráficas deberá identificarse. Si se realiza por computadora deberá indicarse también el software que se utilizó.
- g) Esta parte NO se incluirán tablas usadas para llegar a los datos, pero se hará referencia a ellas.
- h) Todas las fórmulas o ecuaciones tendrán que identificarse, mostrar su procedencia y el método que incluye a tales relaciones.
- i) Además de la ecuación teórica deberá incluirse un ejemplo de dicha ecuación con los valores sustituidos en ella. Dichos valores deberán hacerse referencia de su respectiva tabla en la sección de Datos Calculados o bien de la Hoja de Datos Originales.
- j) Los valores sustituidos en el ejemplo deberán ir acompañados de sus respectivas dimensionales.
- k) Se calificará principalmente que el seguimiento sea completo y que no se saquen relaciones sin fundamento.

- l) Quedará abierta la posibilidad de poder incluir métodos que sean distintos al indicado en la bibliografía, siempre basándose en criterio y conocimiento científico y con la creatividad que pueda resolver el problema. Si es así, también es necesario que se compare con el método ya existente.

#### **3.10.2.6 Datos calculados**

- a) Los datos calculados resumirán aquellos datos intermedios que resultan de la correcta manipulación de la información experimental incluyendo los resultados finales, ya sean gráficas o valores absolutos.
- b) Serán principalmente tablas identificadas correctamente.
- c) Se podrá incluir la impresión de las tablas resultantes únicamente. Esto no incluirá sus respectivos títulos e información adicional que acompañe a la tabla.
- d) El formato de los números y dimensionales incluidos en las tablas deberá ser justificado, es decir, se especificará la razón por la cual se trabaja con, por ejemplo, notación científica, número de decimales.
- e) El número de decimales está relacionado con la precisión del experimento y quedará a criterio del estudiante fijar efectivamente la tolerancia requerida para un informe de clase técnico y formal.

#### **3.1.8 Análisis de error**

- a) Esta sección se dividirá en la misma cantidad de incisos correspondientes a los resultados.
- b) Las ecuaciones y deducciones correspondientes para el cálculo deberán incluirse en la sección muestra de cálculo utilizando el mismo formato.
- c) Asimismo cada inciso se subdividirá en los siguientes datos:
- Incertidumbre máxima, dimensional absoluta.
  - Error máximo de precisión por incertidumbre, dimensional porcentual %.
  - Error máximo de precisión por desviación, dimensional porcentual % .

- Error máximo de exactitud, dimensional porcentual %.
- d) Si en dado caso el inciso a presentar es un valor numérico puntual, se escribirán los datos tal como lo menciona el inciso anterior.
  - e) Si en dado caso el inciso a presentar es una gráfica, se escribirán los datos de errores e incertidumbres para cada eje de coordenadas; es decir, la variable que corresponde al eje de las abscisas (x) llevará los cuatro tipos de errores mencionados en inciso b. y la variable que corresponde al eje de las coordenadas llevará los cuatro tipos de errores. En total sumarían ocho errores en una sola gráfica y por lo tanto éstos deberán aparecer en un inciso del análisis de error.
  - f) Los datos del análisis de error podrán presentarse en tablas o en gráficas de columnas con, una proporción estética adecuada.
  - g) Además deberá incluirse una tabla con las incertezas de los instrumentos indicando la dimensional de medición.
  - h) Con los datos presentados anteriormente deberá incluirse una breve discusión del análisis de error con el objetivo de justificar la magnitud de los errores en función de los instrumentos de medición específicos de la práctica, el manejo específico de cada instrumento por parte de los experimentadores y las condiciones experimentales que permiten relación entre ambos.

### **3.10.2.8 Conclusiones**

- a) Las conclusiones serán el resultado final del experimento o investigación científica realizada, cuando se procede a analizar los resultados obtenidos.
- b) Cada conclusión que se presente deberá haber sido obtenida de los resultados que se alcanzaron en la experiencia realizada. Serán conclusiones del experimento, no de la literatura o de la imaginación.
- c) Ninguna conclusión deberá estar sin una sustentación adecuada en los resultados obtenidos y respaldadas con un fundamento bibliográfico.

- d) Con lo anterior mencionado se pretende que una conclusión deberá llevar las siguientes partes para que se considere como bien redactada, aunque no necesariamente en este orden: Referencia hacia gráfica y/o tabla de la sección de Resultados. (Sujeto) Afirmación sobre lo que puede deducirse de la gráfica y/o tabla mencionada (Predicado) Confirmación o negación que la anterior afirmación coincide o no con la literatura. (Circunstancial) Justificación del inciso anterior con una breve oración teórica de la literatura mencionada. (Parte del Circunstancial)
- e) Se deberá tener un mínimo de 2 conclusiones por cada inciso en los resultados obtenidos.

#### **3.10.2.9 Bibliografía**

- a) Deberá ir numerada y en orden alfabético, con las páginas de referencia utilizadas.
- b) Las referencias bibliográficas utilizadas en todo el documento deberán coincidir con la numeración utilizada (mencionada en el inciso anterior).
- c) Si se utilizan páginas de Internet, debe colocarse la dirección exacta y NO el buscador utilizado.
- d) Se deberá utilizar un mínimo de 3 referencias bibliográficas.

#### **3.10.3 Opiniones e interpretaciones**

En el informe del ensayo se deben especificar las opiniones e interpretaciones como la conformidad o no conformidad de los resultados, recomendaciones de la interpretación en la utilización de los resultados o mejoras a seguir para el ensayo.

### **3.10.4 Presentación de los informes: Reporte técnico final**

#### **3.10.4.1 Aspectos generales**

- a) El reporte técnico final es el fundamento para la actividad más importante del laboratorio.
- b) La dinámica de trabajo será en grupo y deberá entregarse en la fecha programada.
- c) El reporte técnico final deberá presentarse a máquina o computadora, hojas blancas tamaño carta escritas de un solo lado, numeradas, con gancho, con fólder sin encuadernar.
- d) Los resultados que presente el grupo de trabajo serán los mismos de su experimentación pero utilizará los demás datos originales para el cálculo de precisión por desviación (Análisis de error).
- e) La estructura y especificaciones de presentación de Muestra de Cálculo, Análisis de error, Conclusiones, Recomendaciones y Bibliografía serán las mismas que para el Reporte.
- f) La estructura y elaboración de las secciones de Justificación del Método, Métodos Alternos y
- g) Aplicaciones Industriales se describirán en los incisos subsiguientes.
- h) El Reporte técnico final deberá contener las siguientes secciones en el orden indicado:
  - Carátula
  - Resultados
  - Justificación del método
  - Muestra de cálculo
  - Datos calculados
  - Análisis de error
  - Conclusiones
  - Recomendaciones



- Métodos alternos
- Aplicaciones industriales
- Hojas de datos originales (Fotocopia)
- Bibliografía

#### **3.10.4.2 Justificación del método**

- a) Generalidades: Con base en una razón lógica, teórica y estructurada deberá ser descrita en forma general el método utilizado. En esta sección se enumerará la facilidad de uso a nivel laboratorio, cristalería, reactivos, errores sistemáticos posibles, variables cuantificadas y la relación entre dichas variables con el procedimiento realizado.
- b) Fundamento teórico: Se describirán las deducciones, relaciones gráficas y ecuaciones que cuantifican el procedimiento que se halla utilizado en la práctica. Además se argumentará y fundamentará la aplicación del método de cálculo utilizado a las condiciones del laboratorio y los objetivos de la práctica. Nótese que es muy fácil incluir teoría del fenómeno, esto deberá evitarse.
- c) Procedimiento: Deberán ser analizados cada uno de los pasos del procedimiento realizado en la práctica, diagramando lo que se considere necesario.
- d) Reactivos: Con base en una razón lógica, teórica y estructurada deberán ser descritos los reactivos de la siguiente manera:
  - Naturaleza molecular: Se justificará la elección de los reactivos utilizados de acuerdo con la estructura química molecular y se relacionará dicha justificación con los objetivos de la práctica. Deberá añadirse a esta justificación una figura de la estructura molecular de su respectivo reactivo.

- Concentraciones: Se justificará la elección de las concentraciones en las soluciones de los reactivos de acuerdo a los objetivos de la práctica y el método de cálculo utilizado, si aplica.
- e) Otras variables de control: Deberán justificarse otras variables de control del procedimiento como temperatura, presión, humedad, cantidad de reactivos, etc.
- f) Instrumentación: Deberán ser analizadas las funciones específicas de cada aparato o instrumento que permiten su utilización dentro del procedimiento seleccionado. Además deberá incluirse por lo menos una figura o diagrama de la instrumentación justificada.

#### **3.10.4.3 Métodos alternos**

- a) En esta sección se mencionarán los posibles métodos alternos a la práctica realizada según sus objetivos.
- b) La estructura de cada método alternativo será la misma que para la Justificación del Método
- c) El análisis los métodos alternos podrá enfocarse a la combinación de las siguientes variantes:
- Medición las mismas o diferentes variables en el laboratorio.
  - Uso de los mismos o diferentes reactivos de la práctica.
  - Uso de las mismas o diferentes condiciones y/o recursos del laboratorio.
  - Uso de la misma o diferente instrumentación de medición y/o control.
  - Uso del mismo o diferente procesamiento de datos.

#### **3.10.4.4 Aplicaciones industriales**

En esta sección se mencionará las aplicaciones industriales de la cuantificación del fenómeno estudiado.

Se hará énfasis en que exista relación de la aplicación industrial propuesta con el fenómeno estudiado en la práctica del laboratorio

## **4. VALIDACIÓN DEL ENSAYO “DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE DISOCIACIÓN ÁCIDA DEL ROJO DE METILO**

### **4.1 Procedimiento del ensayo**

#### **Objetivos**

1. Aprender la técnica de espectrofotometría visible.
2. Analizar el comportamiento de absorbancia y longitud de onda para el caso de la espectrofotometría del rojo de metilo en solución.
3. Analizar el comportamiento de absorbancia y la concentración para el caso de la espectrofotometría del rojo de metilo en solución.

#### **Procedimiento**

##### **LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA**

1. Preparar una solución de relleno utilizando 0.1 g de cristales de rojo de metilo en 30ml de etanol al 95% diluyendo a 50 ml.
2. Preparar una solución estándar de rojo de metilo añadiendo 5 ml de la solución de relleno a 50 ml de etanol al 95%.
3. Preparar una solución ácida, llamada Solución Ácida Principal, diluyendo una mezcla de 10ml de la solución estándar, 10 ml de HCl 0.1N y aforando a 100 ml.
4. Preparar una solución básica, llamada Solución Básica Principal, diluyendo una mezcla de 10ml de la solución estándar, 10 ml de Acetato de Sodio 0.1M y aforando a 100 ml.
5. Colocar una muestra de la Solución Ácida Principal en la celda espectrofotométrica hasta el aforo (letras OS) y medir su longitud de onda

óptima. Esboce en su hoja de datos originales el trazo realizado por el espectrofotómetro.

6. Colocar una muestra de la Solución Básica Principal en la celda espectrofotométrica hasta el aforo (letras OS) y medir su longitud de onda óptima. Esboce en su hoja de datos originales el trazo realizado por el espectrofotómetro.

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

1. Preparar por dilución las siguientes soluciones de la Solución Ácida Principal:

Solución No.	Volumen de Solución Ácida Principal	Aforada con:	Volumen de solución	Concentración relativa
1	10 mL	HCl 0.1 N	25 mL	100%
2	9 mL	HCl 0.1 N	25 mL	90%
3	7 mL	HCl 0.1 N	25 mL	70%
4	5 mL	HCl 0.1 N	25 mL	50%
5	3 mL	HCl 0.1 N	25 mL	30%
6	1 mL	HCl 0.1 N	25 mL	10%

2. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anotar el promedio a la longitud de onda óptima de la Solución Ácida Principal.
3. Medir y anotar el índice de absorbancia resultante.
4. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anotar el promedio a la longitud de onda óptima de la Solución Básica Principal.
5. Medir y anotar el índice de absorbancia resultante.
6. Preparar por dilución las siguientes soluciones de la Solución Básica Principal:

Solución No.	Volumen de Solución Ácida Principal	Aforada con:	Volumen de solución	Concentración relativa
1	10 mL	Acetato de sodio 0.1 N	25 mL	100%
2	9 mL	Acetato de sodio 0.1 N	25 mL	90%
3	7 mL	Acetato de sodio 0.1 N	25 mL	70%
4	5 mL	Acetato de sodio 0.1 N	25 mL	50%
5	3 mL	Acetato de sodio 0.1 N	25 mL	30%
6	1 mL	Acetato de sodio 0.1 N	25 mL	10%

7. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anote el promedio a la longitud de onda óptima de la Solución Ácida Principal.
8. Medir y anotar el índice de absorbancia resultante.
9. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anote el promedio a la longitud de onda óptima de la Solución Básica Principal.
10. Medir y anotar el índice de absorbancia resultante.

#### CONSTANTE DE IONIZACIÓN DEL COLORANTE

1. Preparar por dilución 6 soluciones en el intervalo de pH de 3.5 a 11.5.
2. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anotar el promedio a la longitud de onda óptima de la solución Ácida Principal.
3. Medir la absorbancia de cada solución 3 veces y anote el promedio a la longitud de onda óptima de la solución Básica Principal.

#### Reportar

1. Gráfica de curvas espectrales indicando la longitud de onda óptima de cada solución Principal.
2. Gráfica de absorbancia a cada concentración de colorante de solución ácida y básica para cada longitud de onda.
3. Índices de absorbancia.
4. pKa del rojo de metilo.

## 4.2 Estimación de la incertidumbre de los equipos e instrumentos de medición.

Para determinar la incertidumbre de la medición se hizo un listado de los instrumentos y los equipos de medición que se utilizan determinando el número de veces que se utilizan cada instrumento y equipo según el procedimiento para el ensayo, multiplicándolo por la incertidumbre absoluta y relativa porcentual de cada uno. Se clasificaron según la variable de medición, obteniéndose lo siguiente:

Tabla I: Incertidumbre en cuanto al volumen

<i>Instrumento</i>	<i>Capacidad (mL)</i>	<i>Incertidumbre Absoluta (mL)</i>	<i>Incertidumbre Relativa (%)</i>	<i>Cantidad o número de veces a utilizarse</i>	<i>Incertidumbre Total Absoluta (mL)</i>	<i>Incertidumbre Total Relativa (%)</i>
Beacker	600	3.3	0.66	1	3.3	2.178
Balón Aforado	500	0.40	0.080	3	1.2	0.096
Balón Aforado	100	0.16	0.160	2	0.32	0.051
Balón Aforado	50	0.12	0.240	1	0.12	0.029
Balón Aforado	25	0.04	0.160	12	0.48	0.077
Pipeta Volumétrica	10	0.03	0.300	4	0.12	0.036
Pipeta Volumétrica	5	0.03	0.600	1	0.03	0.018
Pipeta Serológica	10	0.06	0.600	4	0.24	0.144
Pipeta Serológica	5	0.03	0.600	8	0.24	0.144
<b>T O T A L</b>					<b>6.05</b>	<b>2.773</b>

Fuente: Datos Originales

Tabla II: Incertidumbre en cuanto a la masa, pH, absorbancia y longitud de onda

<i>Equipo</i>	<i>Variable a medir</i>	<i>Unidades de medición</i>	<i>Incertidumbre Absoluta</i>	<i>Número de Mediciones</i>	<i>Incertidumbre Total Absoluta</i>
Balanza Analítica	masa	g	0.005	1	<b>0.005</b>
Potenciómetro	pH	adimensional	0.005	6	<b>0.03</b>
Espectrofotómetro	Absorbancia	adimensional	0.005	54	<b>0.27</b>
Espectrofotómetro	Longitud de Onda	Nm	0.5	2	<b>1</b>

Fuente: Datos Originales

## 4.3 Trazabilidad de la medición

### 4.3.1 Generalidades

Para validar un ensayo, es necesario que todos los equipos de medición que se utilizan estén calibrados de acuerdo a un material de referencia certificado o un material de referencia. Esto asegurará la trazabilidad de la medición y el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2005 en cuanto a calibración de los equipos.

### 4.3.2 Patrones y materiales de referencia

Para realizar la validación del ensayo “determinación de la constante de disociación ácida del rojo metilo” se utilizaron los siguientes materiales de referencia para la calibración de los equipos de medición:

#### **Para el potenciómetro:**

TRITRISOL pH =  $4.00 \pm 0.02$  (20 °C) Solución Buffer ( $C_6H_8O_7/NaOH/HCl$ )  
TRITRISOL pH =  $7.00 \pm 0.02$  (20 °C) Solución Buffer ( $KH_2PO_4/Na_2PO_4$ )  
TRITRISOL pH =  $11.00 \pm 0.05$  (20 °C) Solución Buffer ( $H_3BO_3/NaOH/KCl$ )

Para la calibración en medio ácido se procedió a sumergir el electrodo del potenciómetro en el tritrisol de pH 7.00 ajustando el tornillo correspondiente a dicho pH; consecuentemente se lavó el electrodo con agua destilada. Posteriormente se procedió a sumergir el electrodo del en el tritrisol de pH 4.00 ajustando el tornillo correspondiente a dicho pH.

Para la calibración en medio básico se procedió a sumergir el electrodo del potenciómetro en el tritrisol de pH 7.00 ajustando el tornillo correspondiente a dicho pH; consecuentemente se lavó el electrodo con agua destilada. Posteriormente se procedió a sumergir el electrodo del en el tritrisol de pH 11.00 ajustando el tornillo correspondiente a dicho pH.

## 4.4 Cálculos para la validación del ensayo

### 4.3.1 Linealidad

Para el cálculo de la linealidad se procedió a realizar el procedimiento del ensayo diez veces (ver apéndice C: número de corridas a realizarse). De donde se calculó el coeficiente de correlación para cada índice de absorbancia y para la constante de disociación ácida del rojo de metilo (pKa) obteniéndose lo siguiente:

Tabla III: Linealidad de el índice de absorbancia en cada solución

Muestra		Índice de Absorbancia Promedio	Desviación Estándar del Índice de Absorbancia	Coficiente de Correlación Promedio	Desviación Estándar del Coficiente de Correlación
Solución Ácida	Longitud de onda Ácida	0.012753	7.54041E-05	0.9960909	0.001315934
Solución Básica	Longitud de onda Ácida	0.0021697	9.63386E-05	0.9403931	0.024919302
Solución Ácida	Longitud de onda Básica	0.0018171	6.54564E-05	0.9399993	0.014682489
Solución Básica	Longitud de onda Básica	0.005878	1.51155E-04	0.9938245	0.004144099

Fuente: Apéndice A

Tabla IV: Linealidad de la constante de disociación ácida del rojo de metilo

	Promedio	Desviación Estándar
<b>pKa</b>	5.03534	0.04967204
<b>Coficiente de correlación</b>	0.99665	0.002499889

Fuente: Apéndice A



#### 4.3.2 Límite de detección, límite de cuantificación y límite de repetibilidad.

El valor más pequeño registrado en la absorbancia para las diez corridas del procedimiento, coincidió en la absorbancia de la solución ácida a una concentración relativa del 10% a la longitud de onda óptima de la solución básica principal. Para el cálculo de los límites de detección, cuantificación y repetibilidad, se procedió a realizar 10 soluciones a dichas condiciones del valor más pequeño en absorbancia, partiendo de una solución de relleno de rojo de metilo diferente para cada solución midiéndose la absorbancia de cada una, obteniéndose la siguiente tabla:

Tabla V: Absorbancia de las soluciones ácidas a una concentración relativa del 10% medidas a la longitud de onda óptima de la solución básica principal.

Solución	Absorbancia
1	0.053
2	0.052
3	0.063
4	0.054
5	0.051
6	0.052
7	0.053
8	0.052
9	0.052
10	0.055
<b>Promedio</b>	<b>0.0537</b>
<b>Desviación Estándar</b>	<b>0.003465705</b>

Fuente: Datos originales

En base a la tabla V, el **límite de detección** se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$LD = 3 \sigma \quad (\text{Ecuación No.1})$$

Donde:

LD = Límite de detección

$\sigma$  = Desviación estándar

Por tanto:

$$\mathbf{LD = 3 * 0.003465705 = 0.01039711}$$

Lo que significa **que el valor mínimo de absorbancia que puede ser detectado con fiabilidad, pero no necesariamente cuantificado, en el espectrofotómetro es de 0.01039711.**

Con base a la tabla V, el **límite de cuantificación** se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$\mathbf{LC = 10 \sigma} \quad \text{(Ecuación No.2)}$$

Donde:

LC = Límite de cuantificación

$\sigma$  = Desviación estándar

Por tanto:

$$\mathbf{LC = 10 * 0.003465705 = 0.03465705}$$

Lo que significa que **el valor mínimo de absorbancia puede ser cuantificado con exactitud y precisión aceptable en el espectrofotómetro es de 0.03465705.**

Con base a la tabla V, el **límite de repetibilidad** se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$\mathbf{LR = 2.8 \sigma} \quad \text{(Ecuación No.3)}$$

Donde:

LR = Límite de cuantificación

$\sigma$  = Desviación estándar

Por tanto:

$$\mathbf{LR = 2.8 * 0.003465705 = 0.00970397}$$

Lo que significa que **el valor por debajo del cual el dato absoluto de la diferencia entre dos resultados de valores de absorbancia más pequeño, obtenidos en condiciones de repetibilidad (es decir, mismos reactivos, mismo estudiante, mismos aparatos e instrumentos de medición, mismo laboratorio y breve intervalo de tiempo) puede estimarse en un límite de probabilidad específica (en principio 95 %), es 0.00970397.**

### 4.3.3 Robustez

Para determinar el efecto de factores externos sobre la constante de disociación ácida del rojo de metilo, se realizó el procedimiento del ensayo cuatro veces a diferentes combinaciones de los factores: Temperatura del ambiente, humedad del ambiente y el tipo de reactivo de rojo de metilo a utilizarse. En la siguiente tabla se muestra la matriz de los resultados del pKa a diferentes condiciones de factores externos, en donde el signo positivo indica que hay influencia del factor.

Tabla VI: Influencia de factores externos sobre la constante de disociación ácida del rojo de metilo

Experimento	FACTORES EXTERNOS			Resultado
	Temperatura	Humedad	Reactivo	pKa
1	+	+	+	5.0362
2	-	+	-	5.0164
3	+	-	+	5.0853
4	-	-	-	5.0847

Fuente: Apéndice B

A partir de los datos de la tabla anterior se calcula el efecto absoluto de los factores externos en el pKa por medio de la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{1}{2} [(pKa1 + pKa3) - (pKa2 + pKa4)] \quad (\text{Ecuación No.4})$$

Donde:

Z= Efecto absoluto de los factores externos en el pKa

pKa1, pKa2, pKa3, pKa4 = Resultado del pKa en los experimentos 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Por tanto:

$$Z = \frac{1}{2} [(5.0362 + 5.0853) - (5.0164 + 5.0847)]$$

$$\mathbf{Z = 0.0102}$$

Partiendo del dato anterior se calcula el efecto relativo porcentual de los factores externos en el pKa por la siguiente ecuación:

$$\%Zr = (Z / pKat) * 100 \quad (\text{Ecuación No.5})$$

Donde:

%Zr = Efecto relativo porcentual de los factores externos sobre el pKa

Z= Efecto absoluto de los factores externos en el pKa

pKat = valor teórico del pKa del rojo de metilo a condiciones estándar = 5

Por tanto:

$$\%Zr = (0.0102 / 5) * 100$$

$$\%Zr = \mathbf{0.204\%}$$

Tomando el criterio de que un ensayo analítico es robusto si  $\%Zr \leq 5\%$  ; se concluye que **EL MÉTODO ES ROBUSTO**.

#### 4.3.4 Selectividad

El método de ensayo **es selectivo**, ya que el procedimiento indicado es selectivo únicamente para determinar la constante de disociación ácida únicamente del colorante Rojo de Metilo; las concentraciones que se utilizan son específicas para el rojo de metilo, la técnica espectrofotométrica utilizada en este ensayo no aplica a otros tipos de indicadores ácido base.

#### 4.3.5 Exactitud

Con base a la tabla IV se calcula el porcentaje de error por exactitud por medio de la siguiente ecuación:

$$\%Er = [(pKa - pKat)/pKat]*100 \quad (\text{Ecuación No.6})$$

Donde:

%Er = error por exactitud relativo porcentual

pKa = constante de disociación ácida promedio del rojo de metilo

pKat = constante de disociación ácida teórica del rojo de metilo

Por tanto:

$$\%Er = [(5.03534 - 5) / 5]*100$$

$$\%Er = 0.7068 \%$$

Tomando el criterio de que un ensayo analítico es exacto si  $\%Er \leq 5\%$  ; se concluye que **EL MÉTODO ES EXACTO**.

#### 4.3.5 Precisión

Para estimar la precisión del método de ensayo, en base a la tabla IV, se calcula el coeficiente de variación por medio de la siguiente ecuación:

$$CV = (\sigma_{pka}/pKa)*100 \quad (\text{Ecuación No.7})$$

Donde:

CV = coeficiente de variación porcentual

$\sigma_{pka}$  = desviación estándar del pKa

pKa = valor promedio del pKa

Por tanto:

$$CV = (0.04967204 / 5.03534) *100$$

$$CV = 0.986464\%$$

Tomando el criterio de que un ensayo analítico es preciso si  $CV \leq 5\%$  ; se concluye que **EL MÉTODO ES PRECISO**.

## CONCLUSIONES

1. El Laboratorio de Físicoquímica no cuenta con un sistema de gestión de calidad que mejore la correspondencia de los resultados experimentales con los calculados.
2. El Laboratorio de Físicoquímica no tiene definida una declaración política del sistema de gestión concerniente a la calidad de sus ensayos.
3. El Laboratorio de Físicoquímica no cuenta con materiales de referencia que asegure la trazabilidad en sus equipos de medición.
4. El método de ensayo utilizado para la determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo, es válido en su procedimiento.
5. El método de ensayo utilizado para la determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo, es robusto ante la influencia de factores externos como temperatura, humedad y tipo de reactivo.
6. El método de ensayo utilizado para la determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo, es exacto y preciso.





## RECOMENDACIONES

1. Implementar el sistema de gestión de calidad al ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”, a través de la norma ISO 17025:2005.
2. Contar con un termohidrómetro dentro del Laboratorio de Fisicoquímica para monitorear las condiciones de humedad y temperatura durante la realización del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo”.
3. Gestionar la compra de Materiales de Referencia Certificados para la calibración de los equipos de medición utilizados en el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” para mejorar la trazabilidad de la medición.
4. Evitar que los estudiantes que realizan el ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del rojo de metilo” utilicen reactivos ya preparados (en especial la solución de relleno de rojo de metilo y las soluciones de ácido clorhídrico y acetato de sodio). Cada grupo de estudiantes que realizan la práctica de arrastrar su propia incertidumbre.



## REFERENCIAS

1. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). **Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración: COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005.** Ministerio de Economía. Guatemala 2005.
2. Escuela de Ingeniería Química. **Catálogo de Estudios de la Escuela de Ingeniería Química.** Universidad de San Carlos de Guatemala, marzo 2009. p. 12.
3. Escuela de Ingeniería Química. **Manual Organizacional de la Escuela de Ingeniería Química.** Universidad de San Carlos de Guatemala, noviembre 2008. pp. 30-42.
4. Laboratorio de Físicoquímica. **Manual del Estudiante de Laboratorio de Físicoquímica2.**  
<http://labfisico.googlepages.com/ManualdelEstudianteLFQ2.pdf>. Escuela de Ingeniería Química, USAC. Guatemala, agosto 2009. pp. 8-20, 42.
5. Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA) **Políticas de selección y validación de métodos de ensayo.**  
<http://www.oga.org.gt/images/files/File/OGA-GEC-016.pdf> Guatemala, agosto de 2009.
6. Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA) **Criterios para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración.**  
<http://www.oga.org.gt/images/files/File/OGA-GEC-006.pdf> Guatemala, junio de 2009.
7. Unidad de Planificación, Facultad de Ingeniería. **Camino Hacia la Acreditación.** Escuela de Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala, enero 2009.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Guía ISO 30 **Terms and definitions use in connection with reference materials.**
2. Hernández, David **Manual de Calidad Laboratorio de Análisis Químico de Suelos y Foliáres.** <http://biblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/anexos/658562H557ANEXOS.html> Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia, julio 2009.
3. ILAC G9:1996 **Guidelines for the Selection and Use of Certified Reference Materials.**
4. Irigoien, Patricia A. *et. al.* **Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y mejora de servicios tecnológicos de ensayo en laboratorios universitarios.** <http://www.liade.efn.unc.edu.ar/informacion/Dise%F1o%20y%20desarrollo%20de%20un%20sistema%20de%20gestion%20y%20mejora%20de%20servicios%20tecnologicos%20de%20ensayo%20en%20laboratorios%20universitarios.pdf>. Universidad de Córdoba, Argentina. Julio 2009.
5. Laboratorio de Microbiología. **Manual de Calidad Centro de Preparación de Medios.** [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/hermesoft/portallG/home%209/recursos/01\\_general/contenidos/laboratorios/guiasyfichas/25022008/manualdecalidadmedios.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/hermesoft/portallG/home%209/recursos/01_general/contenidos/laboratorios/guiasyfichas/25022008/manualdecalidadmedios.pdf) Universidad de Pamplona. Colombia, Septiembre 2009.
6. Miller, J.C. & Miller J.N. **Estadística para Química Analítica.** Segunda edición. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana S.A. Estados Unidos 1993.
7. Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA) **Políticas de trazabilidad de las mediciones.** <http://www.oga.org.gt/images/files/File/OGA-GEC-011.pdf> Guatemala, mayo de 2009

8. Reyes García, Alicia *et al.* **Conformación de la red de laboratorios acreditados de la Universidad Autónoma del Estado de México.** <http://www.uasnet.mx/ridit/Congreso2007/m2p17.pdf> UNAM, México. Julio de 2009.
  
9. Steinmann, Irene B. **Acreditación de un laboratorio de ensayo en el ámbito universitario.** <http://www.posgrados.frc.utn.edu.ar/congreso/3.doc> Santa Fe, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional, Julio de 2009.

# APÉNDICE A: Detalle de los resultados obtenidos en cada corrida del ensayo “Determinación de la constante de disociación ácida del Rojo de Metilo” para su validación

## CORRIDA No.1

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

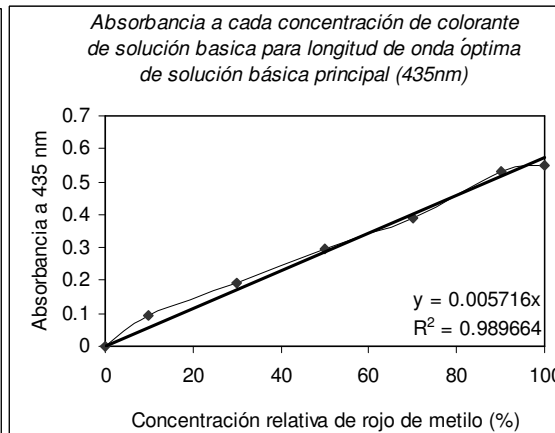
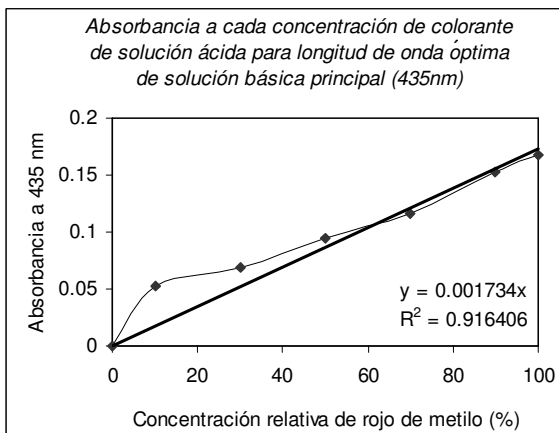
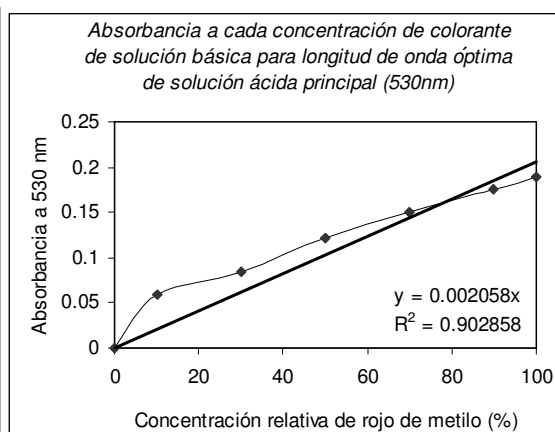
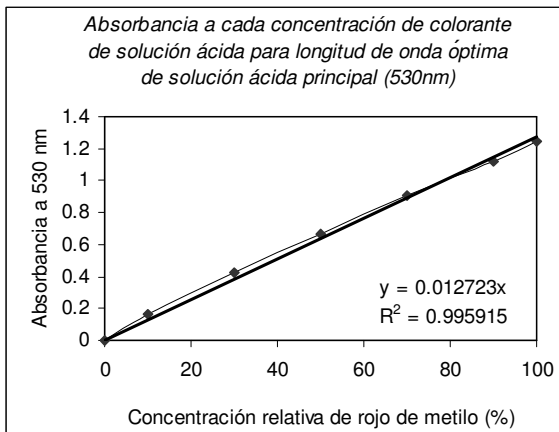
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	530	435

### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	530 nm		435 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.246	0.19	0.167	0.549
90	1.124	0.176	0.153	0.532
70	0.908	0.150	0.116	0.309
50	0.669	0.122	0.095	0.294
30	0.426	0.084	0.069	0.192
10	0.16	0.059	0.053	0.094
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

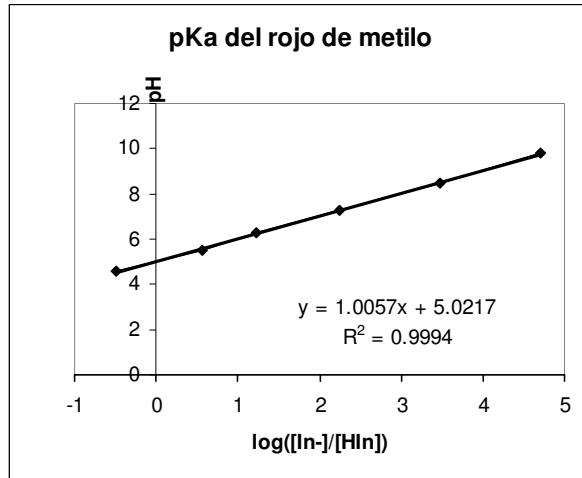
Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012753
Solución básica Longitud de onda ácida	0.0021697
Solución ácida Longitud de onda básica	0.0018171
Solución básica Longitud de onda básica	0.005878



ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 530nm	ABS 435nm	Log([In-]/[HIn])
4.56	2.074	0.549	-0.500381335
5.54	1.051	1.170	0.559797752
6.29	0.809	1.676	1.229258699
7.24	0.705	1.894	2.239022074
8.47	0.693	1.921	3.475800547
9.81	0.691	1.919	4.708754794

**pKa = 5.0217**





## CORRIDA No.2

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

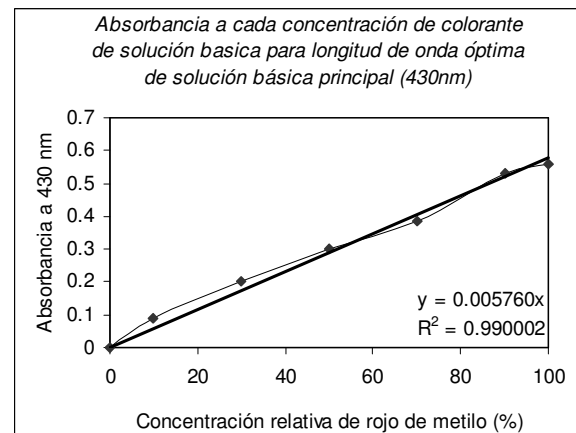
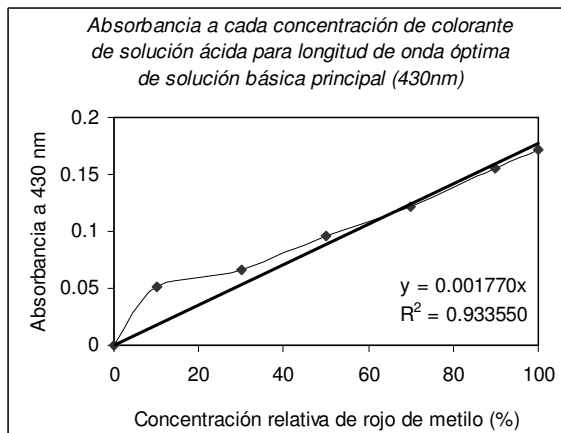
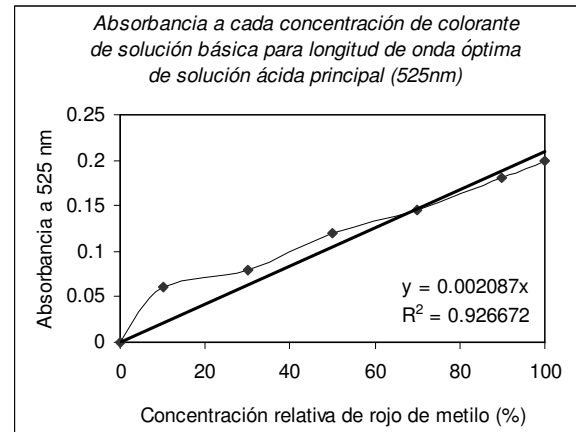
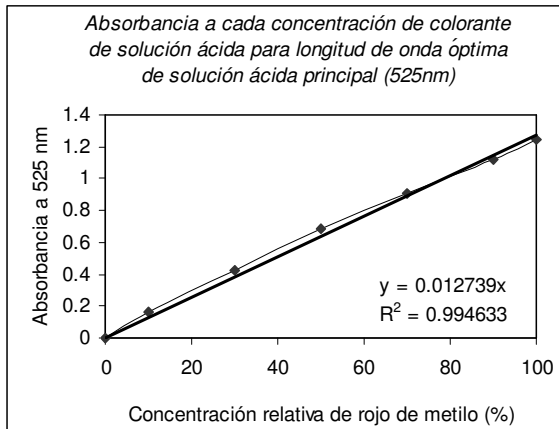
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	525	430

### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	525 nm		430 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.244	0.199	0.171	0.559
90	1.122	0.181	0.156	0.530
70	0.907	0.145	0.121	0.387
50	0.688	0.120	0.096	0.301
30	0.423	0.079	0.066	0.200
10	0.163	0.060	0.052	0.091
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

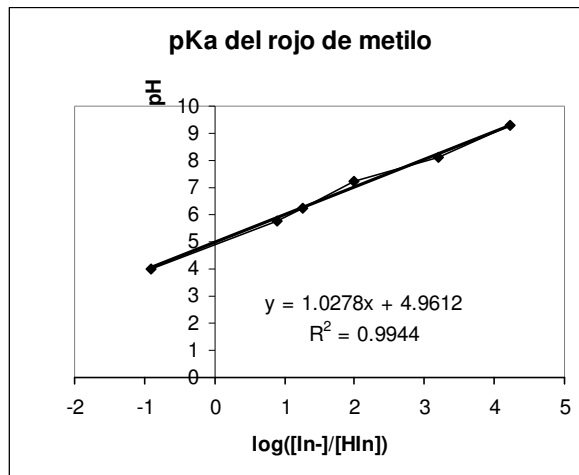
Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012739
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002087
Solución ácida Longitud de onda básica	0.00177
Solución básica Longitud de onda básica	0.00576



ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 525nm	ABS 430nm	$\log([In^-]/[HIn])$
4.01	2.496	0.479	-0.900010226
5.79	1.010	1.632	0.896499111
6.26	0.805	1.693	1.261332685
7.26	0.725	1.888	1.984883891
8.1	0.699	1.922	3.189525922
9.29	0.697	1.923	4.214690923

**pKa = 4.9612**



## CORRIDA No.3

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

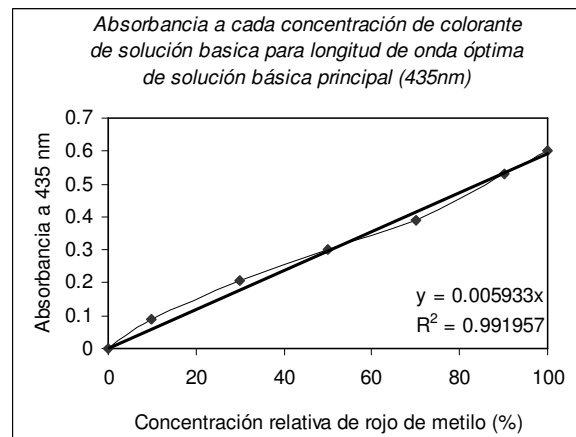
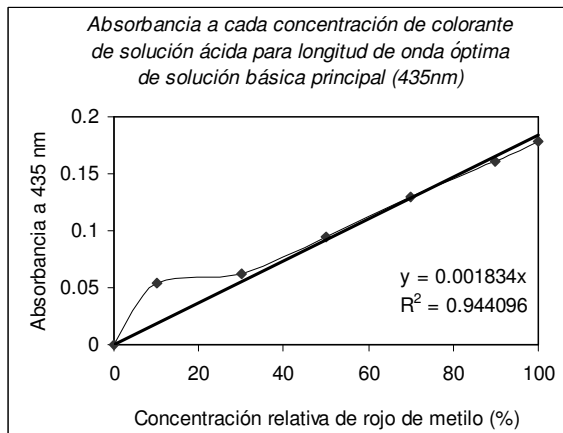
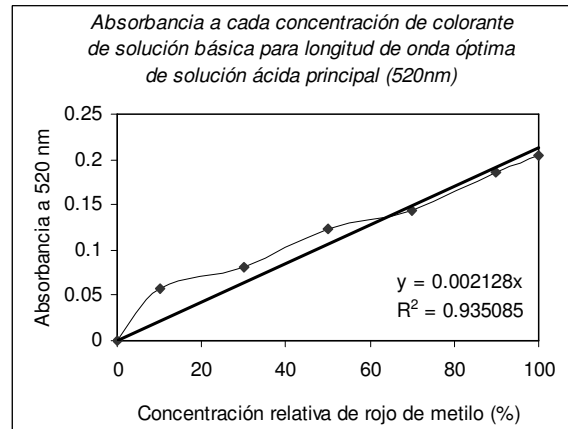
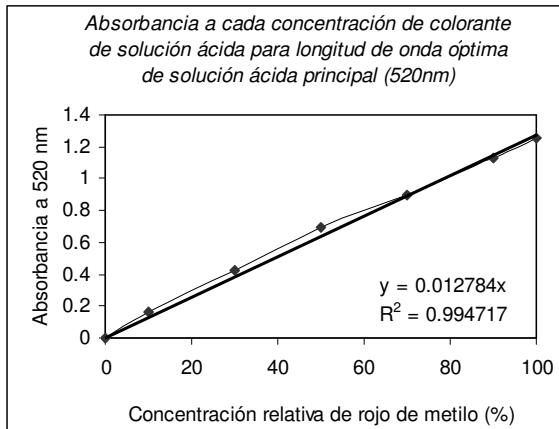
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	520	435

### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	520 nm		435 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.251	0.205	0.179	0.600
90	1.129	0.185	0.161	0.531
70	0.901	0.144	0.130	0.391
50	0.691	0.123	0.094	0.299
30	0.426	0.081	0.062	0.208
10	0.166	0.058	0.054	0.088
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

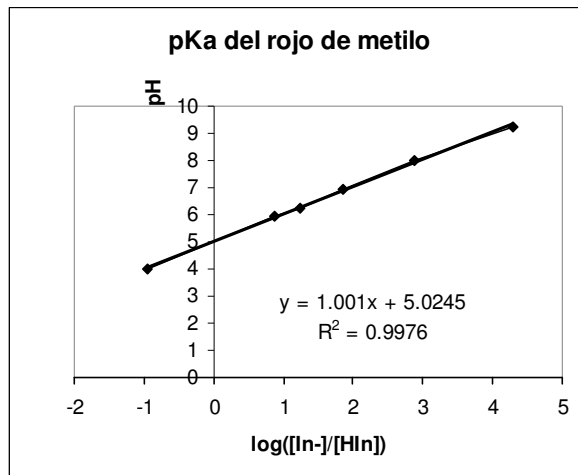
Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012784
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002128
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001834
Solución básica Longitud de onda básica	0.005933



ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 520nm	ABS 435nm	$\log([In^-]/[HIn])$
3.98	2.495	0.478	-0.953340969
5.96	1.013	1.630	0.873209759
6.25	0.802	1.694	1.24304091
6.96	0.728	1.879	1.849642411
7.98	0.695	1.923	2.872104237
9.21	0.691	1.926	4.29833624

**pKa = 5.0245**



## CORRIDA No.4

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

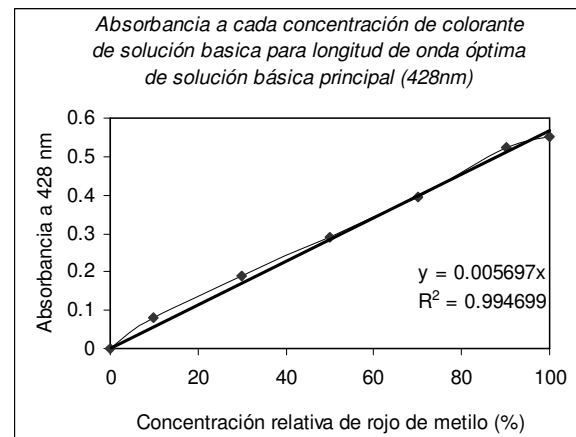
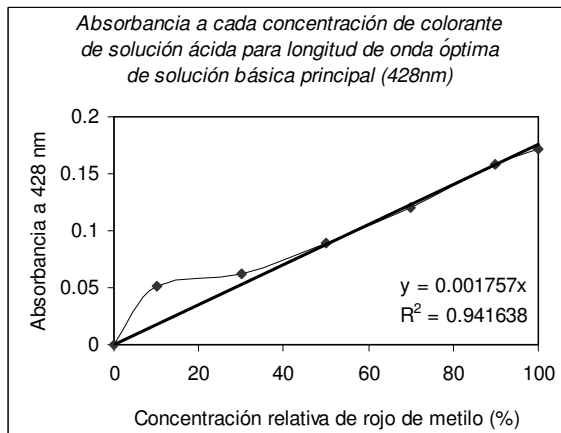
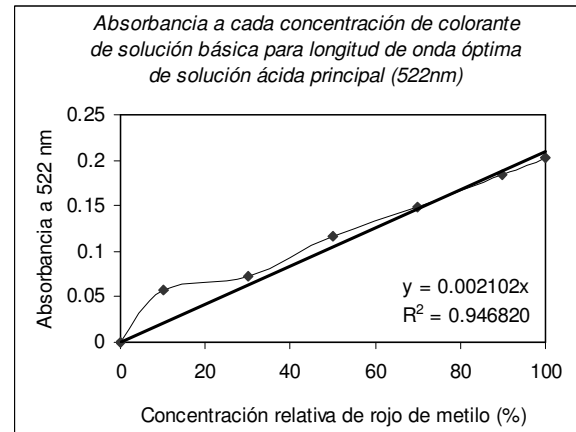
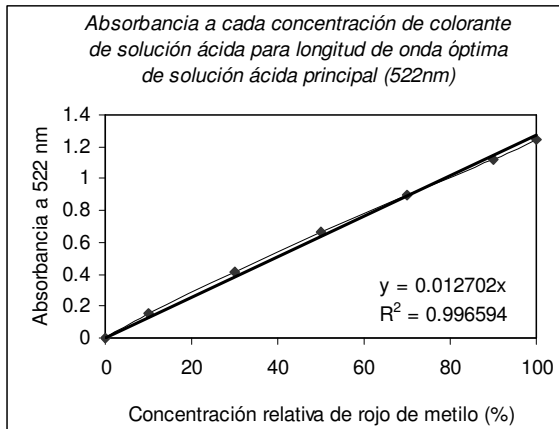
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	522	428

### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	522 nm		428 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.250	0.202	0.171	0.551
90	1.122	0.184	0.158	0.525
70	0.899	0.148	0.120	0.396
50	0.671	0.117	0.089	0.289
30	0.419	0.072	0.062	0.188
10	0.158	0.058	0.052	0.082
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

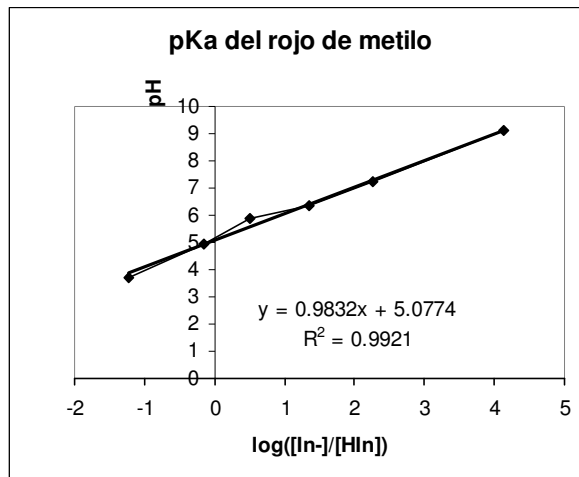
Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012702
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002102
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001757
Solución básica Longitud de onda básica	0.005697



ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 522nm	ABS 428nm	$\log([In^-]/[HIn])$
3.68	2.501	0.408	-1.230185582
4.97	1.997	0.815	-0.149875001
5.88	1.189	1.225	0.506272441
6.33	0.801	1.726	1.34117354
7.26	0.711	1.869	2.265898104
9.09	0.691	1.872	4.127333072

**pKa = 5.0774**



## CORRIDA No.5

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

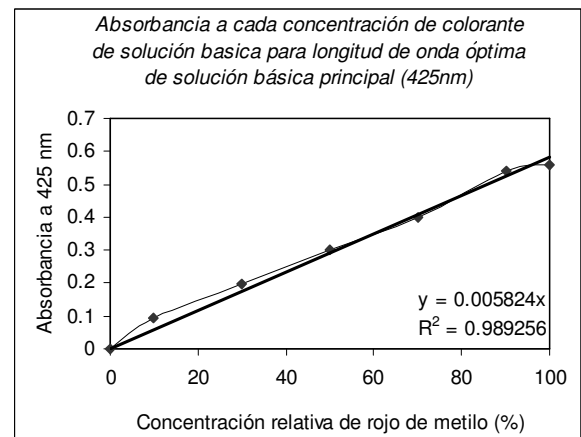
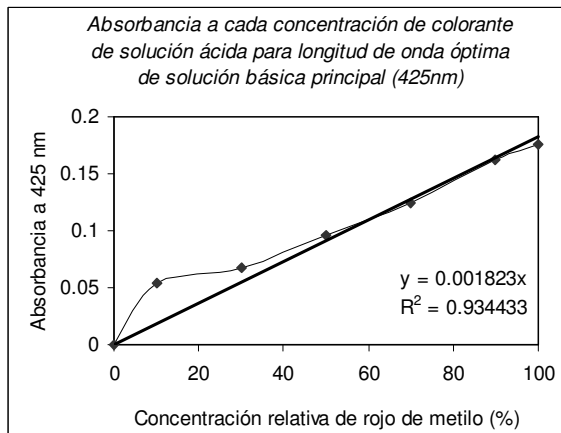
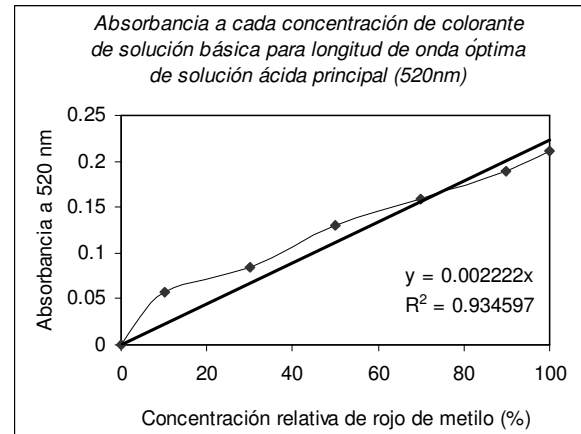
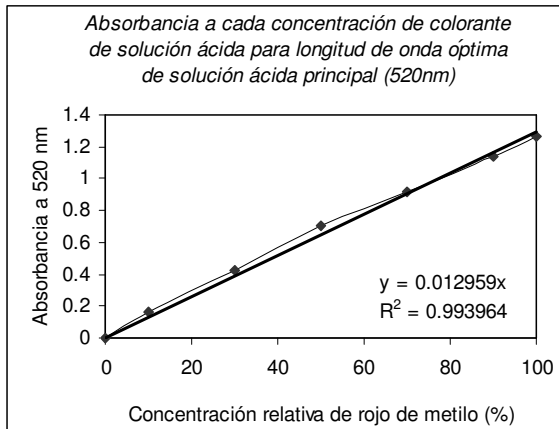
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	520	425

### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	520 nm		425 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.265	0.211	0.176	0.558
90	1.139	0.189	0.162	0.541
70	0.921	0.159	0.125	0.399
50	0.708	0.130	0.096	0.301
30	0.429	0.085	0.068	0.197
10	0.166	0.058	0.054	0.096
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

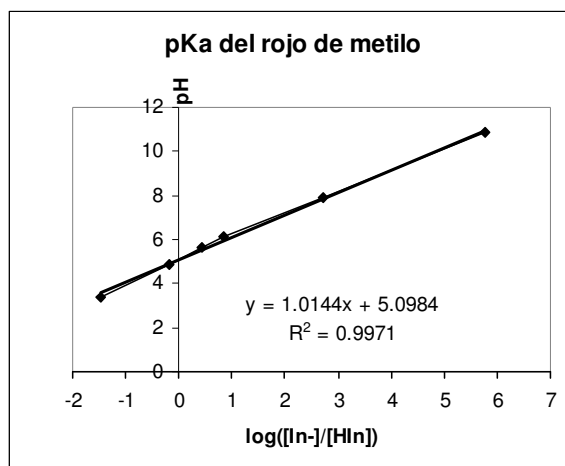
Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012959
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002222
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001829
Solución básica Longitud de onda básica	0.005824



ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 520nm	ABS 425nm	$\log([In^-]/[HIn])$
3.42	2.074	0.322	-1.46234098
4.88	1.265	0.501	-0.174330473
5.68	1.002	0.946	0.446259249
6.12	0.756	1.114	0.830856226
7.88	0.696	1.805	2.713445177
10.85	0.694	1.819	5.768662613

**pKa = 5.0984**





## CORRIDA No.6

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

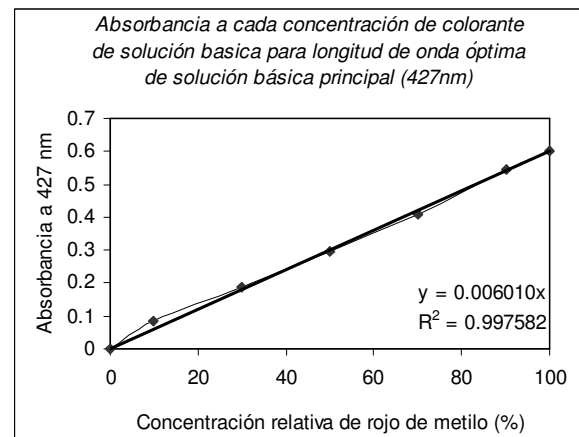
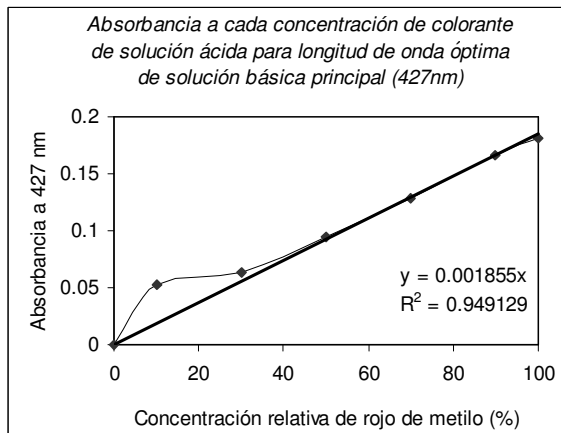
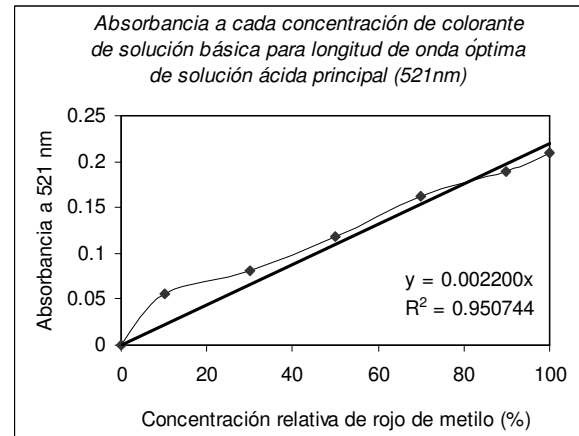
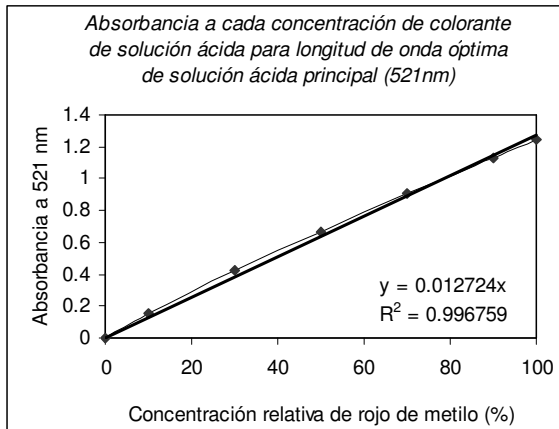
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	521	427

### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	521 nm		427 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.249	0.210	0.181	0.601
90	1.126	0.189	0.166	0.546
70	0.907	0.163	0.128	0.411
50	0.665	0.118	0.094	0.296
30	0.421	0.081	0.064	0.187
10	0.157	0.056	0.053	0.084
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

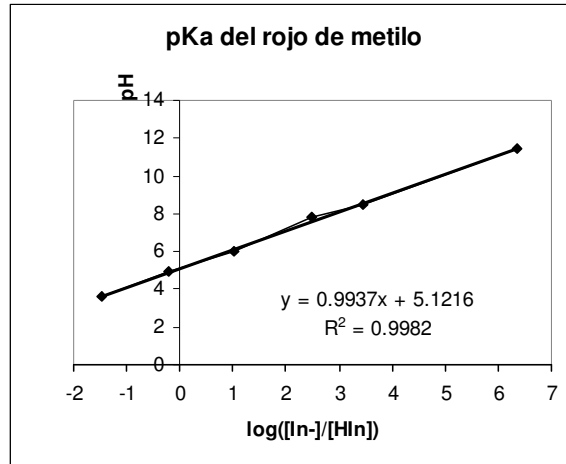
Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012724
Solución básica Longitud de onda ácida	0.0022
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001855
Solución básica Longitud de onda básica	0.00601



ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 521nm	ABS 427nm	$\log([In^-]/[HIn])$
3.62	2.234	0.359	-1.474420088
4.92	1.984	0.771	-0.222323177
6.05	0.894	1.624	1.023570869
7.81	0.706	1.894	2.475440397
8.46	0.702	1.914	3.447827863
11.41	0.701	1.915	6.362974265

**pKa = 5.1216**



## CORRIDA No.7

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

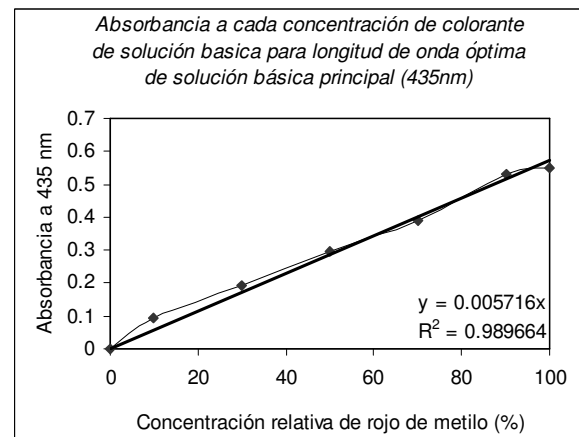
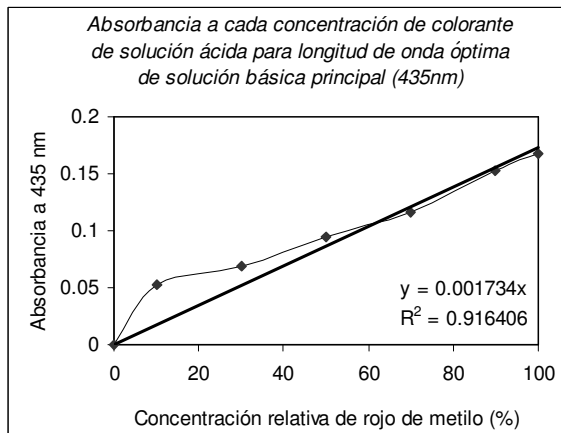
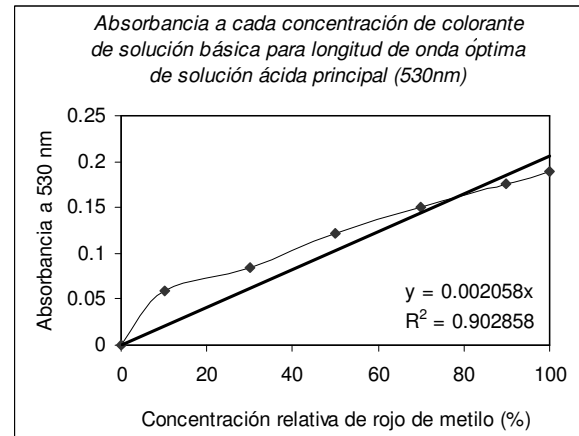
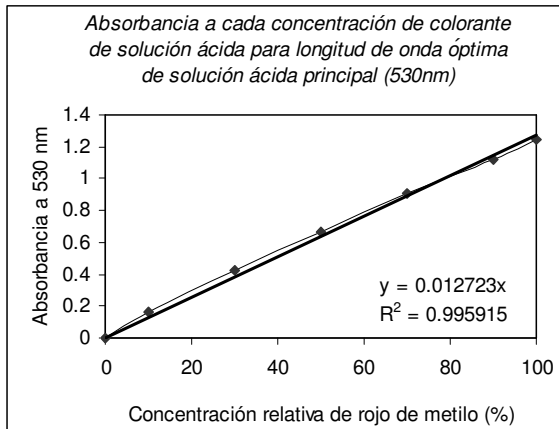
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de Onda Optima (nm)	530	435

### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	530 nm		435 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.246	0.19	0.167	0.549
90	1.124	0.176	0.153	0.532
70	0.908	0.150	0.116	0.390
50	0.669	0.122	0.095	0.294
30	0.426	0.084	0.069	0.192
10	0.16	0.059	0.053	0.094
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

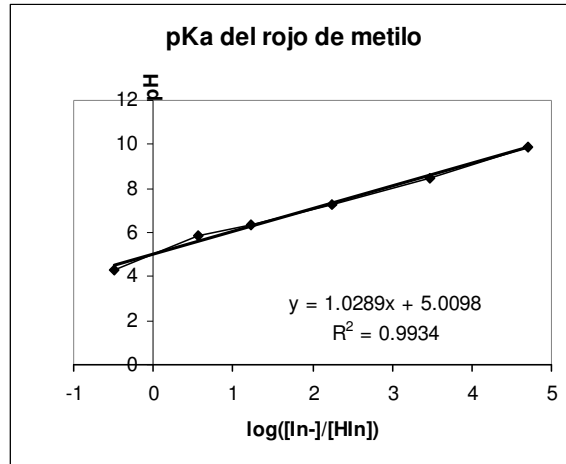
Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012723
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002058
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001734
Solución básica Longitud de onda básica	0.005716



ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 530nm	ABS 435nm	$\log([In^-]/[HIn])$
4.31	2.074	0.549	-0.500381335
5.85	1.051	1.170	0.559797752
6.33	0.809	1.676	1.229258699
7.24	0.705	1.894	2.239022074
8.47	0.693	1.921	3.475800547
9.91	0.691	1.919	4.708754794

**pKa = 5.0098**



## CORRIDA No.8

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

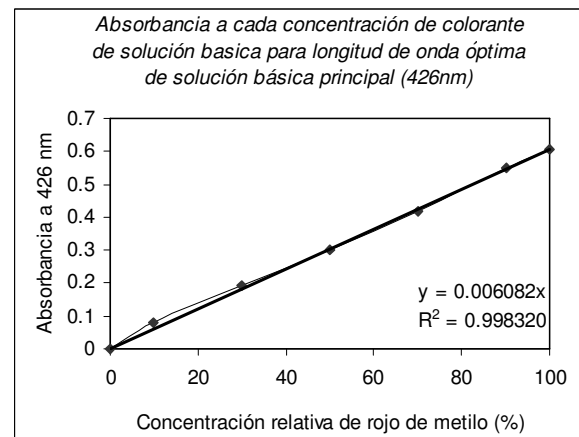
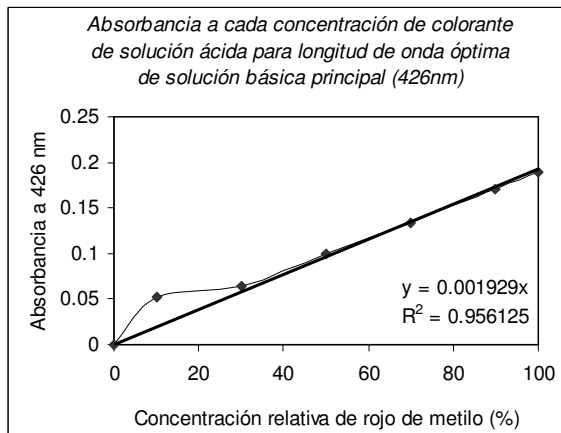
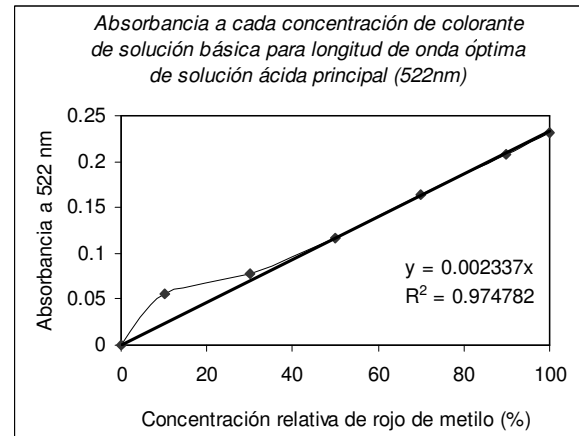
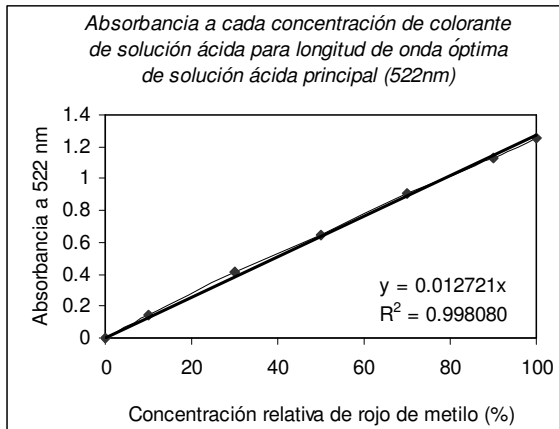
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	522	426

### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	522 nm		426 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.254	0.231	0.190	0.607
90	1.129	0.207	0.171	0.550
70	0.909	0.164	0.133	0.419
50	0.651	0.117	0.099	0.302
30	0.414	0.077	0.065	0.191
10	0.149	0.055	0.053	0.081
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

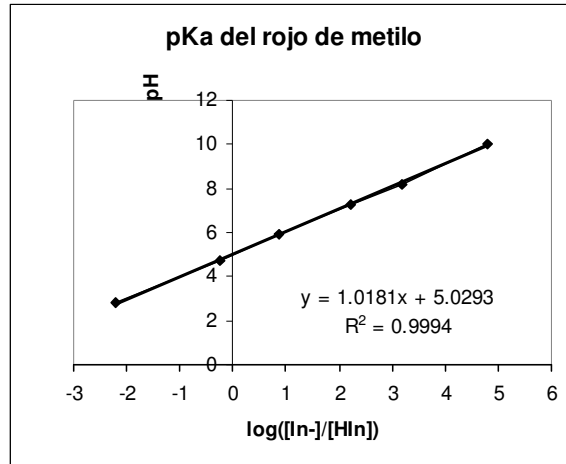
Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012721
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002337
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001929
Solución básica Longitud de onda básica	0.006082



ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 522nm	ABS 426nm	$\log([In^-]/[HIn])$
2.84	2.234	0.345	-2.206966032
4.75	1.992	0.768	-0.240855266
5.92	0.913	1.433	0.873440528
7.24	0.706	1.783	2.22490493
8.21	0.704	1.826	3.182523446
10.01	0.704	1.832	4.804813872

**pKa = 5.0293**



## CORRIDA No.9

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

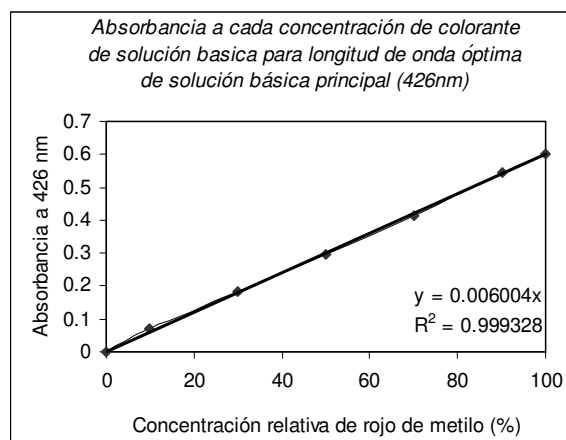
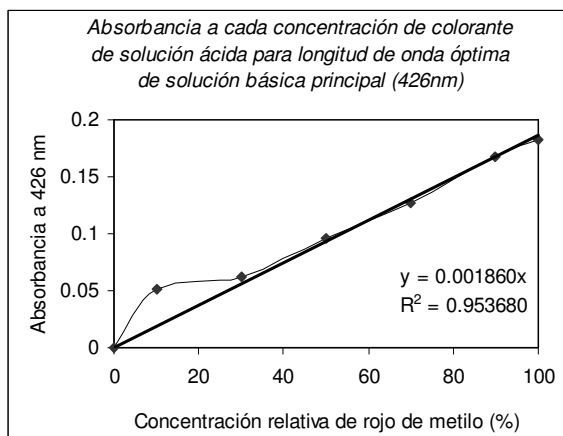
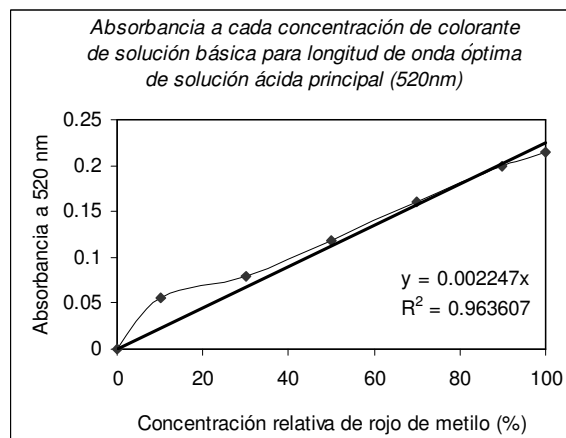
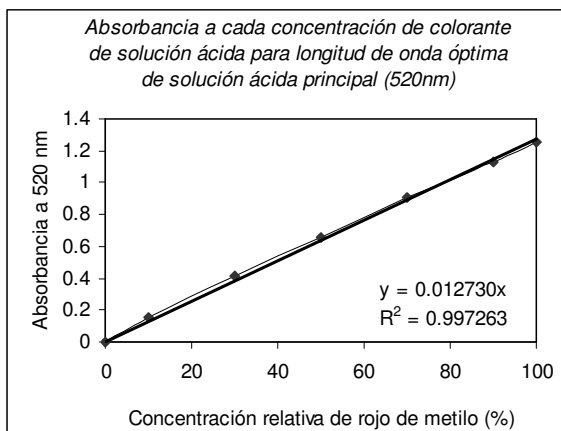
	Solución ácida Principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	520	426

### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	520 nm		426 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.251	0.215	0.182	0.603
90	1.128	0.199	0.167	0.544
70	0.908	0.161	0.127	0.413
50	0.661	0.119	0.096	0.294
30	0.419	0.079	0.062	0.185
10	0.154	0.055	0.052	0.069
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

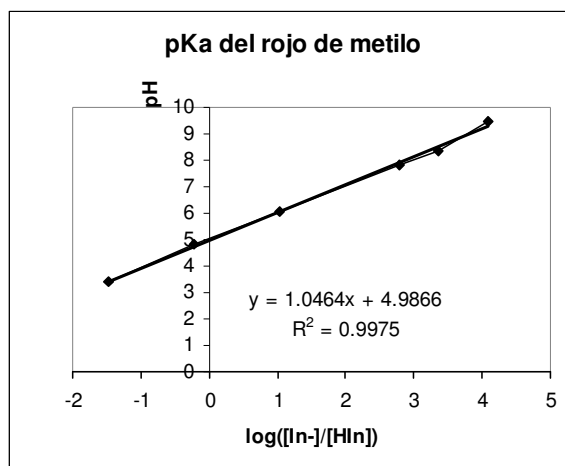
Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.01273
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002247
Solución ácida Longitud de onda básica	0.00186
Solución básica Longitud de onda básica	0.006004



ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 520nm	ABS 426nm	$\log([In^-]/[HIn])$
3.44	2.234	0.359	-1.482716207
4.8	1.984	0.771	-0.220649383
6.08	0.894	1.624	1.043861257
7.82	0.715	1.894	2.788873019
8.35	0.715	1.906	3.357095607
9.46	0.714	1.907	4.099007619

**pKa = 4.9866**





## CORRIDA No.10

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

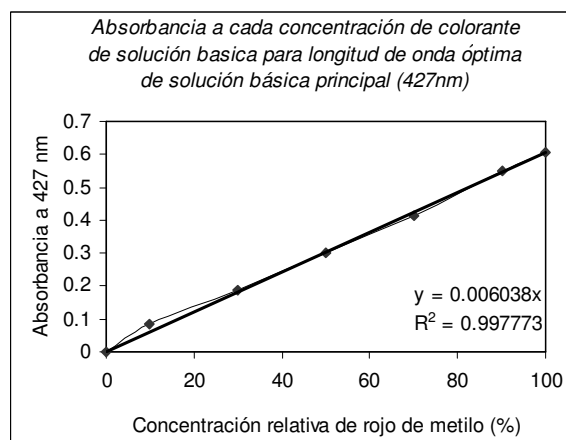
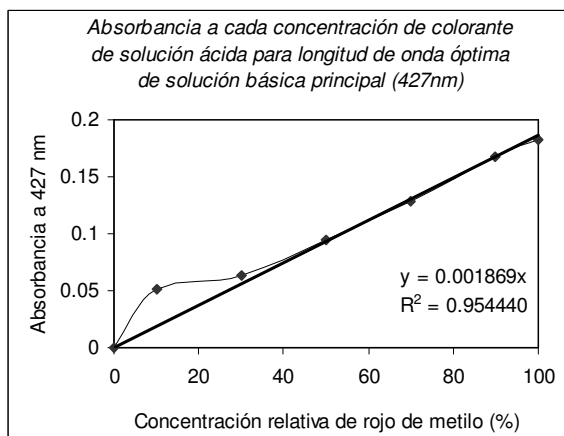
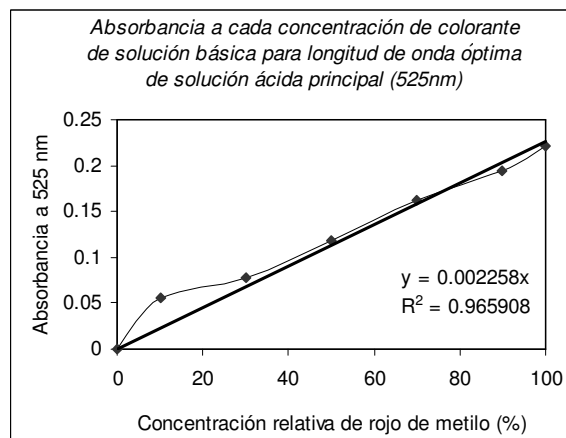
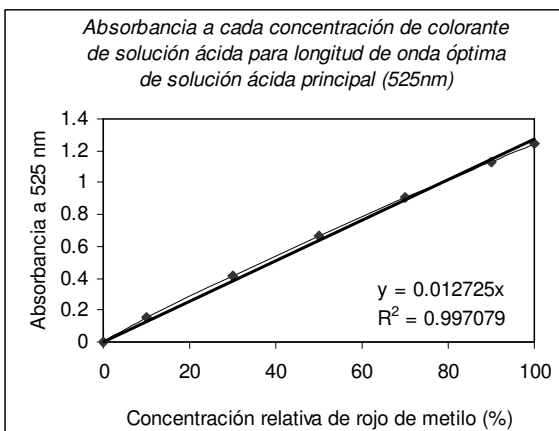
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	525	427

### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	525 nm		427 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.250	0.221	0.183	0.604
90	1.127	0.195	0.167	0.548
70	0.907	0.163	0.129	0.413
50	0.664	0.118	0.095	0.299
30	0.418	0.078	0.063	0.186
10	0.156	0.055	0.052	0.084
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

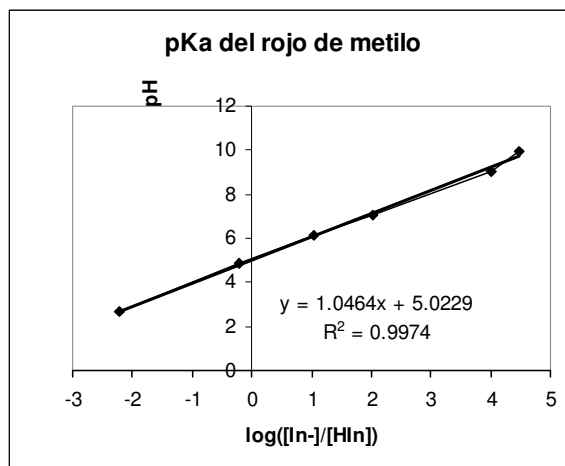
Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012725
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002258
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001869
Solución básica Longitud de onda básica	0.006038



ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 525nm	ABS 427nm	$\log([In^-]/[HIn])$
2.67	2.334	0.349	-2.227592991
4.87	1.984	0.771	-0.224700472
6.11	0.894	1.625	1.041193877
7.09	0.744	1.895	2.027355074
9.01	0.724	1.935	4.008475499
9.92	0.723	1.933	4.485537219

**pKa = 5.0229**



## APÉNDICE B: Detalle de los resultados obtenidos para el cálculo de la robustez del método

### CONDICIONES

Factor	Valor	Influencia
Humedad	94%	+
Temperatura	16°C	+
Rojo de Metilo	otro	+

### LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

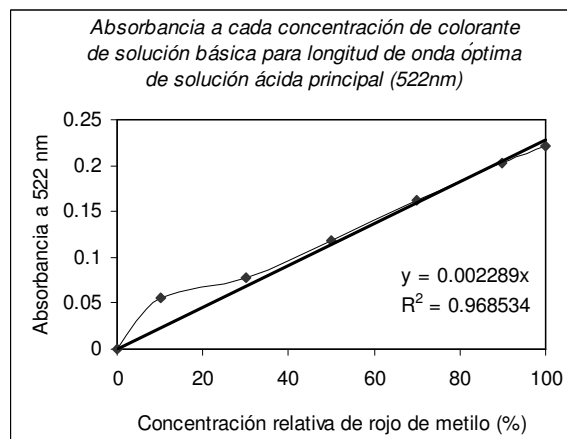
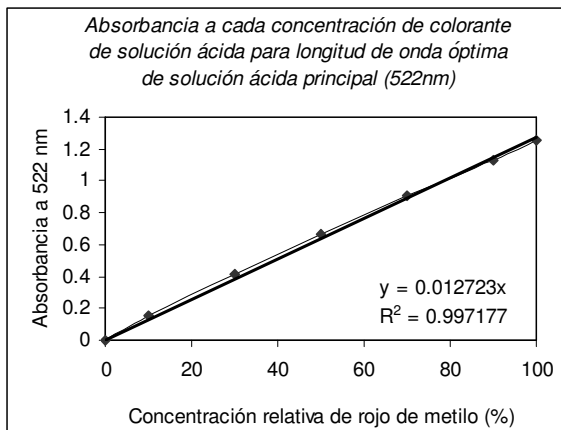
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	522	426

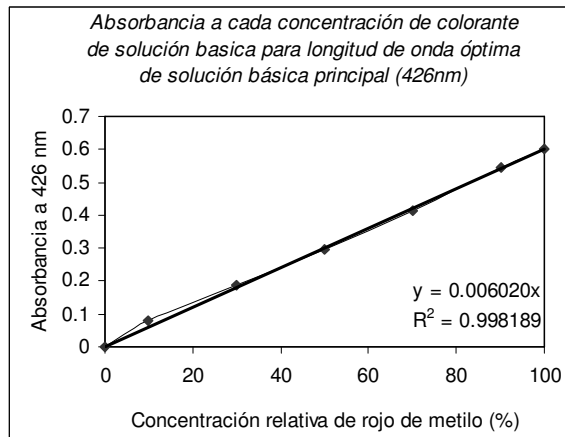
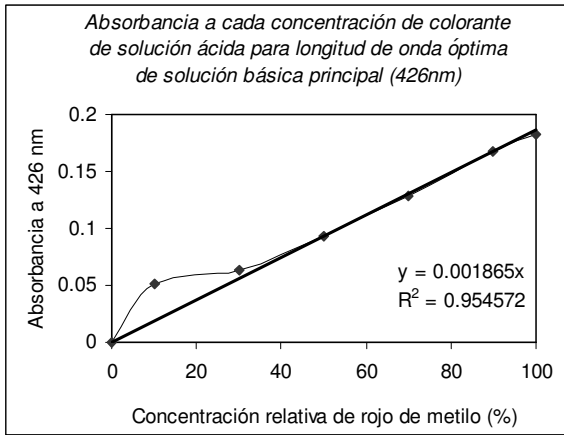
### ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	522 nm		426 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.251	0.222	0.183	0.602
90	1.126	0.203	0.167	0.546
70	0.907	0.163	0.129	0.414
50	0.663	0.118	0.093	0.296
30	0.417	0.077	0.063	0.187
10	0.156	0.056	0.052	0.081
0	0	0	0	0

### ÍNDICES DE ABSORBANCIA

Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012723
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002289
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001865
Solución básica Longitud de onda básica	0.006020

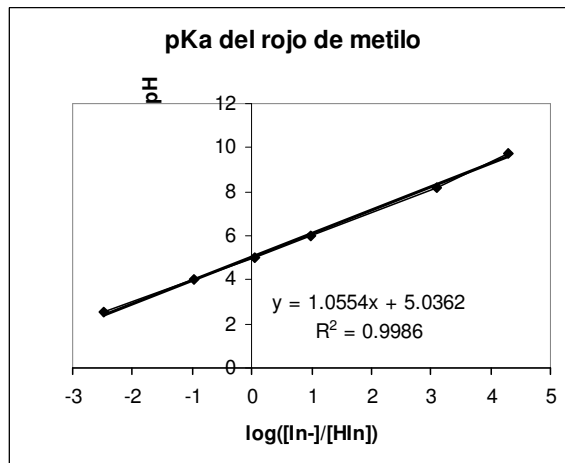




ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 522nm	ABS 426nm	$\log([In^-]/[HIn])$
2.52	2.256	0.334	-2.484089259
4.01	2.003	0.389	-0.963867191
5.00	1.547	0.872	0.049977161
6.02	1.031	1.776	0.984719525
8.21	0.732	1.917	3.092053159
9.71	0.731	1.922	4.298223278

**pKa = 5.0362**



CONDICIONES

Factor	Valor	Influencia
Humedad	91%	+
Temperatura	22°C	-
Rojo de Metilo	el mismo	-

LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

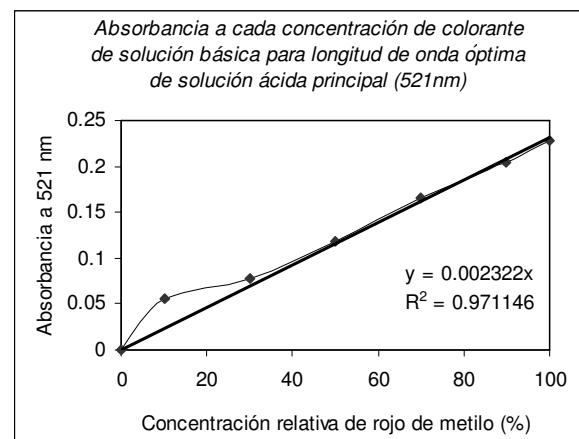
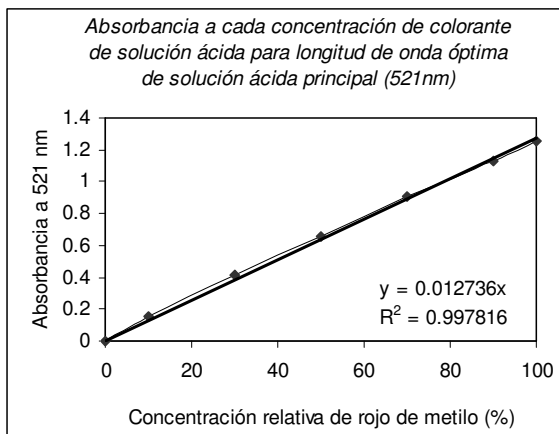
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	521	427

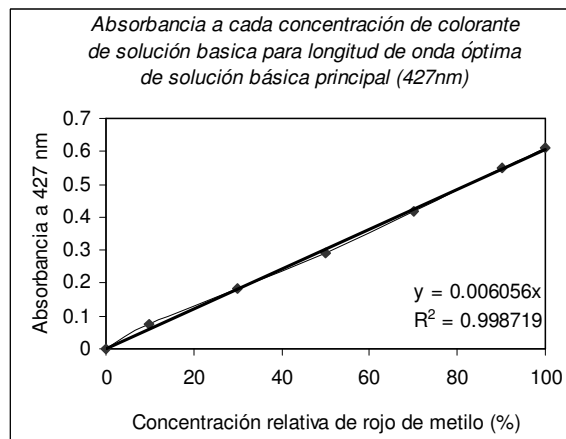
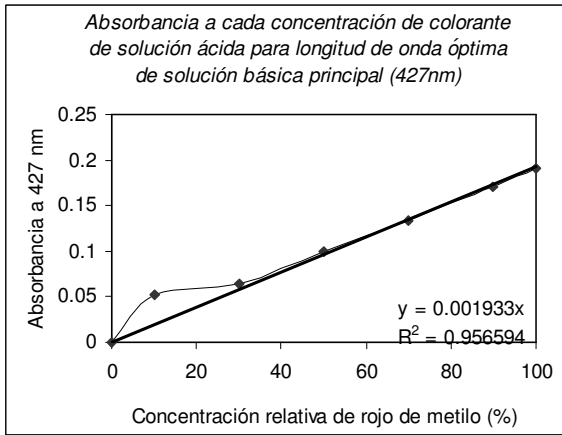
ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	521 nm		427 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.256	0.228	0.191	0.612
90	1.127	0.204	0.171	0.548
70	0.908	0.165	0.133	0.417
50	0.661	0.119	0.099	0.291
30	0.411	0.077	0.065	0.183
10	0.153	0.056	0.053	0.074
0	0	0	0	0

ÍNDICES DE ABSORBANCIA

Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012736
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002322
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001933
Solución básica Longitud de onda básica	0.006056

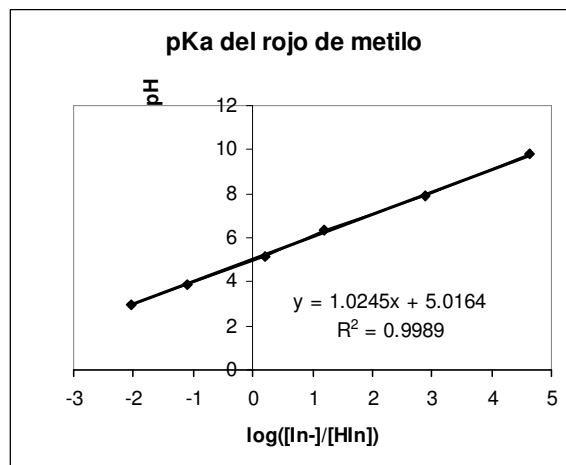




ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 521nm	ABS 427nm	$\log([In^-]/[HIn])$
2.95	2.161	0.337	-2.030050281
3.91	2.011	0.375	-1.104607392
5.12	1.552	1.113	0.214817786
6.35	0.904	1.771	1.183938319
7.89	0.774	2.005	2.8794013
9.81	0.770	2.008	4.64615637

**pKa = 5.0164**



CONDICIONES

Factor	Valor	Influencia
Humedad	72%	-
Temperatura	27°C	+
Rojo de Metilo	otro	+

LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

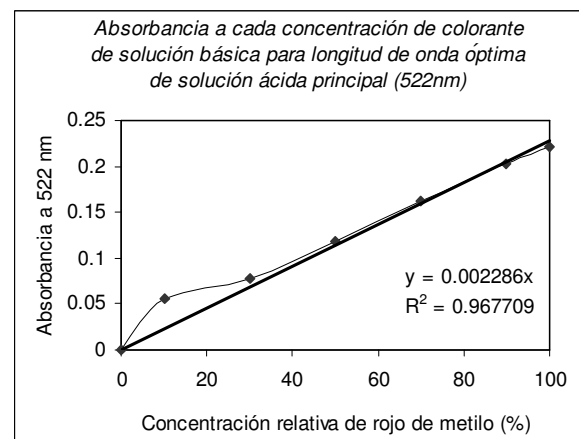
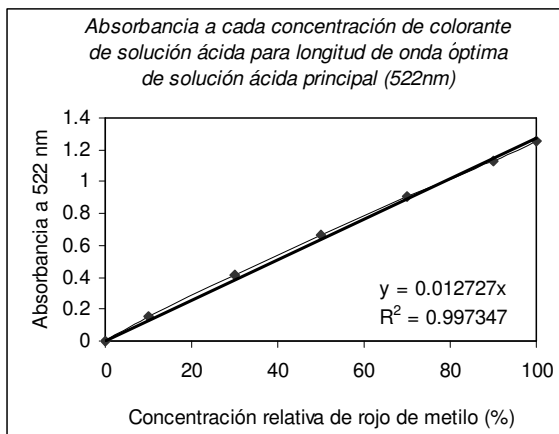
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	522	426

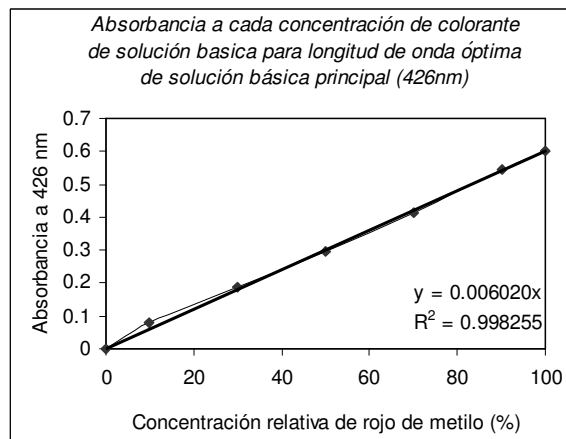
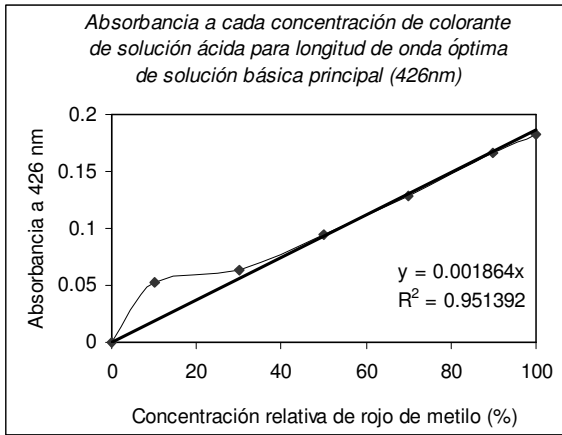
ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	522 nm		426 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.253	0.222	0.183	0.602
90	1.126	0.202	0.166	0.545
70	0.906	0.163	0.129	0.415
50	0.663	0.118	0.094	0.296
30	0.417	0.078	0.063	0.187
10	0.154	0.056	0.053	0.081
0	0	0	0	0

ÍNDICES DE ABSORBANCIA

Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012727
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002286
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001864
Solución básica Longitud de onda básica	0.006020

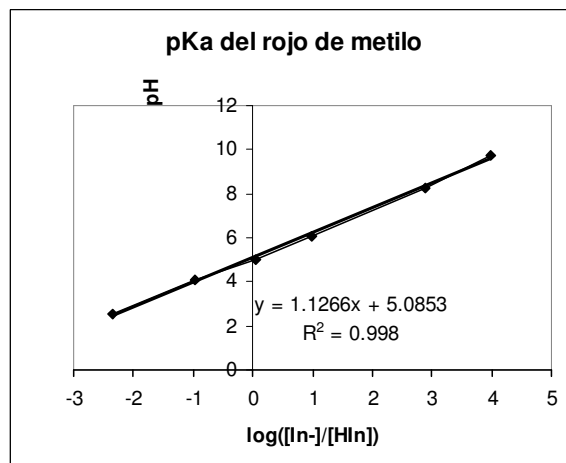




ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 522nm	ABS 426nm	$\log([In^-]/[HIn])$
2.54	2.256	0.335	-2.341606391
4.06	2.004	0.388	-0.968201181
5.02	1.547	0.872	0.0500882
6.08	1.031	1.777	0.984541045
8.25	0.733	1.917	2.879474328
9.74	0.731	1.924	3.991890755

**pKa = 5.0853**





CONDICIONES

Factor	Valor	Influencia
Humedad	74%	-
Temperatura	23°C	-
Rojo de Metilo	El mismo	-

LONGITUDES DE ONDA ÓPTIMA

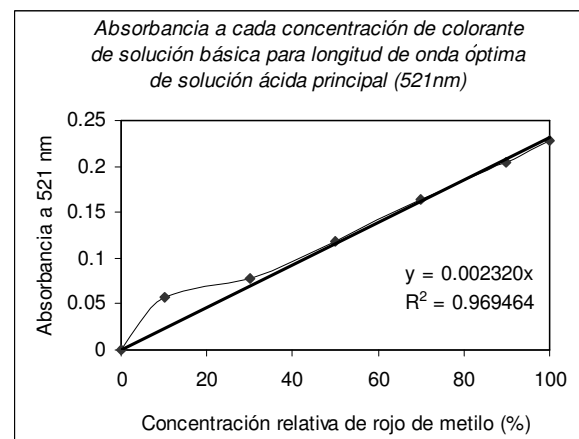
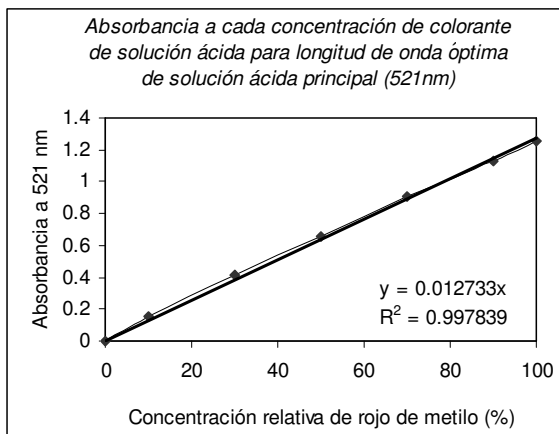
	Solución ácida principal	Solución básica principal
Longitud de onda óptima (nm)	521	427

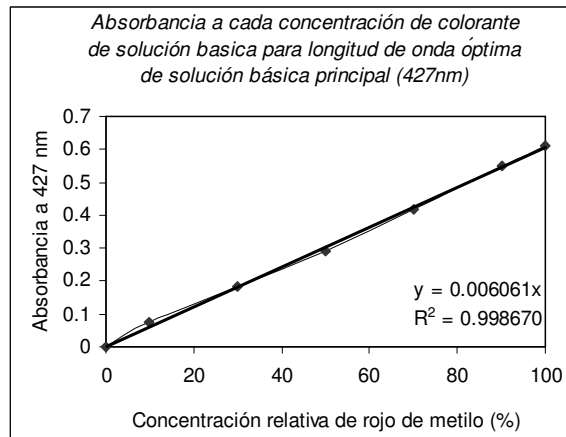
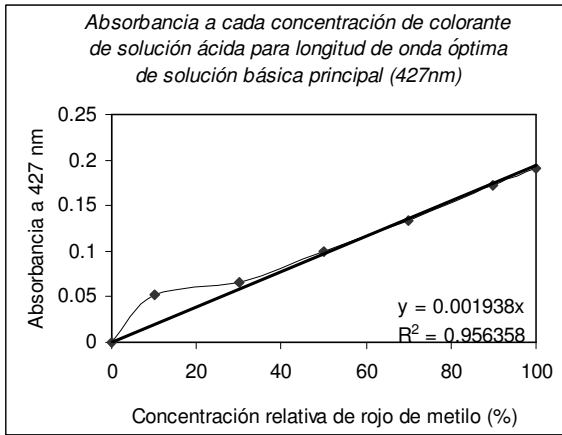
ABSORBANCIAS DE CADA SOLUCIÓN

Concentración relativa (%)	521 nm		427 nm	
	Solución ácida	Solución básica	Solución ácida	Solución básica
100	1.256	0.228	0.191	0.613
90	1.127	0.204	0.172	0.548
70	0.907	0.164	0.133	0.417
50	0.661	0.119	0.099	0.291
30	0.411	0.077	0.066	0.184
10	0.153	0.057	0.053	0.074
0	0	0	0	0

ÍNDICES DE ABSORBANCIA

Muestra	Índice de absorbancia
Solución ácida Longitud de onda ácida	0.012733
Solución básica Longitud de onda ácida	0.002320
Solución ácida Longitud de onda básica	0.001938
Solución básica Longitud de onda básica	0.006061

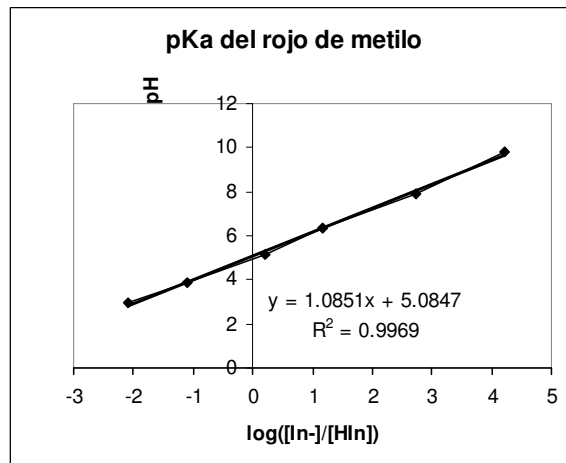




ABSORBANCIA Y pH DE CADA SOLUCIÓN

pH	ABS 521nm	ABS 427nm	$\log([In^-]/[HIn])$
2.96	2.161	0.337	-2.077619136
3.91	2.011	0.376	-1.104174914
5.14	1.552	1.113	0.213750288
6.36	0.905	1.771	1.179213609
7.89	0.775	2.005	2.721033916
9.84	0.770	2.011	4.220897706

**pKa = 5.0847**



## APÉNDICE C: Determinación del número de corridas

Para determinar el número de corridas que deben de realizarse para la validación del ensayo, se determinó por medio de la distribución t de student por medio de la siguiente ecuación:

$$t_{\alpha/2} = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

$t_{\alpha/2}$  = Estadístico t student a un nivel de confianza del 95% ( $\alpha/2 = 0.025$ )

$\bar{X}$  = valor promedio del pKa en las “n” corridas

$\mu$  = valor teórico del pKa (5.00)

s = desviación estándar de los pKa en las “n” corridas

n = número de corrida

Despejando “n” de la ecuación anterior se obtiene:

$$n = \left( \frac{s \cdot t_{\alpha/2}}{\bar{X} - \mu} \right)^2$$

Para las diez corridas realizadas, se tiene que los grados de libertad son:  $n+1 = 10+1 = 11$ . Según la tabla de distribución t student para 11 grados de libertad y un  $\alpha/2 = 0.025$ , se tiene que  $t_{\alpha/2} = 2.201$ .

Sustituyendo los datos del pKa que se muestran en la tabla IV se obtiene lo siguiente:

$$n = \left( \frac{0.0496724 \cdot 2.204}{5.03534 - 5.00} \right)^2 = 9.5967 \approx 10$$

Por tanto, el número de corridas que deben realizarse son efectivamente 10.



**ANEXO 1**

**RECOPIACION**  
DE  
**LAS LEYES**

DE LA  
**REPUBLICA DE GUATEMALA**

---

---

**1939-1940**

CONTIENE ESTE VOLUMEN LAS DISPOSICIONES EMITIDAS DESDE EL  
15 DE MARZO DE 1939 HASTA EL 14 DEL MISMO MES DE 1940

---

---

COLECCIONADAS POR  
**ROSENDO P. MENDEZ**

**TOMO LVIII**

---

---

GUATEMALA, C. A.-FEBRERO DE 1942



444

*Fijese un plazo de 3 meses para el cobro de acciones y participaciones de la Petrolera Izabal Castellanos & Co., Ltda.*

Casa del Gobierno: Guatemala, 19 de mayo de 1939.

El Presidente de la República,

En vista del informe rendido por el Departamento Monetario y Bancario de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, acerca de que, desde hace varios meses no se han presentado más personas gestionando el cobro de acciones y participaciones de la extinta Sociedad Petrolera Izabal Castellanos & Co., Ltda.,

**ACUERDA:**

*Artículo 1º*—Que durante el término de tres meses a partir de esta fecha, se publique semanalmente en el Diario Oficial, la lista de acciones y participaciones de la extinta Sociedad Petrolera Izabal Castellanos & Co., Ltda., que no hayan sido canceladas.

*Artículo 2º*—Vencido el término a que se refiere el artículo anterior pasarán a poder de la Nación aquellas acciones y participaciones de la referida extinta Sociedad que no hubieren sido canceladas, o sobre las cuales no se hubiera iniciado ninguna gestión de cobro.

*Artículo 3º*—Este acuerdo entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial. (1)

Comuníquese.

**UBICO.**

El Secretario de Estado en el Despacho de Hacienda y Crédito Público,

**J. GONZÁLEZ CAMPO.**

*Acuérdanse los Planes de Estudio para las Escuelas de la Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia de la Universidad Nacional.*

Casa del Gobierno: Guatemala, 22 de mayo de 1939.

El Presidente de la República

(1) Publicado el 26 de mayo de 1939.

**ACUERDA:**

Los siguientes Planes de Estudios para las Escuelas de la Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia de la Universidad Nacional:

**PARA FARMACEUTICO QUIMICO**

*Preparatoria* (Segundo ciclo de Bachillerato):

Matemáticas;  
Zoología General;  
Botánica General;  
Principios Fundamentales de Química;  
Física General;  
Anatomía Humana.

*Primer Año:*

Química Mineral, primer curso;  
Física Aplicada;  
Fisiología;  
Botánica Farmacéutica;  
Contabilidad Aplicada;

*Segundo Año:*

Química Mineral, segundo curso;  
Química Orgánica, primer curso;  
Química Analítica Cualitativa;  
Botánica Microscópica e Histología Vegetal;  
Legislación, Deontología e Historia de la Farmacia.  
Zoología Farmacéutica.

*Tercer Año:*

Farmacia Química, primer curso;  
Farmacia Galénica, primer curso;  
Química Orgánica, segundo curso;  
Química Analítica Cuantitativa;  
Materia Médica, primer curso;  
Parasitología;  
Farmacia Operativa, primer curso.

*Cuarto Año:*

Farmacia Química, segundo curso;  
Farmacia Galénica, segundo curso;  
Materia Médica, segundo curso;  
Mineralogía y Geología;  
Química Biológica Aplicada;  
Higiene y Primeros Auxilios;  
Farmacia Operativa, segundo curso.

*Quinto Año:*

Criminalística;  
Hidrología;  
Tecnología Farmacéutica;  
Análisis Bromatológico;  
Microbiología;

Química Agrícola, primer curso;  
Micología.

*Tercer Año:*

Tecnología Agrícola;  
Química Analítica Aplicada;  
Microbiología;  
Hidrología y Geología;  
Química Agrícola, segundo curso.

*Prácticas:*

Se harán en las principales zonas agrícolas de cada país, según reglamentos especiales.

PARA LA CARREPA DE QUIMICO  
AZUCARERO

*Preparatoria (segundo ciclo de Bachillerato):*

Química Mineral, primer curso;  
Botánica Especial;  
Matemáticas;  
Física Aplicada;  
Dibujo.

*Primer Año:*

Química Mineral, segundo curso;  
Química Orgánica, primer curso;  
Química Analítica Cualitativa;  
Micología.

*Segundo Año:*

Química Orgánica, segundo curso;  
Química Analítica Cuantitativa;  
Microbiología;  
Hidrología y Geología.

*Tercer Año:*

Química de los Azúcares;  
Tecnología Industrial;  
Química Analítica Aplicada.  
Química Agrícola.

*Prácticas:*

Seis meses en un Ingenio, según reglamentos especiales.

Comuníquese.

UBICO:

El Secretario de Estado en el Despacho  
de Educación Pública.

J. ANTONIO VILLACORTA C.

*Autorízase a la Municipalidad de San Francisco El Alto para que cobre por servicio de alumbrado el arbitrio que se indica.*

Casa del Gobierno: Guatemala, 23 de mayo de 1939.

El Presidente de la República,

En vista de lo expuesto por la Municipalidad de San Francisco El Alto, departamento de Totonicapán, y con mérito del informe rendido por la Jefatura Política respectiva,

ACUERDA:

Autorizar a la mencionada Municipalidad de San Francisco El Alto, para que por servicio de alumbrado eléctrico público en su jurisdicción, cobre trimestralmente, a las personas propietarias de bienes urbanos, la cuota de quince centavos de quetzal por cada propiedad comprendida en el catastro que el propio Ayuntamiento formuló con fecha 29 de abril del año en curso.

El cobro de la citada cuota lo hará la Municipalidad mediante los talonarios que para el efecto están autorizados, y los fondos que por tal concepto perciba deberá invertirlos en el sostenimiento y mejoras del servicio de alumbrado eléctrico de su localidad.

Comuníquese.

UBICO.

El Secretario de Estado en el Despacho  
de Hacienda y Crédito Público,

J. GONZÁLEZ CAMPO.

*Dispónese llevar un riguroso control de entrada y salida de documentos y expedientes en oficinas públicas y municipales.*

Casa del Gobierno: Guatemala, 26 de mayo de 1939.

El Presidente de la República,

Con el objeto de que se leve un riguroso control en la entrada y salida de documentos y expedientes en las oficinas públicas y municipales para mejor garantía del público que ante ellas gestione,

ACUERDA:

1º—En toda oficina pública o municipal deberá llevarse un libro en el que se anotarán por orden riguroso de presentación, todas las



Análisis Aplicados;  
Farmacia Operativa, tercer curso,

*Prácticas*

La Farmacia Operativa será práctica, debiéndose hacer dos años en los Laboratorios de la Facultad y un año en las Oficinas de Farmacia.

El curso de Análisis Aplicado comprenderá, de preferencia, estudios de Análisis de abonos, forrajes, tierras, alcoholes, textiles, fibras, pólvoras, explosivos y demás que sean necesarios para completar la preparación integral del Farmacéutico Químico.

En las prácticas de Botánica, Zoología, Materia Médica, Mineralogía e Hidrología, se dará preferencia a los estudios de la flora, fauna y gea de Centroamérica.

PARA QUIMICO BIOLOGO

*Preparatoria (segundo ciclo de Bachillerato):*

Química Mineral;  
Anatomía e Histología;  
Fisiología;  
Botánica Especial;  
Zoología Especial;  
Física Aplicada y Microscopía.

*Primer Año:*

Anatomía Comparada;  
Química Orgánica;  
Química Analítica Cualitativa Especial;  
Química Fisiológica;  
Parasitología.

*Segundo Año:*

Citología y Anatomía Patológica;  
Química Analítica Cuantitativa Especial;  
Química Biológica, primer curso;  
Coprología;  
Micología Especial;  
Bacteriología.

*Tercer Año:*

Análisis Urológicos;  
Hematología;  
Química Biológica, segundo curso;  
Higiene;  
Sueros y Vacunas.

*Prácticas:*

¡ Cuatro horas diarias, durante tres años, en Laboratorios de la Facultad y un año en Hospitales.

PARA INGENIERO QUIMICO

*Preparatoria (segundo ciclo de Bachillerato):*

Principios Fundamentales de Química;  
Matemáticas, primer curso;  
Física;  
Dibujo;  
Mecánica Aplicada;  
Mineralogía.

*Primer Año:*

Matemáticas, segundo curso;  
Física Química;  
Química Mineral, primer curso;  
Electroquímica;  
Análisis Mineral Cualitativo.

*Segundo Año:*

Química Mineral, segundo curso;  
Química Orgánica, primer curso;  
Análisis Cuantitativo;  
Tecnología Química;  
Metalurgia.

*Tercer Año:*

Química Orgánica, segundo curso;  
Química Coloidal;  
Combustibles;  
Análisis Industriales.

*Cuarto Año:*

Análisis y Síntesis Orgánicas;  
Geología e Hidrología;  
Química Industrial.  
Química Agrícola.

PARA QUIMICO AGRICOLA

*Preparatoria (segundo ciclo de Bachillerato):*

Química Mineral, primer curso;  
Zoología General;  
Matemáticas;  
Dibujo.

*Primer Año:*

Química Mineral, segundo curso;  
Química Orgánica, primer curso;  
Entomología;  
Mineralogía;  
Química Analítica Cuantitativa.

*Segundo Año:*

Química Orgánica, segundo curso;  
Física Aplicada y Mecánica;  
Química Analítica Cuantitativa;