



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**"ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE
INVOLUCRAN AL ION PLATA"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTAN:

ESCAMILLA CALDERON FATIMA

LARA ZAMORA CESAR ALBERTO

ASESORES: M en C. JOSÉ DE JESÚS PÉREZ SAAVEDRA.

Q. SONIA RINCÓN ARCE.

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2010.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis :

Ultramicrovaloraciones Potenciométricas que involucran al Ion Plata

que presenta la pasante: Fatima Escamilla Calderon
con número de cuenta: 301227245 para obtener el título de :
Ingeniera Química

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de Enero de 2010.

PRESIDENTE	MC. José de Jesús Pérez Saavedra	
VOCAL	Dr. Ricardo Paramont Hernández García	
SECRETARIO	IQ. María Eugenia Velázquez Espinosa	
PRIMER SUPLENTE	MC. Gilberto Atilano Amaya Ventura	
SEGUNDO SUPLENTE	MC. Enrique Ramos López	



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE

EXAMENES PROFESIONALES

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis :

Ultramicrovaloraciones Potenciométricas que involucran al Ion Plata

que presenta el pasante: Cesar Alberto Lara Zamora
con número de cuenta: 404016353 para obtener el título de :
Ingeniero Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de Enero de 2010.

PRESIDENTE	MC. José de Jesús Pérez Saavedra	
VOCAL	Dr. Ricardo Paramont Hernández García	
SECRETARIO	IQ. María Eugenia Velázquez Espinosa	
PRIMER SUPLENTE	MC. Gilberto Atilano Amaya Ventura	
SEGUNDO SUPLENTE	MC. Enrique Ramos López.	



AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS.

Gracias a Dios, que me ha permitido cumplir esta ilusión, acompañada de mi familia y amigos. Y aunque algunas personas especiales para mi ya no están físicamente conmigo, éste trabajo también está dedicado a ellos.

A Silvia, mi maravillosa Madre.

Que siempre estés conmigo, que no me descuidas y por que más que mi madre, haz sido la mejor de mis amigas y mi más franca consejera. Te agradezco tu entereza, tu confianza y tu amor. Este logro es tan tuyo como mío, te quiero, un eterno gracias.

A Enrique, mi eminente Padre.

Te agradezco tu apoyo y cariño incondicional en todos los sentidos, y ¿sabes? Éste título va especialmente dedicado a ti, porque un día tú me lo dijiste; te ves reflejado en mi, así que éste triunfo también es tuyo. Para ti, toda mi admiración y respeto ¡Perdurablemente, gracias!

A Silvia, mi hermana.

Que te preocupabas y me apoyabas cuando no me iba muy bien en la escuela. Gracias por ayudarme en todo lo que estaba a tu alcance, por escucharme y por prestarme tu hombro cuando me era necesario llorar. Espero que éste trabajo te aliente a seguir adelante con tus estudios y que en un futuro no muy lejano seas tú, quien esté logrando su sueño.



AGRADECIMIENTOS

A una persona esencial en mi vida: Cesar Lara.

Por estar conmigo desde el inicio de ésta carrera, por tu apoyo incondicional, por tu paciencia, por... tantas vivencias y tantos sentimientos. Sabes que haz sido testigo de mis éxitos y frustraciones, y lo más importante es que eres parte fundamental para que ésta meta se halla cumplido, tu conoces el porqué. Gracias, porque contigo mi etapa en la Universidad será trascendente e inolvidable.

A mis amigos de la Facultad:

A Emy, gracias porque procuraste no dejarme sola en el laboratorio y porque me ayudaste en lo que más pudiste. Pero sobre todo, gracias por tu amistad incondicional desde el primer día en la Facultad, ¿recuerdas?

A Félix y a Robert, por hacerme distinguir la amistad y el compañerismo de forma sincera. Gracias por su confianza.

A Ana Laura, por enseñarme el lado humilde de la amistad y porque a pesar de todo me consideras tu amiga. ¡Felicidades por la nueva etapa de tu vida!

A Nury y a Jeza, con quienes compartí todas mis clases y forjamos una buena amistad.

A Omar, gracias porqué hasta en los momentos más difíciles me hacías reír con tus ocurrencias, de verdad te estimo.

A Karina, Alondra y Yare por esas escapadas y buenos ratos de fiesta.



AGRADECIMIENTOS

A Lupita, a Javier ...en fin a los IQ´s 31 que hicieron de la Universidad, una de las mejores experiencias de mi vida.

Mención a parte a dos amigos especiales:

A Diana Chávez, por animarme cada día a seguir con éste sueño y por hacerme parte de tu vida y de tu familia.

A Luciano, mi leal y mejor amigo desde hace años. Gracias por apoyarme en momentos de desesperanza y porque a pesar de mi pesimismo, nunca dudaste de mí.

Además, un sincero gracias al **M. en C. José de Jesús Pérez Saavedra y a la Q. Sonia Rincón Arce** por brindarnos su confianza, su amistad y todas las facilidades para realizar ésta tesis. Gracias por ser buenos profesores, pero sobre todo gracias por ser personas encantadoras.

Finalmente, quiero agradecerles a los profesores de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por haberme formado académicamente y por hacerme sentir orgullosa de pertenecer a la Máxima Casa de Estudios; la Universidad Nacional Autónoma de México.

Me concentré en los pequeños milagros de la vida diaria, y observé que todo lo que parecía complicado, empezó a volverse sencillo...

Fatima Escamilla Calderon



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo esta dedicado a todas aquellas personas que hicieron posible mi logro como profesionista preparándome para la vida para llenarme de triunfos y éxitos.

A mis padres por todos los esfuerzos y sacrificios que hicieron posible mi logro como hombre y profesionista, por todo el apoyo y cuidados que tuvieron en mi carrera y en toda mi vida, deseando de corazón que este triunfo lo sientan como suyo. Aunque mis palabras no describen la gratitud que me inunda, no me queda mas que agradecer y continuar llenándolos de alegría y satisfacción.

A mis compañeros y amigos; gracias porque hicieron más fácil y agradable mi estancia en la Facultad, otorgándome momentos inolvidables que marcaron parte de mi vida.

Como un agradecimiento especial a Fatima que estuvo presente en todos los momentos buenos y malos durante el largo trayecto en la Facultad, brindándome apoyo incondicional y desinteresado, mostrando cariño y solidaridad en cada momento vivido en todos estos años.

A mis profesores por transmitir sus conocimientos y lograr que desarrollara mis habilidades mentales y emocionales. Como agradecimiento especial a mis profesores José de Jesús y Sonia asesores de tesis que hicieron posible la culminación de esta trabajo con su apoyo y orientación.

...Por todo esto y más muchas gracias.

Cesar Alberto Lara Zamora



INDICE.

**ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN
AL ION PLATA.**

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN.	1
CAPITULO 1.- ANTECEDENTES.	3
CAPITULO 2.- OBJETIVOS.	4
CAPITULO 3.- PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.	5
3.1.- Material y equipo utilizado en la técnica de ultramicrovaloración.	5
3.1.1.- Material y equipo utilizado en la técnica de macrovaloración.	5



INDICE

3.2.- Reactivos.	6
3.3.- Experimentación a nivel ultramicroescala.	7
3.4.- Experimentación a nivel macroescala.	8
CAPITULO 4.- RESULTADOS.	10
CAPITULO 5.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.	16
5.1.- Prueba de Hipótesis Nula.	16
CONCLUSIONES.	27
ANEXO 1.- Determinación de la difusión.	29
ANEXO 2.- Cálculos para preparación de soluciones.	31
ANEXO 3.- Estandarización de soluciones.	33



ANEXO 4.- Cálculo del punto de equivalencia, mediante el método de la primera derivada.	36
ANEXO 5.- Potenciales obtenidos para cada una de las 30 ultramicrovaloraciones de KCl 0.1 N con AgNO ₃ 0.1 N.	42
5.1.- Potenciales promedio, desviación estándar y varianza del Ion Cloruro para cada volumen de titulante agregado a nivel ultramicroescala.	45
ANEXO 6.- Potenciales obtenidos para cada una de las 30 macro valoraciones de KCl 0.1 N con AgNO ₃ 0.1 N.	46
6.1.- Potenciales promedio, desviación estándar y varianza del Ion Cloruro para cada volumen de titulante agregado a nivel macro escala.	49
ANEXO 7.- Potenciales obtenidos para cada una de las 30 ultramicrovaloraciones de KI 0.1 N con AgNO ₃ 0.1 N.	50
7.1.- Potenciales promedio, desviación estándar y varianza del Ion Ioduro para cada volumen de titulante agregado a nivel ultramicroescala.	53



ANEXO 8.- Potenciales obtenidos para cada una de las 30 macro valoraciones de KI 0.1 N con AgNO ₃ 0.1 N.	54
8.1.- Potenciales promedio, desviación estándar y varianza del Ion Ioduro para cada volumen de titulante agregado a nivel macro escala.	57
ANEXO 9.- Potenciales obtenidos para cada una de las 30 ultramicrovaloraciones de K ₂ CrO ₄ 0.1 N con AgNO ₃ 0.1 N.	58
9.1.- Potenciales promedio, desviación estándar y varianza del Ion Cromato para cada volumen de titulante agregado a nivel ultramicroescala.	61
ANEXO 10.- Potenciales obtenidos para cada una de las 30 macro valoraciones de K ₂ CrO ₄ 0.1 N con AgNO ₃ 0.1 N.	62
10.1.- Potenciales promedio, desviación estándar y varianza del Ion Cromato para cada volumen de titulante agregado a nivel macro escala.	65
BIBLIOGRAFÍA.	66



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

INTRODUCCIÓN.

Los problemas de contaminación ambiental siempre han existido; sin embargo en los últimos años se han incrementado, debido a las diversas actividades realizadas por los asentamientos humanos, el trabajo en los grandes desarrollos industriales; y por lo tanto la generación indiscriminada de desechos químicos y orgánicos.

Pero existe la preocupación por minimizar el impacto que estos desechos ocasionan, ya que estamos destruyendo el entorno que nos rodea, afectando así nuestra salud y el medio ambiente. Es por este motivo, que surge la llamada química verde o sustentable, la cual consiste en el desarrollo de nuevas metodologías para modificar los procesos o técnicas convencionales, y convertirlos en procesos "amigables", minimizando así los riesgos y la cantidad de desechos generados. Para lograr este objetivo, es necesaria la participación de todos los sectores, tanto a escala industrial, como en los laboratorios de investigación o de carácter docente. Esto va más allá del simple tratamiento adecuado de los residuos potencialmente contaminantes que puedan generarse, si no algo mucho más importante; evitar en lo más posible la generación de desechos peligrosos.

Desafortunadamente, en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán también se generan residuos químicos. Un ejemplo claro de ésta penosa contribución, son los desechos producidos en los laboratorios de experimentación. Específicamente en el semestre 2010-I se acumularon 49 litros de desechos (metales, solventes, oxidantes y ácidos) simplemente, en los laboratorios de Química Analítica, sin embargo en esta sección ya se ha hecho lo propio, porque ya se tiene un camino andado^{2,3,4,5,7,8,9,11,13,14,15} para dar soluciones.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

En el año de 2003¹² se iniciaron actividades con un grupo piloto, con el proceso llamado ultramicroanálisis, con la finalidad de disminuir costos y desechos en los laboratorios, actualmente ya no es trabajo de grupo piloto, ya es un paradigma formal en dichos laboratorios. Pero dadas las actuales circunstancias, rediseñamos las metodologías propuestas (excelentes para disminuir costos y desechos en su momento), para reintentar romper el paradigma creado y volver a minimizar reactivos utilizados y ya no generar desechos, debido a que en esta técnica, se trabaja con miligramos y microlitros, razones por las cuales el volumen recolectado en el semestre 2010-I, podría reducirse hasta diez veces menos, por consiguiente; contribuiríamos mucho menos a la contaminación ambiental. Además, es importante señalar que con esta modificada metodología no se pierde información y se crea conciencia entre nuestros compañeros y profesores.

En el presente trabajo se explicarán las ventajas y la validez de trabajar a nivel ultramicroescala, utilizando los siguientes reactivos: cloruro de potasio (KCl), ioduro de potasio (KI) y cromato de potasio (K_2CrO_4), con los cuales se prepararon las soluciones que sirvieron como analitos, éstos se titularon con nitrato de plata ($AgNO_3$).



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.

A partir de 2003 en la sección de química analítica de la FESC Cuautitlán se instrumentó la metodología analítica de las microvaloraciones potenciométricas (Potenciometría con volúmenes a nivel de microescala en educación¹²). Posterior a esto, se desarrollan tres tesis, en las cuales las microvaloraciones potenciométricas (volúmenes por valorar de 6 mL.), se sustituyen por las ultramicrovaloraciones (volúmenes por valorar de 0.2 mL.).

En estas tesis se desarrollaron este tipo de valoraciones para los equilibrios químicos de ácido-base (Pérez Ramírez 2008 y Valdez Paredes 2008) y de óxido-reducción (Valencia Ahedo 2007). El trabajo que nosotros presentamos son las ultramicrovaloraciones por precipitación de los iones Cl^- , I^- y CrO_4^{2-} con nitrato de plata.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

CAPÍTULO 2. OBJETIVOS.

1. Llevar a cabo ultramicrovaloraciones potenciométricas que involucran al ion plata, utilizando alícuotas de 0.2 mL. para minimizar los desechos químicos. Además de reducir costos y manipulación de los reactivos.
2. Instrumentar métodos innovadores de cuantificación en potenciometría, efectuando pequeñas variantes en el montaje experimental convencional y sustituyendo así los métodos tradicionales.
3. Reducir el impacto sobre la contaminación ambiental, minimizando la generación de residuos químicos peligrosos.
4. Disminuir los costos que se generan en el trabajo de laboratorio de química analítica, utilizando la mínima cantidad de reactivo posible.
5. Generar en el estudiante, una conciencia ecológica en cuanto a su actividad experimental, observando que el ultramicroanálisis es tan válido como el método convencional.
6. Comparar los resultados obtenidos a nivel ultramicroescala y macroescala.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

3.1 Material y equipo utilizado en la técnica de ultramicrovaloración:

1. 1 bureta graduada de 5 mL Pyrex. Tolerancia ± 0.01 mL.
2. 1 micro-contenedor.
3. 1 catéter Accu-Chek, Ultraflex, Infusion Set, 60 cm. ref. 04631374001 Roche.
4. 1 potenciómetro marca Oakton modelo RS 232.
5. 1 alambre de plata calibre 24 (electrodo indicador).
6. 1 electrodo de calomel Corning. (electrodo de referencia).
7. 1 micro pipeta Transsferpette. Tolerancia ± 1 μ L
8. 1 soporte universal completo.
9. 1 agitador magnético.
10. 1 barra magnética (5*2mm)
11. 1 par de caimanes.

3.1.1 Material y equipo utilizado en la técnica de macrovaloración:

1. 1 bureta graduada de 10 mL Pyrex. Tolerancia ± 0.02 mL
2. 1 vaso de precipitados de 50 mL Pyrex.
3. 1 potenciómetro marca Oakton modelo RS 232.
4. 1 electrodo de plata marca Instrulab.
5. 1 electrodo de calomel Corning. (electrodo de referencia).



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

6. 1 pipeta volumétrica de 5 mL. Tolerancia 0.01 mL
7. 1 soporte universal completo.
8. 1 agitador magnético.
9. 1 barra magnética (12*5mm)

3.2 Reactivos:

1. Cloruro de potasio (KCl). Productos Químicos Monterrey.
PM = 74.557g / mol.
Pureza :99.7%
2. Ioduro de potasio (KI). Productos Químicos Monterrey.
PM = 166 g / mol.
Pureza :99.5%
3. Cromato de potasio (K_2CrO_4). Productos Químicos Monterrey.
PM = 194.21 g / mol.
Pureza :99.6%
4. Nitrato de plata ($AgNO_3$). Merck
PM = 169.87 g / mol.
Pureza :99.9%
5. Nitrato de potasio (KNO_3). Merck
PM = 101.103 g / mol.
Pureza :99.7%



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

3.3 Experimentación a nivel ultramicroescala.

Los reactivos utilizados para realizar la experimentación fueron grado analítico, éstos se estandarizaron de acuerdo a la literatura (anexo 3). Como electrodo indicador se usó un alambre de plata calibre 24, como electrodo de referencia un electrodo de calomel así como un potenciómetro. Para iniciar con la experimentación, se tomaron treinta alícuotas de 0.2 mL de cloruro de potasio (0.1N) utilizando una micro pipeta (Tolerancia de 1 μ L). Dichas alícuotas se titularon con nitrato de plata (0.1N) con adiciones de 0.02 mL, reduciendo el intervalo a 0.01 mL, antes de llegar al punto de equivalencia. El aforo de la bureta (bureta con capacidad de 5 mL clase A con una graduación mínima de 0.01 mL y una tolerancia de \pm 0.01 mL) no se hizo de la manera convencional, si no de la siguiente manera: se conectó el catéter a la punta de la bureta y el aforo se considera hasta la punta de salida del catéter, el cual se sumerge dentro del seno de la solución. El montaje experimental es muy similar al de las titulaciones típicas, sólo con algunas modificaciones; siendo las más sobresalientes; el acoplamiento de un catéter en la punta de la bureta, el uso de micro-contenedores, la utilización de un alambre de plata calibre 24 como electrodo indicador. Una vez realizado dicho montaje se procedió a la lectura de potencial conforme se agregaban mililitros de titulante, para obtener el gráfico Potencial (E). Vs Volumen (mL). El procedimiento anterior, se llevó a cabo para cada uno de los iones trabajados (Cl⁻, I⁻, CrO₄²⁻). El montaje experimental, se muestra en la figura I.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

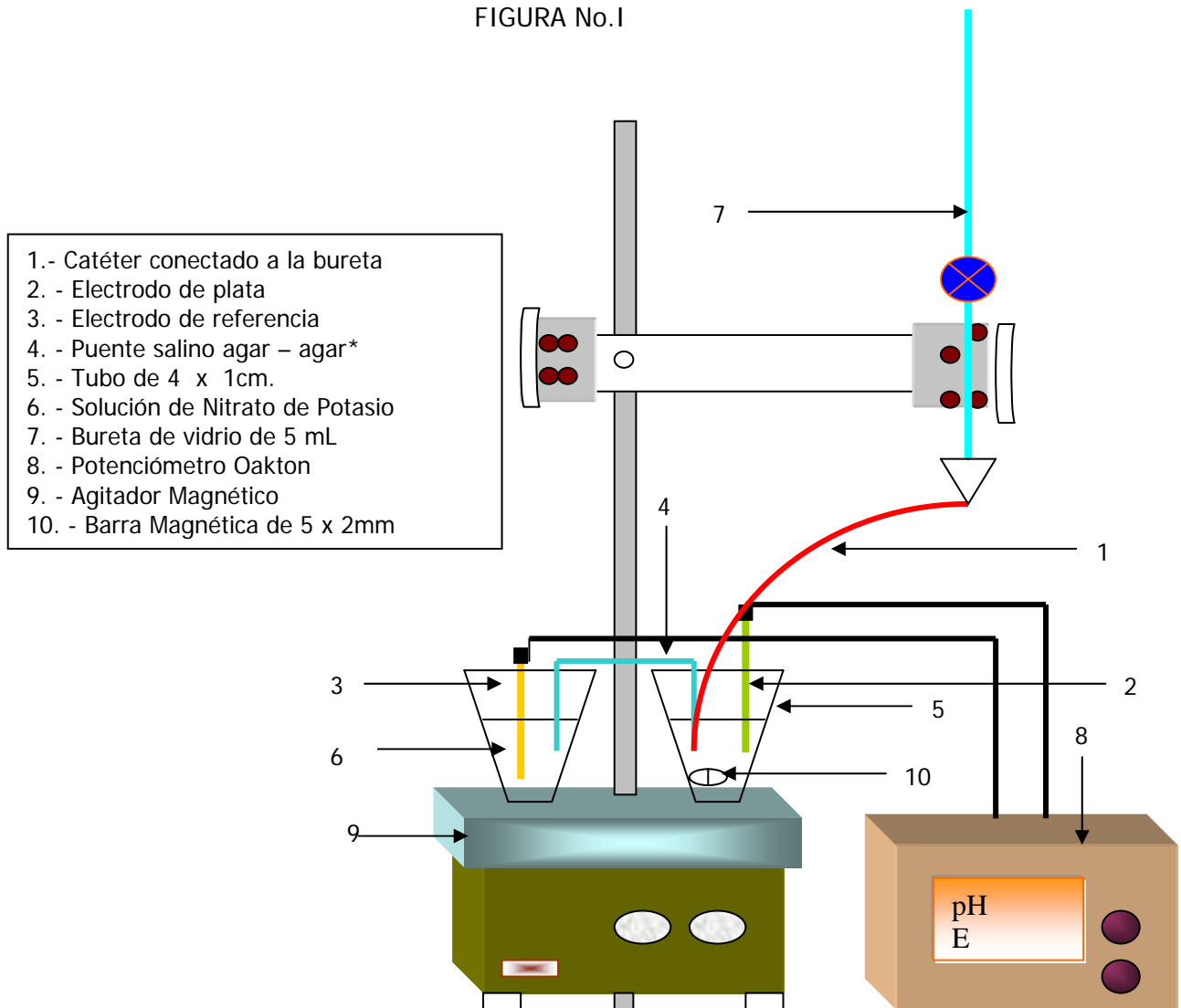
3.4 *Experimentación a nivel macroescala.*

Del mismo modo que en el procedimiento anterior, los reactivos utilizados fueron grado analítico, éstos se estandarizaron de acuerdo a la literatura (anexo 3). Como electrodo indicador se utilizó un electrodo de plata, como electrodo de referencia un electrodo de calomel, así como un potenciómetro. En este caso se tomaron treinta alícuotas de 5 mL de la solución de KCl (0.1 N), que se titularon con AgNO_3 (0.1 N), realizando adiciones de 0.5 mL de titulante hasta llegar al doble del volumen del punto de equivalencia. De acuerdo a la adición de volúmenes de titulante, se registraron los valores de potencial correspondientes. Este procedimiento se llevó a cabo para los dos iones restantes (I^- y CrO_4^{2-}).



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

FIGURA No.I



*El electrodo de referencia convencional tiene un diámetro mayor (1.3cm) que el recipiente contenedor de la solución por valorar (1 cm.), esto hace necesario separarlo en un segundo recipiente que contiene nitrato de potasio 0.1 M se cierra el circuito con un puente de agar-agar, que se preparó poniendo a ebullición en un vaso precipitado de 100 mL, 25 mL de nitrato de potasio 0.1 M y agregando 0.25 g de agar-agar luego un tubo en U y se llena con la solución antes que ésta se enfríe; Ya cuando el agar-agar se solidifica, se utiliza el tubo como puente salino.



CAPÍTULO 4. RESULTADOS.

En las figuras II, IV y VI, se observan las gráficas obtenidas experimentalmente de 30 valoraciones de 0.2 mL de analito, graficando potencial promedio contra mililitros de titulante agregado. Las soluciones utilizadas como analitos fueron KCl 0.1 N, KI 0.1 N y K_2CrO_4 0.1 N, respectivamente, éstas se titularon con $AgNO_3$ 0.1 N.

En las figuras III, V y VII, se observan las gráficas obtenidas experimentalmente de 30 valoraciones de 5 mL de analito, graficando potencial promedio contra mililitros de titulante agregado. Del mismo modo que en las titulaciones anteriores las soluciones utilizadas fueron KCl 0.1 N, KI 0.1 N y K_2CrO_4 0.1 N, respectivamente, éstas se titularon con $AgNO_3$ 0.1 N.

En todos los casos, se incluyen las gráficas que muestran la desviación estándar incrementada en un factor de ± 20 , con la finalidad de obtener una clara apreciación visual de las curvas promedio en su desviación estándar; las cuales no presentan discontinuidades; por lo que la desviación en la población de datos es muy pequeña. De este modo; se demuestra la confiabilidad de la curva.

En la tabla 1 se presentan los volúmenes de punto de equivalencia obtenidos mediante el método de la primera derivada, para las valoraciones de los iones Cl^- , I^- y CrO_4^{2-} con Nitrato de Plata. En la tabla 2 y 3 se presentan los resultados de los miligramos recuperados de las valoraciones de 0.2 mL. y 5 mL de los iones anteriormente mencionados, contra los miligramos esperados y su error porcentual. Los miligramos, están referidos al peso molecular de la sal, para así



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

tener una idea clara de los miligramos de reactivo utilizado inicialmente, y del mismo modo conocer la cantidad total de la sal recuperada.

Valoración	Volúmenes del Punto de Equivalencia de la Curva Promedio (0.2 mL)	Volúmenes del Punto de Equivalencia de la Curva Promedio (5 mL)
Cloruro de Potasio 0.1N	0.195	4.75
Ioduro de Potasio 0.1N	0.195	4.75
Cromato de Potasio 0.1N	0.395	9.75

Tabla 1. Resultados de los Volúmenes del Punto de Equivalencia (V_{PE}) de la Curva Promedio de las treinta valoraciones de 0.2 mL y 5.0 mL de los iones Cl^- , I^- y CrO_4^{2-} , respectivamente.

		A	B	C	D	E	F	G	H
Valoración	Volumen. Obtenido (mL)	Normalidad Experimental Obtenida $N_1V_1=N_2V_2$	Volumen Valorado (mL)	Milimoles teóricos (0.1x0.2)	Milimoles Experimentales Obtenidos (A x B)	Peso Molecular g/mol	mg Esperados (C x E)	mg obtenidos (D x E)	Error porcentual
Cloruro de Potasio 0.1 N	0.195	0.0975	0.2	0.02	0.0195	74.557	1.491	1.453	2.50
Ioduro de Potasio 0.1 N	0.195	0.0975	0.2	0.02	0.0195	166	3.320	3.237	2.50
Cromato de Potasio 0.1 N	0.197	0.0985	0.2	0.02	0.0197	194.21	3.884	3.825	1.50
								Promedio	2.16

Tabla 2. Resultados de los miligramos recuperados de las valoraciones de 0.2 mL de los iones Cl^- , I^- y CrO_4^{2-} con nitrato de plata 0.1 N, contra los miligramos esperados y su error porcentual.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

		A	B	C	D	E	F	G	H
Valoración	Volumen. Obtenido (mL)	Normalidad Experimental Obtenida $N_1V_1=N_2V_2$	Volumen Valorado (mL)	Milimoles teóricos (0.1x5)	Milimoles Experimentales Obtenidos (A x B)	Peso Molecular	Mg Esperados (C x E)	mg obtenidos (D x E)	Error porcentual
Cloruro de Potasio 0.1 N	4.75	0.0950	5	0.5	0.475	74.557	37.278	35.414	5.00
Ioduro de Potasio 0.1 N	4.75	0.0950	5	0.5	0.475	166	83	78.850	5.00
Cromato de Potasio 0.1 N	4.87	0.0975	5	0.5	0.4875	194.21	97.105	94.677	2.5
							Promedio	4.16	

Tabla 3. Resultados de los miligramos recuperados de las valoraciones de 5 mL de los iones Cl^- , I^- y CrO_4^{2-} con nitrato de plata 0.1 N, contra los miligramos esperados y su error porcentual.

NOTA: El volumen de punto de equivalencia para el ión CrO_4^{2-} , registrado en las tablas 2 y 3, se dividió entre dos, debido a que la estequiometría de la reacción es 1:2, y para fines prácticos, de obtener la concentración de este ion en Molaridad.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Figura II. Curva Potencial Promedio de 30 valoraciones de 0.2 ml de KCl 0.1 N con AgNO_3 0.1 N y sus desviaciones estándar ± 20 veces ($\text{DE} \pm 20$) para cada volumen agregado

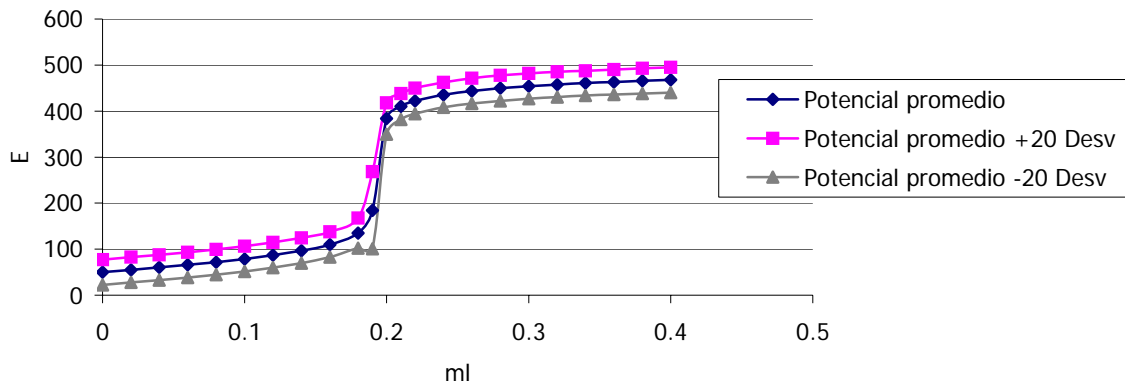
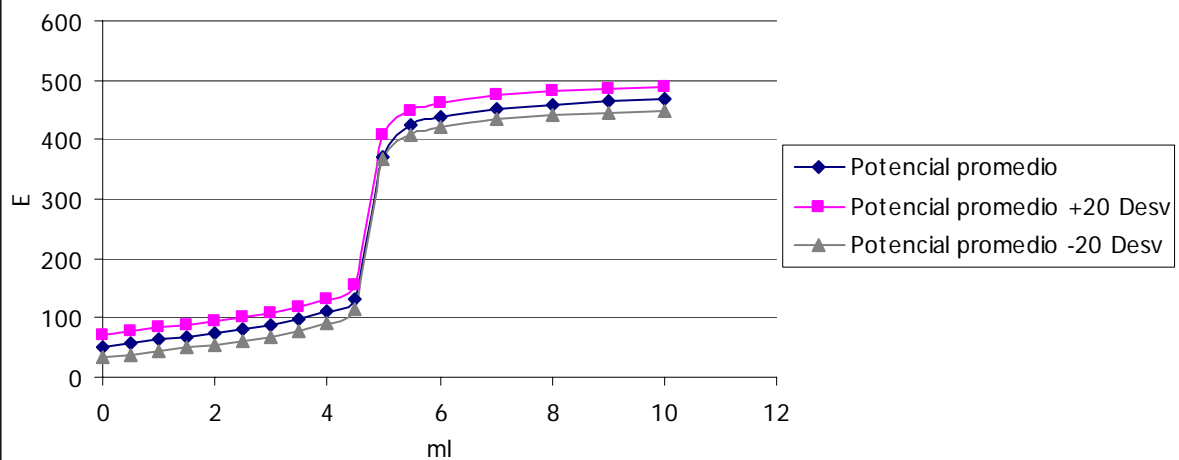


Figura III. Curva Potencial Promedio de 30 valoraciones de 5 ml de KCl 0.1 N con AgNO_3 0.1 N y sus desviaciones estándar ± 20 veces ($\text{DE} \pm 20$) para cada volumen agregado





ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Figura IV. Curva Promedio de 30 valoraciones de 0.2 ml de KI 0.1 N con AgNO₃ 0.1 N y sus desviaciones estándar ± 20 veces (DE ± 20) para cada volumen agregado

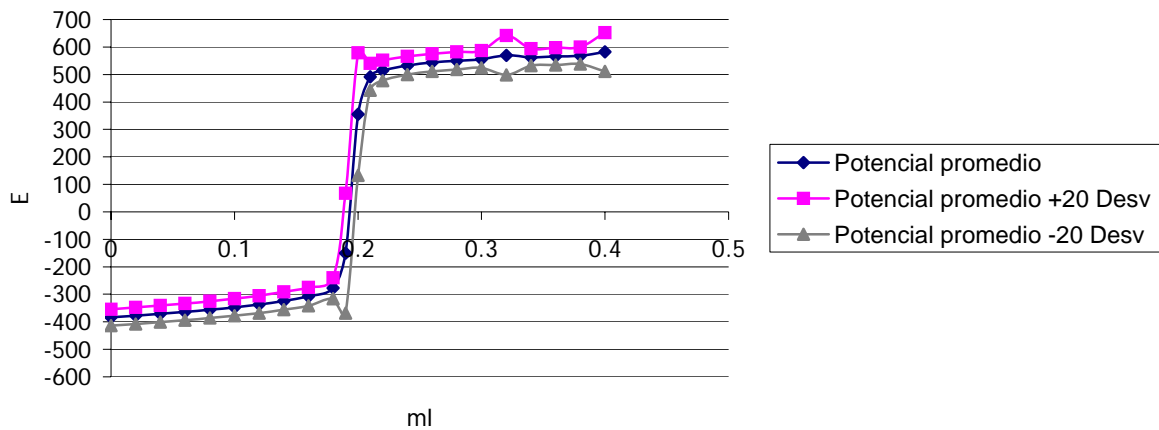
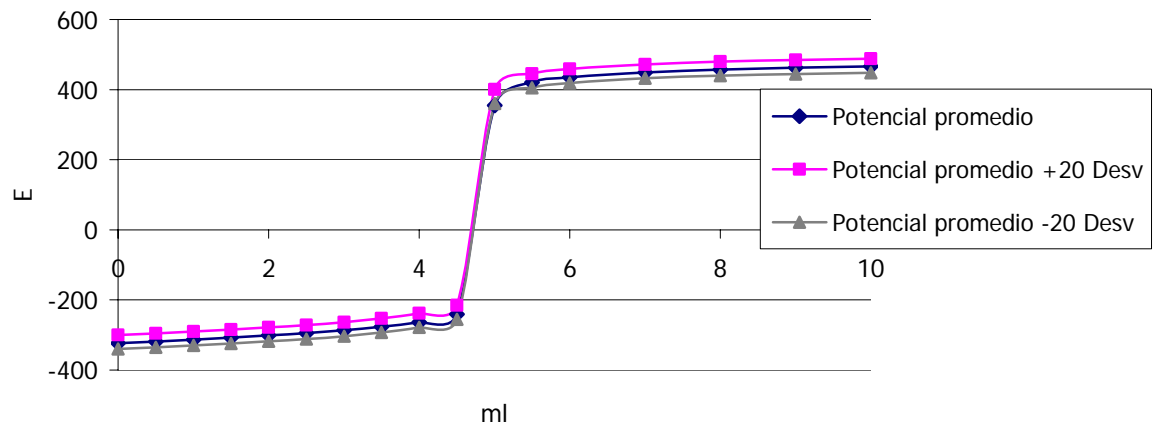


Figura V. Curva Promedio de 30 valoraciones de 5 ml de KI 0.1 N con AgNO₃ 0.1 N y sus desviaciones estándar ± 20 veces (DE ± 20) para cada volumen agregado





ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Figura VI. Curva Promedio de 30 valoraciones de 0.2 ml de K_2CrO_4 0.1 N con $AgNO_3$ 0.1 N y sus desviaciones estándar ± 20 veces (DE ± 20) para cada volumen agregado

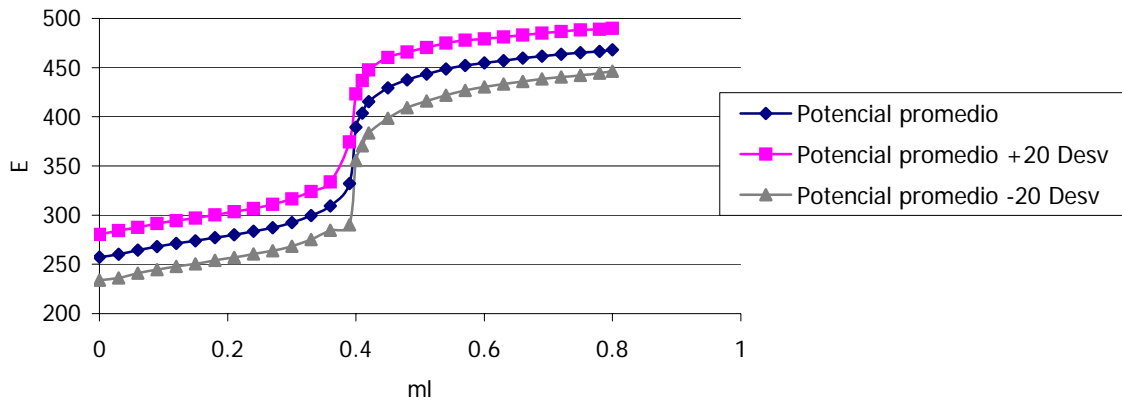
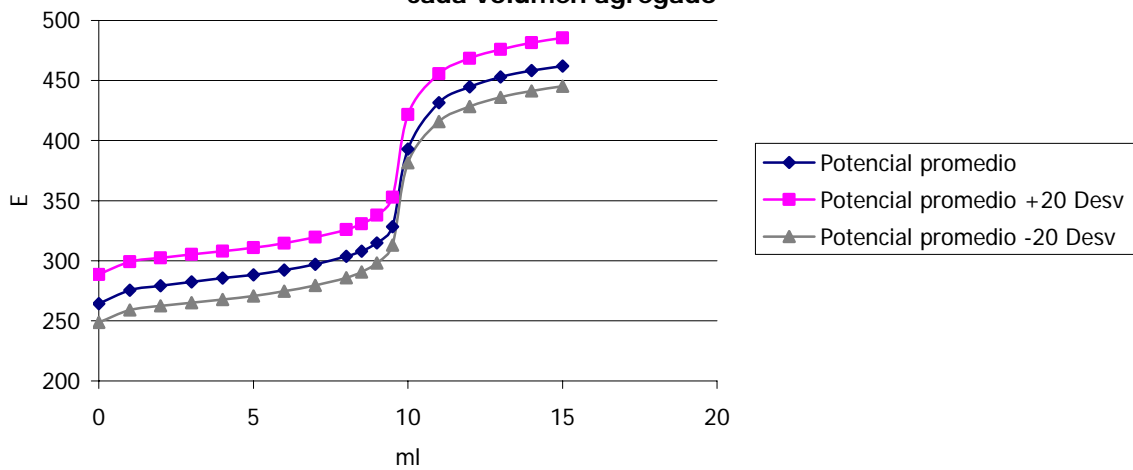


Figura VII. Curva Promedio de 30 valoraciones de 5 ml de K_2CrO_4 0.1 N con $AgNO_3$ 0.1 N y sus desviaciones estándar ± 20 veces (DE ± 20) para cada volumen agregado





CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

5.1 Prueba de Hipótesis Nula.

Para verificar que el método de ultramicrovaloración sea tan válido como el método tradicional (macro valoración), los resultados obtenidos, se sometieron a un análisis estadístico llamado "Prueba de Hipótesis", en la cual se plantean dos opciones. La primera, es llamada hipótesis nula (H_0) y la segunda se le conoce como hipótesis alternativa (H_A). Básicamente la prueba consiste en calcular dos parámetros; la "t" de Student y los grados libertad. Una vez conociendo el valor de los parámetros anteriormente mencionados, se determina si la hipótesis nula es aceptada o rechazada. De acuerdo a la hipótesis planteada se conocen las zonas de rechazo y aceptación. La Hipótesis es:

$$H_0 : \mu_{\text{micro}} = \mu_{\text{macro}}$$

$$H_A : \mu_{\text{micro}} > \mu_{\text{macro}}$$

Debido al planteamiento anterior, la zona crítica o de rechazo se encuentra en la cola superior de la distribución del estadístico de prueba. De manera gráfica, se representa como sigue:

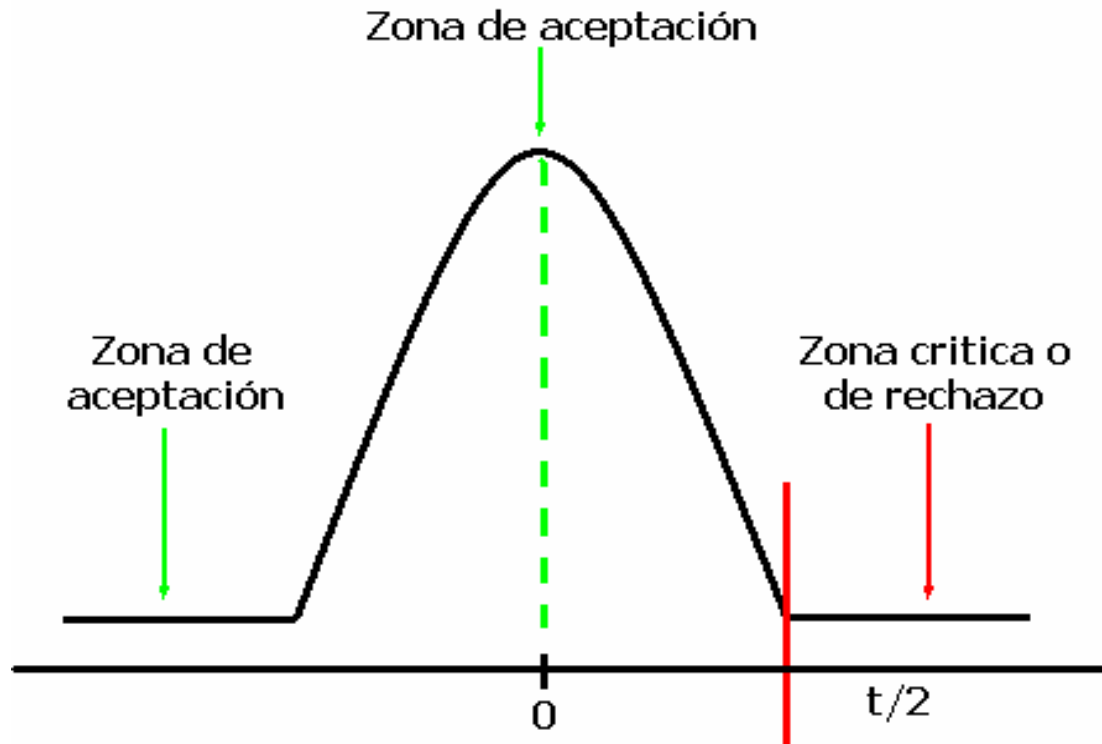


Figura 8.- Representación gráfica de la distribución "t" de Student.

Es decir, todos los valores que caigan en el intervalo marcado como $t/2$, (números mayores o iguales al valor "t" de tablas) serán rechazados por lo tanto H_0 no se acepta. De lo contrario, todos los valores que estén dentro del intervalo menor a $t/2$ se aceptan, significa que H_0 es aceptada. Es importante señalar que la prueba de Hipótesis Nula se plantea con un 95% de confianza.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Ahora bien, como el objetivo es comparar los métodos ultramicro y macro escala, se utilizaron las siguientes fórmulas para calcular el valor de "t" y los grados libertad, respectivamente.

- **Cálculo de "t"**

$$t = \frac{(X_1 - X_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

X_1 y X_2 : son las medias poblacionales (micro y macro, respectivamente)

μ_1 y μ_2 : es un parámetro fijo, para este caso es el potencial teórico, de un volumen definido (ya sea al inicio, antes del PE, punto de equivalencia y después del PE)

S_1 y S_2 : son las varianzas, respectivamente

n_1 y n_2 : el número de muestras, respectivamente



- **Cálculo de grados libertad.**

$$g.l = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

Donde:

S_1 y S_2 : Varianza (micro y macro)

n_1 y n_2 : Numero de muestras

Como se mencionó, el parámetro " μ ", es un valor teórico y/o establecido en la literatura y en éste caso se utiliza el valor de potencial teórico para un volumen determinado, ya sea antes del punto de equivalencia, en el punto de equivalencia o después del punto de equivalencia.

Para calcular dicho parámetro, se aplicaron las siguientes ecuaciones:

- **ANTES DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA.**

$$E = E^{\circ}_{AgCl/Ag} + 0.06 \log \frac{1}{[Cl^-]}$$



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

- **PUNTO DE EQUIVALENCIA.**

$$E = E^{\circ}_{\text{Ag}^+ / \text{Ag}^0} + 0.06 \log \sqrt{Ks}$$

- **DESPUÉS DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA.**

$$E = E^{\circ}_{\text{Ag}^+ / \text{Ag}^0} + 0.06 \log \left[\frac{vC - V_0C_0}{V_0 + V} \right]$$

También es necesario plantear la tabla de variación de concentraciones para visualizar de manera más clara, lo que se debe sustituir en cada una de las ecuaciones anteriores.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

	Cl^-	+	Ag^+	\rightleftharpoons	$\text{AgCl} \downarrow$
Inicio	V_0C_0				
Se agrega			VC		
APE	V_0C_0-VC		ε		1
PE	ε		ε		1
DPE	ε		$VC-V_0C_0$		1

Tabla 4. Tabla de variación de cantidades molares para el ion Cloruro.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

	I^-	+	Ag^+	\rightleftharpoons	$AgI \downarrow$
Inicio	V_0C_0				
Se agrega			VC		
APE	V_0C_0-VC		ϵ		1
PE	ϵ		ϵ		1
DPE	ϵ		$VC-V_0C_0$		1

Tabla 5. Tabla de variación de cantidades molares para el ion Ioduro.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

	2CrO_4^{2-}	+	Ag^+	\rightleftharpoons	$\text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow$
Inicio	$2V_0C_0$				
Se agrega			VC		
APE	$2V_0C_0 - VC$		ε		1
PE	ε		ε		1
DPE	ε		$VC - V_0C_0$		1

Tabla 6. Tabla de variación de cantidades molares para el ion Cromato.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Una vez planteadas las ecuaciones y las tablas de variación de concentraciones correspondientes, se obtuvo lo siguiente:

Volumen (mL)	Potencial teórico mV (ultramicro)	Potencial teórico mV (macro)	Valor calculado de "t"	Grados libertad	Valor "t" de tablas
0.02	319.28	235.40	-62.36	30.16	2.0423
0.04	322.35	238.47	-63.69	29.93	2.0423
0.06	325.83	241.95	-63.69	29.68	2.0423
0.08	329.84	245.97	-63.81	29.73	2.0423
0.1	334.6	250.72	-62.02	29.74	2.0423
0.12	340.41	256.53	-60.64	29.44	2.0423
0.14	347.91	264.03	-60.42	29.70	2.0423
0.16	358.47	274.6	-59.41	30.22	2.0423
0.18	376.53	292.66	-27.91	33.25	2.0345
0.20	508	508	13.56	54.66	2.004
0.22	659.66	781.06	64.83	40.97	2.0195
0.24	676.51	783.63	69.80	34.36	2.0322
0.28	692.31	788.10	61.73	32.20	2.0369
0.32	700.79	791.90	59.55	33.47	2.0345
0.36	706.35	795.19	64.00	30.94	2.0395
0.40	710.37	798.11	63.13	31.01	2.0395

Tabla 7.- Resultados de la Prueba de Hipótesis Nula, para el ion Cloruro, con un nivel de confianza de 95%.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Volumen (mL)	Potencial teórico mV (ultramicro)	Potencial teórico mV (macro)	Valor calculado de "t"	Grados libertad	Valor "t" de tablas
0.02	-63.86	-144.99	-71.51	34.19	2.0322
0.04	-63.86	-141.92	-68.95	33.83	2.0322
0.06	-63.86	-138.44	-67.15	33.70	2.0322
0.08	-63.86	-134.42	-64.08	32.99	2.0345
0.1	-63.86	-129.67	-57.03	32.52	2.0345
0.12	-63.86	-123.86	-52.37	33.09	2.0345
0.14	-63.86	-116.36	-43.31	33.24	2.0345
0.16	-63.87	-105.8	-32.88	36.52	2.0281
0.18	-63.87	-87.73	-17.89	34.04	2.0322
0.2	-63.87	316.6	10.19	29.94	2.0423
0.22	316.6	781.06	169.80	33.28	2.0345
0.24	659.66	783.63	88.27	33.89	2.0322
0.28	676.51	788.10	93.11	33.54	2.0345
0.32	692.31	791.90	22.44	29.18	2.0452
0.36	700.79	795.19	95.02	31.98	2.0369
0.4	706.35	798.11	22.52	29.10	2.0452

Tabla 8.- Resultados de la Prueba de Hipótesis Nula, para el ion Ioduro, con un nivel de confianza de 95%.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Volumen (mL)	Potencial teórico mV (ultramicro)	Potencial teórico mV (macro)	Valor calculado de "t"	Grados libertad	Valor "t" de tablas
0.04	169.70	170.42	-14.35	57.42	2.0017
0.08	174.31	173.49	-14.35	57.45	2.0017
0.12	176.97	176.97	-14.26	56.68	2.0017
0.16	179.92	180.98	-15.18	51.84	2.0066
0.2	187.07	185.73	-12.94	54.23	2.0049
0.24	191.55	191.55	-12.28	52.79	2.0057
0.28	196.96	199.04	-9.71	51.78	2.0057
0.32	213.09	209.61	-8.52	44.02	2.0154
0.36	227.67	227.67	-5.50	51.32	2.0076
0.38	263.8	245.73	-3.43	31.27	2.0395
0.4	441	441	-1.18	48.85	2.0096
0.44	672.16	766.19	43.25	37.20	2.0262
0.48	683.23	769.95	47.94	39.90	2.0211
0.52	690.40	773.23	51.88	37.53	2.0262
0.56	699.63	776.14	61.50	44.32	2.0154
0.6	702.87	778.76	68.36	53.01	2.0057

Tabla 9.- Resultados de la Prueba de Hipótesis Nula, para el ion Cromato, con un nivel de confianza de 95%.

NOTA: El volumen que se observa en las tablas 7, 8 y 9 es resultado de una equivalencia entre la técnica de macro y ultramicroescala, es decir, el volumen de macro escala se dividió entre 25, ya que esa es la proporción en que aumenta en comparación con la ultramicroescala.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

CONCLUSIONES.

Se lograron llevar a cabo ultramicrovaloraciones potenciométricas que involucran al ion plata según se puede observar en las figuras II, IV y VI (método de ultramicrovaloración) que son equivalentes a las mostradas en las figuras III, V y VII (método de macrovaloración). Esto se logró mediante la implementación de un novedoso montaje experimental (figura I) con las modificaciones necesarias para llevar a cabo las ultramicrovaloraciones aun a pesar de la diferencia de volúmenes manejados. Así, el hecho de modificar esta variable nos brinda diversos beneficios, tales como, disminución de costos (debido a la minimización de reactivo en la preparación de soluciones) además de la consiguiente generación de menos residuos químicos y la disminución de la toxicidad para el experimentador. Aunque, al analizar la prueba de Hipótesis Nula, para la ultramicrovaloración se observa que en los volúmenes de punto de equivalencia y después de éste, los valores caen en la zona crítica, lo que indica que H_0 se rechaza, esto se debe a que en la escala ultramicro no se pueden reducir los intervalos de adición de volumen, al menos no con la bureta utilizada en el experimento. Este hecho causa un margen de error por lo que la Hipótesis Nula no es aceptada. Pero este inconveniente, tiene solución; se puede cambiar la bureta por una micro-bureta con la cual se puede manipular la adición de volumen con intervalos mas pequeños o bien aumentar 10 veces el volumen titulado ($0.200 \mu\text{L} \rightarrow 2 \text{ ml}$) y disminuir la concentración en la misma proporción ($0.1 \rightarrow 0.01$) para así seguir utilizando la mínima cantidad de reactivo posible. Sin embargo, y a pesar de esta contrariedad, se puede observar que el error porcentual en la técnica de ultramicrovaloración es en promedio



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

2.16%. En comparación con la técnica convencionalmente utilizada (macro escala), el error porcentual promedio es de 4.16%. Este error porcentual está referido a los miligramos obtenidos, teniendo como base los miligramos esperados. De este modo, se puede notar que el menor error, se encuentra en la técnica de ultramicrovaloración, por lo que podemos concluir que el método de ultramicrovaloración resulta una buena opción para trabajar en el laboratorio; porque los resultados experimentales son equivalentes a los obtenidos a nivel macro escala. Además, debido al poco reactivo utilizado, se minimizan los riesgos a la salud del sujeto experimentador, así mismo propicia una conciencia ecológica, tanto en los estudiantes como en los profesores.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

ANEXO 1

DETERMINACIÓN DE LADIFUSIÓN

Para asegurar que no exista difusión de la sustancia valorante al seno de la solución por valorar, ya que el catéter se sumerge en ella, se realizó el siguiente experimento: se preparó rojo de metilo al 0.1% y pH = 4.0 (ácido acético/acetato de sodio 0.1 M, solución A), obteniéndose un color rojo en agua. Para elegir una concentración adecuada y elaborar un espectro del indicador, se hicieron diluciones de 1/10 y se midieron las absorbancias correspondientes, obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 10, se corrió un espectro de absorción (espectrofotómetro Thermo spectronic Modelo genesys 20), de la dilución de 0.01% (Solución B) obteniéndose un máximo de absorbancia entre 500 y 550 nm (meseta). La bureta de 5 mL que se utiliza para añadir el valorante se afora con la solución B, hasta la punta del catéter, este se sumerge en una celda de espectrofotómetro conteniendo, la solución A (cuya absorbancia a 500 nm es de 0.0, por utilizarse como solución blanco), se midieron las absorbancias por triplicado de la celda a los 20 minutos y 24 horas, obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 11.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Solución	Conc. (%m/v)	Abs (590nm)
A	0.1	2.401
B	0.01	0.564
C	0.001	0.068
D	0.0001	0.009
E	0.00001	-0.01

Tabla 10. Lectura de absorbancias dependientes de la concentración.

Prueba	Tiempo (min.)	Abs (T=0)	Abs
1	20	0	0.002
2	20	0	0.001
3	20	0	0.000
4	1440	0	0.003

Tabla 11. Lectura de absorbancias, dependientes del tiempo

Como se puede observar en la tabla 11, a las 24 horas de contacto del catéter con la solución la absorbancia es 0.003 valor que cae dentro de la incertidumbre de lectura del equipo (exactitud fotométrica 0.003 A, "manual del Operador Genesystm 20 spectrophotometer").



ANEXO 2

CÁLCULOS PARA PREPARACIÓN DE SOLUCIONES

- Cloruro de potasio.

$$\text{g de KCl} = 0.5\text{L} \times \frac{10^{-1}\text{ mol}}{1\text{L}} \times \frac{74.557\text{ g}}{1\text{mol}} \times \frac{100\text{gRA}}{99.7\text{g}} = 3.7390\text{ g}$$

- Ioduro de potasio.

$$\text{g de KI} = 0.5\text{L} \times \frac{10^{-1}\text{ mol}}{1\text{L}} \times \frac{166\text{ g}}{1\text{mol}} \times \frac{100\text{gRA}}{99.5\text{g}} = 8.3417\text{ g}$$

- Cromato de potasio.

$$\text{g de K}_2\text{CrO}_4 = 0.5\text{L} \times \frac{10^{-1}\text{ mol}}{1\text{L}} \times \frac{194.21\text{ g}}{1\text{mol}} \times \frac{100\text{gRA}}{99.6\text{g}} = 9.7494\text{ g}$$

- Nitrato de Plata.

Para preparar un litro de solución decinormal, se pulverizan 18 gramos de nitrato de plata Q.P. y se ponen en un pesa filtros, el cual se lleva a la estufa, donde se deja durante una hora a 150 °C. Después de ese tiempo, se deja enfriar en un



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

deseCADOR. Para una solución exactamente decinormal son necesarios 16.994 gramos de AgNO_3 por litro de solución; no es indispensable pesar esa cantidad precisamente, ya que de la cantidad pesada puede deducirse la normalidad. Sin embargo, se recomienda preparar la solución pesando con máxima exactitud la cantidad citada y disolver hasta completar con agua a un litro; la solución será entonces 0.1000 N. Como la acción de la luz afecta al nitrato de plata, es aconsejable conservar la solución en un frasco de vidrio de color ámbar, o en su lugar, en frascos de vidrio claro forrados con papel oscuro¹⁰.



ANEXO 3.

ESTANDARIZACIÓN DE SOLUCIONES

Como se mencionó en el anexo anterior, la solución de nitrato de plata se preparó de acuerdo a la literatura, por lo tanto, se conoce la concentración real de ésta solución (0.1000 N), una vez teniendo éste valor, se procedió a estandarizar el resto de las soluciones, utilizando como patrón primario la solución de nitrato de plata, realizando titulaciones potenciométricas, para observar el volumen del punto de equivalencia y así poder calcular la concentración real de los analitos. Se obtuvo lo siguiente:

- Solución de KCl.

mL de AgNO ₃ \ Potencial	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2
1era titulación.	46.2	60.4	63.1	69.2	75.6	81.6	90.1	99	110	126.3	144.3	353
2da titulación.	49.6	58.9	64.8	71.2	76.1	83	91.7	102.4	113.7	133.9	166.2	393
3ra titulación.	51	58.3	64.1	69	75.6	83.1	92.3	102.6	112.5	140	160.6	383

Tabla 12. Valores de potencial obtenidos para cada volumen agregado



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

- Solución de KI.

mL de AgNO ₃ / Potencial	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	1.9	2
1era titulación.	-321	-315	-311	-306	-298	-294	-287	-278	-253	-226	-129.6	400
2da titulación.	-320	-314	-305	-301	-297	-290	-286	-277	-258	-229	-142	373
4ta titulación.	-319	-315	-309	-303	-297	-288	-283	-274	-258	-239	-209	375

Tabla 13. Valores de potencial obtenidos para cada volumen agregado.

- Solución de K₂CrO₄.

mL de AgNO ₃ / Potencial	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3	3.3	3.6	3.9	4
1era titulación.	257	260	270	273	277	279	281	283	287	289	295	303	316	325	398
2da titulación.	260	263	269	271	278	280	282	285	288	291	294	304	317	323	400
3ra titulación.	257	261	268	271	277	279	282	284	286	289	293	306	318	326	397

Tabla 14. Valores de potencial obtenidos para cada volumen agregado

Teniendo como datos la concentración del nitrato de plata, el volumen utilizado para llegar al punto de equivalencia en cada titulación y el volumen de la alícuota, se calculó la concentración real de KCl, KI y K₂CrO₄, respectivamente. Éstas son:



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

N_1 = Concentración de Nitrato de Plata

V_1 = Volumen de titulante (Nitrato de Plata)

V_2 = Volumen de alícuota

N_2 = Concentración de alícuota

$$N_2 = \frac{N_1 V_1}{V_2} \rightarrow N_2 = \frac{(0.1000 \text{ N})(2 \text{ ml})}{2 \text{ ml}} = 0.1000 \text{ N}$$

$$N_2 = \frac{N_1 V_1}{V_2} \rightarrow N_2 = \frac{(0.1000 \text{ N})(2 \text{ ml})}{2 \text{ ml}} = 0.1000 \text{ N}$$

$$N_2 = \frac{N_1 V_1}{V_2} \rightarrow N_2 = \frac{(0.1000 \text{ N})(2 \text{ ml})}{2 \text{ ml}} = 0.1000 \text{ N}$$

Para calcular la normalidad de la solución de K_2CrO_4 , el volumen de punto de equivalencia se dividió entre dos, debido a que la estequiometría de la reacción entre ésta solución y el titulante ($AgNO_3$) es 2:1.



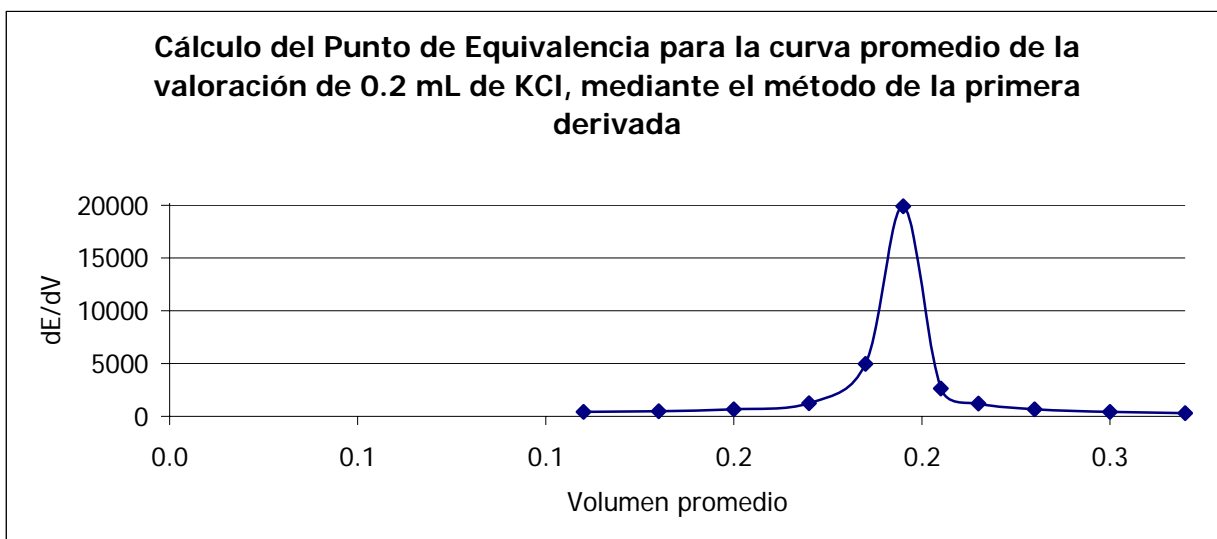
ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

ANEXO 4

CÁLCULO DEL PUNTO DE EQUIVALENCIA MEDIANTE EL MÉTODO DE LA PRIMERA DERIVADA

Volumen (mL)	Potencial promedio	dE	dV	Volumen promedio	dE/dV
0.10	78.65	8.44	0.02	0.110	421.83
0.12	87.09	9.70	0.02	0.130	485.17
0.14	96.79	13.11	0.02	0.150	655.50
0.16	109.90	25.07	0.02	0.170	1253.67
0.18	134.97	49.61	0.01	0.185	4961.00
0.19	184.58	199.05	0.01	0.195	19905.00
0.20	383.63	26.43	0.01	0.205	2643.33
0.21	410.07	12.10	0.01	0.215	1210.00
0.22	422.17	13.30	0.02	0.230	665.00
0.24	435.47	8.40	0.02	0.250	420.00
0.26	443.87	5.90	0.02	0.270	295.00

Tabla 15.- Cálculo de la primera derivada para la Curva Promedio de 30 titulaciones de 0.2 mL de KCl.

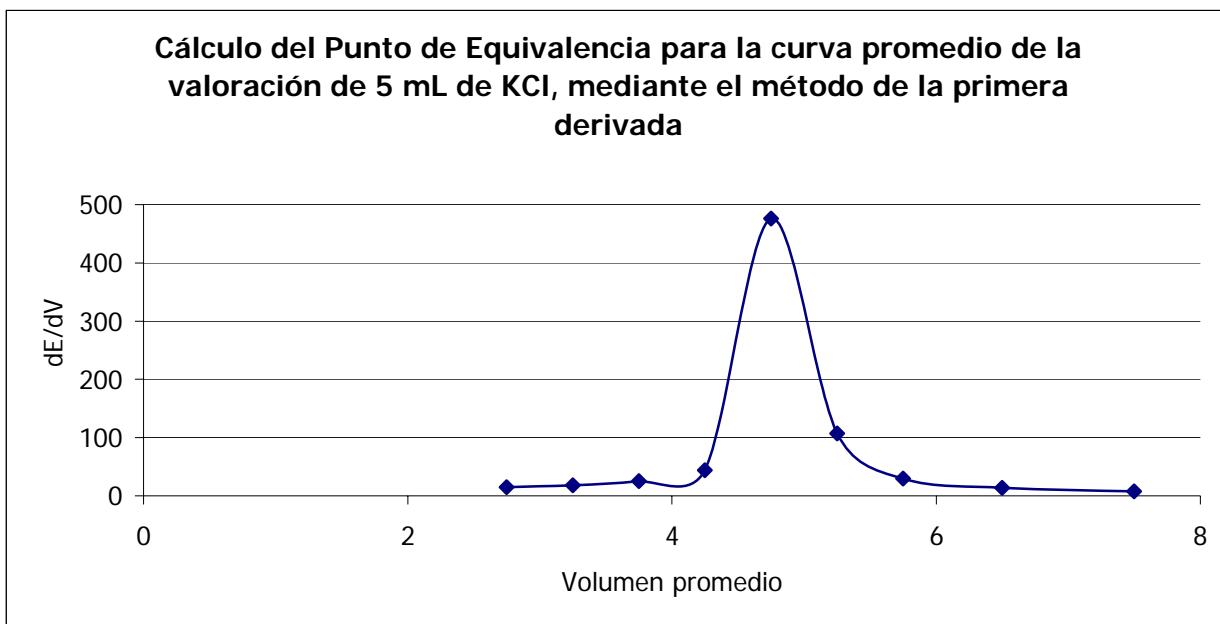




ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Volumen (mL)	Potencial promedio	dE	dV	Volumen promedio	dE/dV
2.5	80.72	7.41	0.50	2.750	14.83
3	88.14	9.14	0.50	3.250	18.27
3.5	97.27	12.54	0.50	3.750	25.07
4	109.81	22.13	0.50	4.250	44.27
4.5	131.94	238.12	0.50	4.750	476.25
5	370.07	53.53	0.50	5.250	107.07
5.5	423.60	14.87	0.50	5.750	29.73
6	438.47	13.83	1.00	6.500	13.83
7	452.30	7.60	1.00	7.500	7.60

Tabla 15.- Cálculo de la primera derivada para la Curva Promedio de 30 titulaciones de 5 mL de KCl.

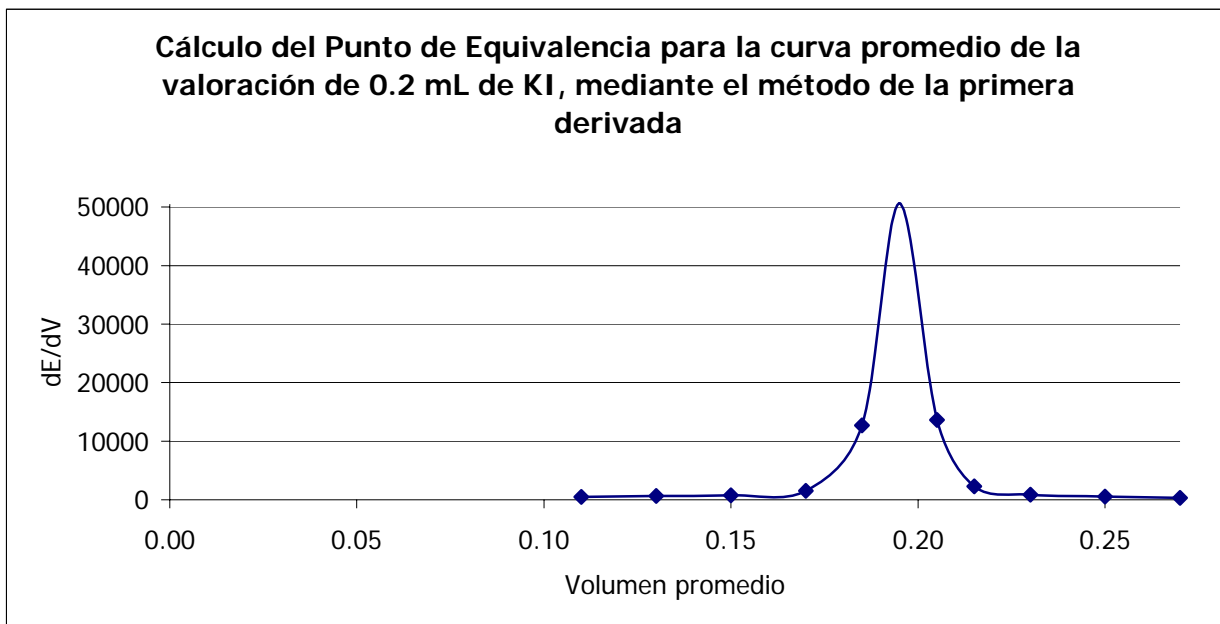




ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Volumen (mL)	Potencial promedio	dE	dV	Volumen promedio	dE/dV
0.1	-346.72	9.96	0.02	0.110	498.00
0.12	-336.76	13.08	0.02	0.130	654.00
0.14	-323.68	15.56	0.02	0.150	778.00
0.16	-308.12	30.71	0.02	0.170	1535.60
0.18	-277.41	127.03	0.01	0.185	12703.20
0.19	-150.38	505.90	0.01	0.195	50589.60
0.2	355.52	136.36	0.01	0.205	13636.00
0.21	491.88	22.96	0.01	0.215	2296.00
0.22	514.84	17.68	0.02	0.230	884.00
0.24	532.52	10.96	0.02	0.250	548.00
0.26	543.48	6.56	0.02	0.270	328.00

Tabla 16.- Cálculo de la primera derivada para la Curva Promedio de 30 titulaciones de 0.2 mL de KI.

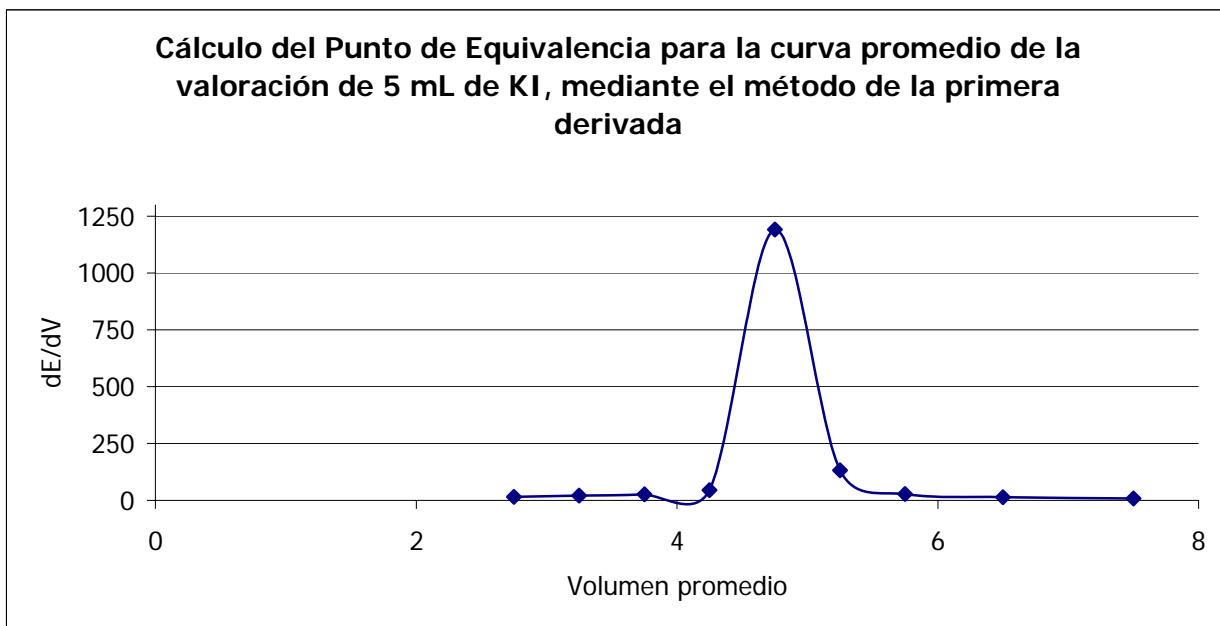




ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Volumen (mL)	Potencial promedio	dE	dV	Volumen promedio	dE/dV
2.5	-294.00	7.70	0.50	2.750	15.40
3	-286.30	10.20	0.50	3.250	20.40
3.5	-276.10	13.17	0.50	3.750	26.33
4	-262.93	22.43	0.50	4.250	44.87
4.5	-240.50	595.23	0.50	4.750	1190.47
5	354.73	65.70	0.50	5.250	131.40
5.5	420.43	14.27	0.50	5.750	28.53
6	434.70	13.93	1.00	6.500	13.93
7	448.63	8.37	1.00	7.500	8.37

Tabla 17.- Cálculo de la primera derivada para la Curva Promedio de 30 titulaciones de 5 mL de KI.

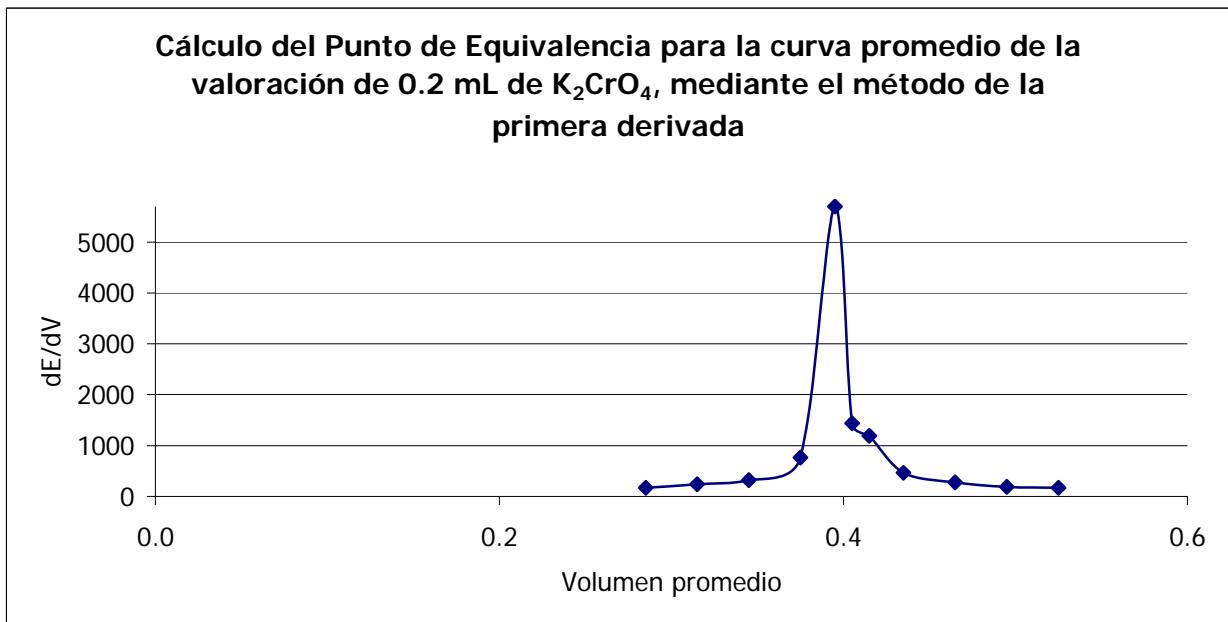




ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Volumen (mL)	Potencial promedio	dE	dV	Volumen promedio	dE/dV
0.27	287.30	5.03	0.03	0.285	167.78
0.3	292.33	7.23	0.03	0.315	241.11
0.33	299.57	9.67	0.03	0.345	322.22
0.36	309.23	23.03	0.03	0.375	767.78
0.39	332.27	57.00	0.01	0.395	5700.00
0.4	389.27	14.37	0.01	0.405	1436.67
0.41	403.63	11.90	0.01	0.415	1190.00
0.42	415.53	13.87	0.03	0.435	462.22
0.45	429.40	8.23	0.03	0.465	274.44
0.48	437.63	5.70	0.03	0.495	190.00
0.51	443.33	5.10	0.03	0.525	170.00

Tabla 18.- Cálculo de la primera derivada para la Curva Promedio de 30 titulaciones de 0.2 mL de K_2CrO_4 .

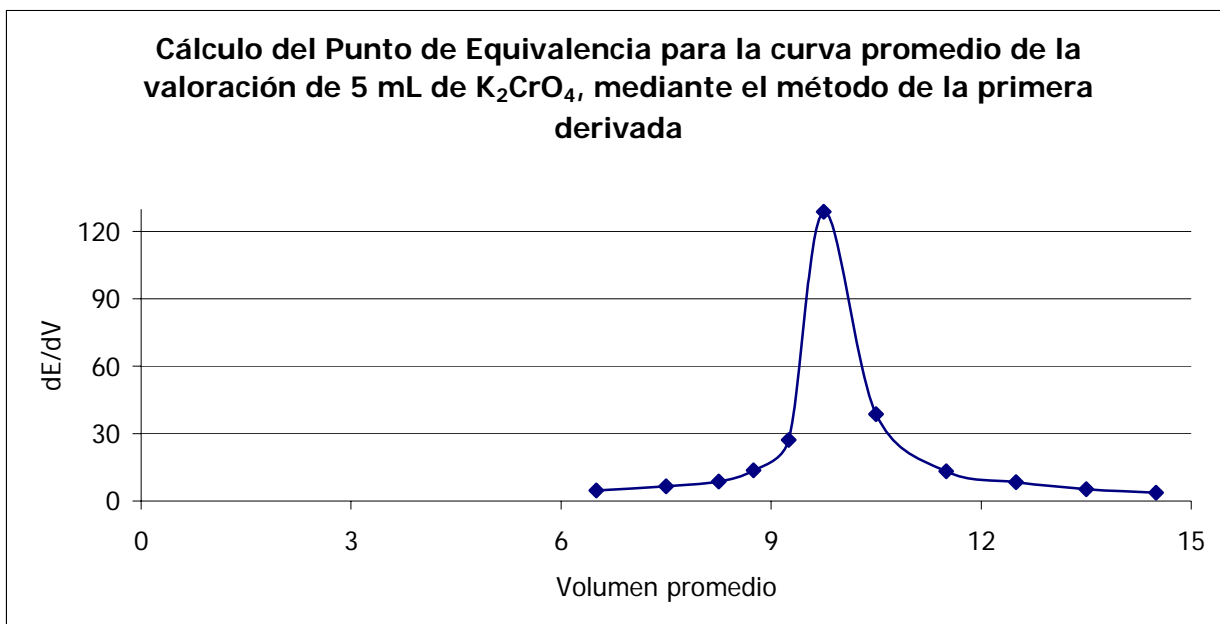




ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

Volumen (mL)	Potencial promedio	dE	dV	Volumen promedio	dE/dV
7	297.07	6.57	1.00	7.500	6.57
8	303.63	4.37	0.50	8.250	8.73
8.5	308.00	6.83	0.50	8.750	13.67
9	314.83	13.57	0.50	9.250	27.13
9.5	328.40	64.40	0.50	9.750	128.80
10	392.80	38.73	1.00	10.500	38.73
11	431.53	13.17	1.00	11.500	13.17
12	444.70	8.37	1.00	12.500	8.37
13	453.07	5.33	1.00	13.500	5.33

Tabla 19.- Cálculo de la primera derivada para la Curva Promedio de 30 titulaciones de 5 mL de K_2CrO_4 .





ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

ANEXO 5.

**POTENCIALES OBTENIDOS PARA CADA UNA DE LAS 30
ULTRAMICROVALORACIONES DE KCl 0.1 N CON AgNO₃ 0.1 N.**

mL	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀
0	45.8	45.1	45.2	44	40.1	44.4	43	44.5	44.3	43.4
0.02	49.7	48.9	47.6	49.6	46.5	49.3	48	48.5	48.9	48.4
0.04	55	54.4	52.6	55.1	52.6	54.4	52.3	54.8	53.9	54
0.06	60.8	60.1	58	61.7	58.3	59.7	58.4	59.9	59.3	59
0.08	67.4	66.8	64	67.7	63.4	64.8	64.3	65.9	65.9	65.2
0.1	72.2	73.6	70.8	74.7	70.2	70.1	72	72.5	72.5	71.6
0.12	79.8	85.1	79.1	83.8	78.5	81	81.7	79.8	81.6	78.9
0.14	90	94.2	89.7	95.1	87.1	89.7	95.4	90.1	92.4	88.4
0.16	102.8	117.7	97.2	113.4	98.9	103.1	109.5	102.8	107.1	102.2
0.18	126	148.7	120.1	186.9	118.9	125.2	140.2	123.6	133.6	122.5
0.19	176.7	315	143.9	395	142	155.1	346	147.7	175.6	148.3
0.2	381	391	384	408	365	372	403	370	378	353
0.21	399	410	405	418	399	400	416	405	401	399
0.22	413	419	417	426	413	411	423	418	415	410
0.24	423	432	430	438	426	425	435	431	430	429
0.26	433	440	438	445	435	432	441	439	438	436
0.28	443	445	444	448	440	441	446	443	442	442
0.3	447	450	448	451	445	446	451	448	449	447
0.32	449	452	452	454	449	449	454	451	453	449
0.34	453	456	454	456	453	453	456	455	455	453
0.36	455	458	456	458	455	455	458	457	457	455
0.38	457	460	458	460	457	457	460	460	460	457
0.4	459	462	460	462	459	459	462	462	462	459



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅	E ₁₆	E ₁₇	E ₁₈	E ₁₉	E ₂₀
0	43.5	43.8	43.6	53.3	57	56.1	56.4	55.3	47.6	47.9
0.02	47.8	47.6	48.2	58.4	61	59.9	60.3	60.6	53.9	53.7
0.04	52.7	52.4	53.3	63.6	65.8	64.8	65.7	65.6	58.6	59
0.06	58.3	58.2	59	69.6	71.6	70.5	71.6	71.1	64.9	64.2
0.08	64.7	65.6	64.7	75.8	77.1	76.7	78.2	77.8	70.3	69.9
0.1	71.6	70.9	71.1	82.2	83.9	83.3	83.2	85.8	76.4	76.5
0.12	79.7	78.2	79.2	90.8	92.5	90.9	91.2	93.6	83.5	83.8
0.14	90.7	88.2	87.5	100.1	102.7	99.3	100.2	102.9	93.3	92.5
0.16	104	100.7	100.2	113	114.6	112.8	113	116.4	105.2	104.5
0.18	131.3	124.3	124.1	136.8	137.3	136.9	137.2	139.2	126.5	129.1
0.19	183.2	155.1	150.5	154.5	161.7	159.3	168.8	171.5	150.9	151.8
0.2	387	363	368	387	396	399	393	390	368	369
0.21	412	400	396	413	417	416	410	408	407	406
0.22	416	412	411	428	431	425	424	419	423	421
0.24	430	426	425	443	443	440	434	432	438	435
0.26	439	436	432	451	453	450	443	439	446	442
0.28	444	441	439	457	458	455	448	444	453	449
0.3	447	445	444	461	462	460	452	448	457	456
0.32	451	449	448	465	465	464	456	453	460	459
0.34	453	453	452	467	467	466	460	457	464	463
0.36	457	455	454	470	469	468	462	459	467	468
0.38	459	457	456	472	471	470	464	461	470	472
0.4	461	459	458	474	473	472	468	464	472	474



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₂₁	E ₂₂	E ₂₃	E ₂₄	E ₂₅	E ₂₆	E ₂₇	E ₂₈	E ₂₉	E ₃₀
0	52.1	36.8	46.9	57.9	62.5	59.1	60.6	63.1	59	58.1
0.02	61.5	46.2	53.7	65.1	67.2	64.1	65.9	67.2	64.5	64.3
0.04	61.5	51.1	58.8	70.1	72.6	69.6	71.2	73.2	70	67.6
0.06	65.9	57.1	64.3	76.9	77.5	75.8	75.5	78.6	76.4	73.8
0.08	71.2	63.4	70.7	83.2	83.5	82.4	80.6	84.6	82.6	79.1
0.1	83.7	70.1	77.1	89.4	89.7	89.3	89	91.2	88.8	86.1
0.12	90.6	78.4	85.6	98.1	98.5	98	96.7	100.3	99.2	94.5
0.14	100.7	87.6	94.3	107	109.1	108	105.8	111.5	107.3	102.9
0.16	112.8	103.4	108	118	118.3	120.5	117.6	122.9	122.5	113.9
0.18	133.1	132.4	131.4	137	140	146.9	138.8	140.4	148.2	132.6
0.19	165.7	188.2	174.1	158	180	292	152.9	162.2	162	149.8
0.2	389	392	393	397	391	407	391	379	363	382
0.21	413	409	415	422	425	428	420	409	416	408
0.22	426	420	425	432	438	437	428	430	430	424
0.24	438	433	438	446	442	449	444	440	446	443
0.26	447	442	447	454	456	457	452	447	455	451
0.28	453	446	453	460	461	463	461	455	461	458
0.3	457	452	457	464	465	467	465	460	465	464
0.32	460	456	461	467	468	469	468	464	469	467
0.34	464	459	465	469	470	471	470	467	473	469
0.36	466	463	468	471	473	473	473	471	475	470
0.38	468	466	471	475	475	475	475	473	477	472
0.4	470	468	473	476	477	477	477	475	480	474



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

5.1.-POTENCIALES PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y VARIANZA DEL ION CLORURO PARA CADA VOLUMEN DE TITULANTE AGREGADO A NIVEL ULTRAMICROESCALA.

mL	Potencial Promedio	Desviación Estándar	Varianza
0	50.01	7.43	55.29
0.02	55.21	7.45	55.54
0.04	60.21	7.34	53.96
0.06	65.86	7.36	54.28
0.08	71.91	7.34	53.90
0.1	78.65	7.52	56.67
0.12	87.08	7.62	58.18
0.14	96.79	7.53	56.83
0.16	109.9	7.50	56.28
0.18	134.97	12.67	160.72
0.19	184.58	63.57	4041.28
0.2	383.63	14.15	200.24
0.21	410.06	8.27	68.47
0.22	422.16	7.69	59.24
0.24	435.46	7.18	51.56
0.26	443.86	7.52	56.67
0.28	449.76	7.58	57.49
0.3	454.33	7.41	54.91
0.32	457.7	7.32	53.59
0.34	460.76	6.91	47.77
0.36	463.2	7.08	50.16
0.38	465.5	7.20	51.98
0.4	467.6	7.19	51.83



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE
INVOLUCRAN AL ION PLATA

ANEXO 6

**POTENCIALES OBTENIDOS PARA CADA UNA DE LAS 30 MACRO
VALORACIONES DE KCl 0.1 N CON AgNO₃ 0.1 N.**

mL	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀
0	50.9	51.8	50.5	51.5	51.6	51.1	51.2	51.6	51.8	52
0.5	56.6	56.9	58.2	59	61.5	58	57.4	56.6	59	57.4
1	62.3	62.1	63.7	63	63.2	63.2	63.4	62.3	62.6	62.9
1.5	67.6	67.9	69	68.2	69	67.9	68.7	67.5	68.8	68.4
2	75.1	73.4	76.5	74.5	74.4	73.4	74.4	73.5	74.4	73.4
2.5	80.9	79.8	84.1	80.9	80.9	80.4	80.7	80.4	80.9	79.3
3	88.4	87	88.4	88.4	87.7	88	87.9	87.3	88.4	87.3
3.5	98.1	95.5	97	98.3	96.7	96.7	95.9	97.2	97	95.7
4	111.1	109.7	109.3	110	107.7	110	109	110.2	108.3	108.2
4.5	135.7	129.8	133	129.3	129.4	129.1	133.1	132.4	129.6	127.1
5	395	374	365	366	363	364	359	378	367	342
5.5	431	424	426	421	422	427	419	422	421	420
6	442	439	440	436	437	438	436	438	439	437
7	454	451	453	450	452	451	450	451	451	450
8	463	458	462	457	462	457	457	458	460	457
9	467	463	466	463	468	464	465	466	465	464
10	470	468	468	467	470	466	467	469	468	466



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅	E ₁₆	E ₁₇	E ₁₈	E ₁₉	E ₂₀
0	51.2	52.4	51.8	52	51.6	51.8	52.5	52.3	51.3	53
0.5	57.4	57.7	58	57.7	56.4	56.8	57.3	58.4	57.7	56.6
1	62.6	62.6	63.7	65.5	62.4	62.6	62.5	63.7	62.3	61.9
1.5	67.8	67.9	68.3	70.7	66.9	67.2	68.1	68.6	67.9	67.6
2	73.4	74.5	74.4	75.6	73.3	74.2	74.4	74.7	73.7	73.4
2.5	80.4	80.6	80.6	80.5	80.2	80.6	80.4	81.4	80.8	79.8
3	87.7	88.4	87.6	87.2	87.2	88.4	88	89.3	88.4	87.9
3.5	96.8	97.4	97.4	96.3	97.4	97.2	96.9	98.5	97.2	96.2
4	110	109.1	108.6	109.1	108.9	109.9	108.9	109	110.2	108.9
4.5	129.3	131.1	128.1	128.4	127.2	134	128.5	134.2	134.4	129.4
5	364	374	343	341	345	389	360	385	381	350
5.5	424	424	419	420	419	427	420	427	426	424
6	440	436	436	436	438	439	435	440	441	441
7	454	450	451	450	454	452	450	455	454	453
8	460	457	458	460	462	460	459	461	462	461
9	464	465	465	463	465	464	465	467	467	465
10	469	468	467	467	471	468	469	469	470	469



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₂₁	E ₂₂	E ₂₃	E ₂₄	E ₂₅	E ₂₆	E ₂₇	E ₂₈	E ₂₉	E ₃₀
0	51.8	50.9	51.1	49.4	51.6	52.1	51	50	51.9	52
0.5	57.7	57.1	56.6	56.5	57.7	57.3	58.6	56	57.6	57.9
1	62.3	61.7	61.9	61.6	63.7	62.8	63	60	62.8	62.3
1.5	68.3	67.9	67.1	68	69	68.5	69.2	66.9	69	67.6
2	74.8	72.9	74.2	74	74.4	74.3	75.4	73	75.1	73.5
2.5	80.4	80	80.2	80.6	82	81.1	81.8	81	81.1	79.9
3	88.4	87.9	87.7	88	89.7	88.8	89.5	88	89	88.2
3.5	97.4	98.1	97.8	98.1	97.7	98.5	97.8	97	98.7	97.7
4	109.6	111.1	112	111.3	111.3	111.7	110.6	110	111	109.6
4.5	129.4	140.2	136	135.7	135.1	134.1	132.4	139	134	129.3
5	328	391	395	387	381	384	390	392	380	369
5.5	422	420	431	425	428	428	426	418	424	423
6	438	436	443	440	441	440	439	435	441	437
7	453	453	457	454	453	451	453	452	454	453
8	461	462	463	462	459	458	459	462	462	458
9	465	466	467	465	464	464	464	466	465	464
10	469	470	471	468	467	468	467	468	468	467



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

6.1.-POTENCIALES PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR y VARIANZA DEL ION CLORURO PARA CADA VOLUMEN DE TITULANTE AGREGADO A NIVEL MACRO ESCALA.

mL	Potencial Promedio	Desviación Estándar	Varianza
0	51.52	0.73	0.53
0.5	57.58	1.05	1.11
1	62.68	0.93	0.86
1.5	68.18	0.79	0.63
2	74.20	0.82	0.68
2.5	80.72	0.85	0.73
3	88.13	0.66	0.44
3.5	97.27	0.83	0.68
4	109.81	1.09	1.19
4.5	131.94	3.44	11.86
5	370.06	18.21	331.71
5.5	423.6	3.57	12.8
6	438.46	2.19	4.80
7	452.3	1.78	3.18
8	459.9	2.04	4.16
9	465.03	1.29	1.68
10	468.3	1.34	1.80



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

ANEXO 7

**POTENCIALES OBTENIDOS PARA CADA UNA DE LAS 30
ULTRAMICROVALORACIONES DE KI 0.1 N CON AgNO₃ 0.1 N.**

mL	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀
0	-318	-321	-322	-318	-318	-319	-319	-327	-324	-322
0.02	-312	-313	-316	-313	-310	-314	-314	-316	-320	-317
0.04	-307	-308	-310	-307	-304	-309	-309	-298	-312	-310
0.06	-301	-304	-306	-301	-299	-300	-303	-295	-308	-305
0.08	-290	-296	-298	-295	-292	-296	-297	-288	-300	-301
0.1	-274	-284	-293	-289	-286	-289	-291	-282	-295	-294
0.12	-263	-275	-277	-282	-278	-287	-283	-279	-287	-285
0.14	-247	-262	-272	-270	-267	-270	-274	-274	-277	-275
0.16	-227	-256	-261	-257	-251	-255	-263	-260	-265	-263
0.18	-202	-230	-243	-238	-228	-223	-244	-230	-240	-245
0.19	-172	-206	-228	-176.5	-200	-174.9	-181.5	-173.6	-211	-226
0.2	314	376	-211	381	358	418	387	300	300	-195
0.21	415	410	333	425	415	432	404	402	409	364
0.22	437	428	389	436	429	438	430	422	421	407
0.24	452	443	425	438	443	449	441	439	439	434
0.26	460	454	441	446	453	455	456	449	449	444
0.28	464	457	448	453	458	460	460	455	455	451
0.3	467	460	455	457	462	462	464	461	459	456
0.32	468	464	459	461	465	466	466	464	463	460
0.34	470	466	463	462	468	468	468	468	467	462
0.36	474	468	465	465	470	470	471	471	471	464
0.38	476	471	467	467	472	472	474	473	472	467
0.4	478	473	469	469	474	474	475	475	474	469



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅	E ₁₆	E ₁₇	E ₁₈	E ₁₉	E ₂₀
0	-324	-322	-325	-327	-323	-329	-320	-321	-321	-320
0.02	-321	-320	-320	-323	-318	-325	-315	-316	-317	-316
0.04	-315	-314	-313	-317	-313	-320	-311	-307	-311	-309
0.06	-310	-308	-309	-311	-308	-315	-306	-302	-305	-302
0.08	-303	-305	-305	-304	-302	-309	-300	-295	-298	-296
0.1	-294	-297	-299	-296	-296	-302	-294	-286	-292	-288
0.12	-287	-289	-291	-286	-288	-292	-287	-279	-283	-279
0.14	-279	-280	-279	-276	-279	-281	-278	-260	-270	-269
0.16	-272	-268	-266	-258	-264	-265	-268	-245	-258	-253
0.18	-255	-240	-249	-214	-246	-239	-251	-215	-230	-210
0.19	-242	-212	-235	365	-210	325	-219	-200	-175	-162
0.2	-206	371	397	414	326	399	390	380	370	414
0.21	355	400	418	433	418	417	412	421	421	442
0.22	408	415	428	442	436	428	422	437	431	450
0.24	428	431	443	449	444	441	440	450	444	455
0.26	439	440	451	456	450	453	447	460	453	457
0.28	445	448	457	458	456	459	450	465	460	463
0.3	452	454	460	461	460	461	455	470	464	467
0.32	457	458	466	463	464	463	458	472	468	469
0.34	461	462	468	466	466	465	462	476	470	473
0.36	463	464	470	468	468	467	464	477	474	475
0.38	466	466	473	470	470	469	467	479	476	477
0.4	468	470	475	472	472	471	470	481	479	479



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₂₁	E ₂₂	E ₂₃	E ₂₄	E ₂₅	E ₂₆	E ₂₇	E ₂₈	E ₂₉	E ₃₀
0	-320	-320	-318	-269	-329	-321	-322	-318	-318	-321
0.02	-315	-317	-312	-264	-324	-317	-318	-313	-311	-315
0.04	-310	-312	-307	-259	-319	-308	-312	-308	-306	-309
0.06	-304	-305	-301	-254	-314	-303	-307	-302	-300	-305
0.08	-298	-299	-294	-248	-303	-296	-302	-295	-290	-297
0.1	-291	-292	-287	-242	-300	-287	-295	-288	-273	-292
0.12	-283	-283	-281	-235	-293	-280	-287	-282	-262	-276
0.14	-276	-274	-267	-226	-285	-261	-278	-268	-246	-272
0.16	-264	-261	-257	-214	-277	-246	-265	-258	-226	-260
0.18	-245	-236	-207	-196.2	-265	-216	-245	-208	-203	-242
0.19	-223	-212	387	-123.9	-250	-201	-209	388	-174	-227
0.2	355	337	416	433	382	382	379	415	316	-210
0.21	412	411	425	470	420	422	419	424	416	332
0.22	427	427	434	484	433	438	437	433	436	388
0.24	443	439	443	501	446	451	445	442	451	424
0.26	456	450	447	509	454	462	451	446	459	440
0.28	462	456	451	515	460	466	457	452	463	447
0.3	465	461	457	519	463	471	461	458	466	454
0.32	469	464	461	521	467	743	465	462	467	458
0.34	471	471	465	524	471	476	467	466	469	462
0.36	476	476	467	526	475	478	469	468	472	464
0.38	478	479	469	528	478	480	471	471	475	466
0.4	480	481	471	530	480	481	473	473	476	469



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

7.1.- POTENCIALES PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y VARIANZA DEL ION IODURO PARA CADA VOLUMEN DE TITULANTE AGREGADO A NIVEL ULTRAMICROESCALA.

mL	Potencial Promedio	Desviación Estándar	Varianza
0	-383.84	10.12	102.53
0.02	-377.68	10.28	105.71
0.04	-370.16	10.30	106.25
0.06	-363.72	10.26	105.33
0.08	-355.68	10.34	107.00
0.1	-346.72	11.05	122.13
0.12	-336.76	11.16	124.58
0.14	-323.68	12.21	149.16
0.16	-308.12	13.63	185.97
0.18	-277.40	17.84	318.28
0.19	-150.37	198.14	39260.57
0.2	355.52	203.27	41320.06
0.21	491.88	29.05	844.02
0.22	514.84	17.39	302.51
0.24	532.52	13.21	174.52
0.26	543.48	12.29	151.26
0.28	550.04	12.06	145.48
0.3	555.28	11.62	135.02
0.32	570.04	51.80	2684.1023
0.34	562.92	11.10	123.403448
0.36	566	11.14	124.298851
0.38	568.76	11.08	122.86092
0.4	582.04	50.49	2550.1023



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

ANEXO 8

POTENCIALES OBTENIDOS PARA CADA UNA DE LAS 30 MACRO

VALORACIONES DE KI 0.1 N CON AgNO₃ 0.1 N.

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀
0	-331	-331	-330	-327	-326	-330	-314	-321	-319	-320
0.5	-325	-326	-321	-323	-322	-320	-312	-317	-316	-315
1	-318	-318	-317	-318	-317	-316	-307	-318	-310	-310
1.5	-314	-313	-311	-313	-312	-311	-302	-306	-305	-305
2	-306	-307	-303	-307	-306	-304	-297	-300	-299	-299
2.5	-299	-298	-296	-300	-299	-295	-290	-294	-292	-292
3	-291	-292	-288	-291	-292	-289	-279	-287	-285	-283
3.5	-281	-280	-278	-281	-281	-280	-265	-277	-275	-275
4	-265	-269	-267	-270	-269	-269	-243	-264	-262	-260
4.5	-245	-245	-242	-248	-247	-249	-230	-244	-241	-238
5	314	315	354	327	328	329	311	314	310	380
5.5	420	418	419	419	417	418	421	417	419	417
6	434	433	436	435	432	433	435	432	429	432
7	448	449	450	450	450	449	444	444	445	447
8	456	457	457	457	456	457	450	457	456	454
9	462	461	463	462	461	462	458	462	461	461
10	465	465	467	466	465	466	463	466	466	464



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₁₂	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅	E ₁₆	E ₁₇	E ₁₈	E ₁₉	E ₂₀
0	-321	-321	-321	-322	-324	-323	-325	-324	-324	-322
0.5	-316	-316	-317	-317	-319	-318	-318	-316	-320	-318
1	-309	-310	-313	-312	-313	-312	-314	-312	-315	-312
1.5	-305	-305	-307	-307	-307	-307	-310	-306	-308	-306
2	-299	-299	-299	-301	-304	-300	-303	-300	-301	-300
2.5	-294	-293	-291	-294	-297	-293	-295	-290	-295	-291
3	-285	-286	-284	-288	-289	-284	-286	-285	-285	-287
3.5	-276	-276	-273	-278	-279	-272	-276	-274	-276	-275
4	-265	-264	-264	-266	-266	-260	-264	-261	-263	-261
4.5	-243	-242	-250	-244	-244	-228	-234	-234	-237	-238
5	360	356	325	355	360	397	380	384	373	371
5.5	421	419	410	425	424	431	423	418	429	423
6	435	434	432	439	438	444	436	432	440	438
7	450	449	447	453	446	455	453	449	451	451
8	458	458	457	460	460	462	461	457	457	459
9	463	464	462	466	464	464	467	463	463	465
10	466	467	467	469	470	468	469	467	465	467



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₂₁	E ₂₂	E ₂₃	E ₂₄	E ₂₅	E ₂₆	E ₂₇	E ₂₈	E ₂₉	E ₃₀
0	-324	-325	-325	-322	-323	-324	-324	-322	-323	-324
0.5	-321	-323	-320	-318	-317	-320	-316	-316	-317	-319
1	-314	-315	-313	-312	-312	-311	-310	-313	-310	-312
1.5	-307	-308	-308	-304	-305	-305	-306	-308	-306	-306
2	-301	-301	-300	-299	-299	-299	-298	-302	-299	-301
2.5	-295	-294	-296	-293	-292	-291	-290	-295	-293	-293
3	-286	-286	-288	-286	-285	-285	-282	-288	-284	-283
3.5	-275	-277	-278	-276	-275	-275	-274	-279	-274	-272
4	-262	-266	-264	-257	-260	-262	-261	-264	-261	-259
4.5	-241	-244	-241	-237	-239	-237	-236	-242	-239	-236
5	362	363	369	388	353	375	376	370	367	376
5.5	415	410	427	427	421	418	419	423	423	422
6	429	424	438	438	438	432	437	434	436	436
7	444	440	454	449	451	444	451	447	448	451
8	450	450	460	458	459	455	458	456	458	460
9	457	456	465	462	465	458	461	460	462	462
10	465	460	468	467	468	462	465	466	464	465



8.1.-POTENCIALES PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y VARIANZA DEL ION IODURO PARA CADA VOLUMEN DE TITULANTE AGREGADO A NIVEL MACRO ESCALA.

mL	Potencial Promedio	Desviación Estándar	Varianza
0	-323.73	3.61	13.09
0.5	-318.63	3.09	9.55
1	-313.1	2.98	8.92
1.5	-307.43	2.93	8.59
2	-301.1	2.72	7.40
2.5	-294	2.72	7.44
3	-286.3	2.97	8.83
3.5	-276.1	3.31	10.98
4	-262.93	4.95	24.54
4.5	-240.5	5.28	27.91
5	354.73	25.96	674.13
5.5	420.43	4.73	22.46
6	434.7	3.85	14.83
7	448.63	3.38	11.481
8	457	2.95	8.75
9	462.06	2.53	6.40
10	465.93	2.09	4.40



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

ANEXO 9

POTENCIALES OBTENIDOS PARA CADA UNA DE LAS 30
ULTRAMICROVALORACIONES DE K_2CrO_4 0.1 N CON $AgNO_3$ 0.1 N.

mL	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀
0	263	266	257	253	258	259	253	259	258	258
0.03	270	272	260	255	260	261	256	267	260	260
0.06	273	274	263	265	264	263	260	263	266	263
0.09	278	278	267	269	268	267	263	267	270	267
0.12	279	280	269	274	270	269	267	271	275	269
0.15	281	284	271	275	272	273	269	273	276	271
0.18	282	286	273	277	274	279	273	276	278	273
0.21	284	289	276	280	277	281	276	280	281	276
0.24	285	294	280	284	281	283	281	282	284	280
0.27	287	298	285	286	286	288	285	284	286	285
0.3	291	304	290	292	291	292	290	288	292	290
0.33	296	309	296	300	297	300	297	295	297	296
0.36	300	315	307	312	307	311	308	309	307	307
0.39	307	355	318	375	319	359	323	327	318	317
0.4	357	366	380	396	370	386	398	378	396	371
0.41	366	371	393	408	390	403	410	397	408	392
0.42	378	378	412	413	413	414	423	413	413	411
0.45	393	396	425	427	427	427	436	433	427	425
0.48	408	412	433	437	437	438	440	439	437	436
0.51	418	422	441	445	443	445	445	441	445	440
0.54	424	431	447	449	449	451	450	445	449	448
0.57	431	439	455	453	453	455	454	447	453	452
0.6	439	445	459	455	457	457	456	449	455	456
0.63	444	451	461	457	459	461	458	451	457	458
0.66	448	455	463	459	461	463	460	453	459	463
0.69	452	458	465	461	465	464	462	455	461	464
0.72	454	461	467	463	467	466	464	457	463	466
0.75	458	463	469	463	469	468	464	459	463	468
0.78	462	466	469	465	469	469	466	461	464	469
0.8	464	468	470	466	469	469	468	464	466	469



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅	E ₁₆	E ₁₇	E ₁₈	E ₁₉	E ₂₀
0	254	259	257	257	255	253	257	258	255	261
0.03	257	262	261	259	258	256	259	260	256	264
0.06	261	264	267	262	262	266	263	262	260	266
0.09	264	268	270	266	265	269	267	266	263	270
0.12	268	270	272	268	269	273	269	270	267	272
0.15	271	274	274	270	272	275	271	272	270	276
0.18	275	280	276	272	276	278	273	275	274	282
0.21	278	282	283	275	279	280	276	279	277	286
0.24	283	284	288	279	284	283	280	281	282	291
0.27	287	289	297	284	288	285	285	283	286	295
0.3	292	293	303	289	293	291	290	287	291	303
0.33	299	301	313	295	300	299	296	294	301	309
0.36	308	307	320	306	309	313	306	303	303	322
0.39	325	320	332	316	326	374	318	326	324	400
0.4	399	398	390	371	399	397	372	380	398	415
0.41	410	413	407	391	411	409	389	396	410	425
0.42	420	423	412	410	421	414	412	412	421	433
0.45	433	437	426	424	434	428	426	432	432	444
0.48	441	442	436	435	442	438	435	438	440	448
0.51	444	446	444	439	445	446	442	440	443	453
0.54	449	451	449	447	450	450	449	444	448	457
0.57	453	455	452	451	454	454	453	446	452	458
0.6	455	456	456	455	456	456	457	448	454	460
0.63	457	458	458	457	458	458	458	450	456	464
0.66	459	460	462	462	460	460	461	452	458	464
0.69	462	462	465	463	463	462	464	454	461	466
0.72	464	462	467	465	465	464	466	456	463	468
0.75	466	464	469	467	467	465	468	458	465	469
0.78	468	466	470	468	469	466	469	462	467	469
0.8	469	468	472	469	470	468	470	464	469	470



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₂₁	E ₂₂	E ₂₃	E ₂₄	E ₂₅	E ₂₆	E ₂₇	E ₂₈	E ₂₉	E ₃₀
0	260	254	253	257	253	255	257	261	256	258
0.03	263	257	256	260	254	258	260	263	259	261
0.06	265	267	264	262	264	262	262	265	263	267
0.09	269	270	268	267	268	265	266	269	266	271
0.12	271	274	272	269	273	269	268	273	270	276
0.15	275	276	275	273	274	271	272	275	273	277
0.18	281	279	280	278	276	275	278	278	277	279
0.21	283	281	283	282	279	278	280	282	280	282
0.24	285	284	285	285	283	283	282	284	285	285
0.27	290	286	287	286	285	287	287	286	289	287
0.3	294	292	291	290	291	292	291	290	294	293
0.33	302	300	301	300	300	299	298	297	302	298
0.36	308	314	312	311	312	310	307	306	310	307
0.39	321	327	325	324	374	325	318	329	327	319
0.4	399	397	398	389	393	400	396	380	412	397
0.41	414	411	413	412	407	412	411	399	422	409
0.42	424	428	426	425	412	425	421	415	430	414
0.45	438	438	437	435	426	438	435	435	440	428
0.48	443	445	444	441	436	442	440	441	447	438
0.51	447	450	449	445	444	450	444	446	452	446
0.54	452	454	453	451	448	454	449	449	456	450
0.57	456	458	456	454	452	455	453	451	459	454
0.6	457	459	458	455	454	456	454	453	461	456
0.63	459	461	460	457	456	457	456	455	463	458
0.66	461	462	462	459	458	460	458	459	465	460
0.69	463	463	464	461	460	463	460	461	466	462
0.72	464	465	465	464	462	465	462	463	466	464
0.75	465	465	466	465	464	466	464	465	467	466
0.78	466	466	466	466	465	468	465	466	469	468
0.8	468	469	469	468	466	469	466	468	469	469



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

9.1.-POTENCIALES PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y VARIANZA DEL ION CROMATO PARA CADA VOLUMEN DE TITULANTE AGREGADO A NIVEL ULTRAMICROESCALA.

mL	Potencial Promedio	Desviación Estándar	Varianza
0	257.13	3.13	9.84
0.03	260.13	4.09	16.80
0.06	264.26	3.17	10.06
0.09	268.03	3.39	11.55
0.12	271.2	3.26	10.64
0.15	273.7	3.18	10.14
0.18	277.1	3.24	10.50
0.21	280.16	3.19	10.21
0.24	283.66	3.13	9.81
0.27	287.3	3.55	12.63
0.3	292.33	4.04	16.36
0.33	299.56	4.28	18.39
0.36	309.23	4.59	21.15
0.39	332.26	22.17	491.78
0.4	389.26	13.80	190.61
0.41	403.63	13.17	173.55
0.42	415.53	12.05	145.36
0.45	429.4	10.87	118.31
0.48	437.63	8.32	69.27
0.51	443.33	7.19	51.74
0.54	448.43	6.42	41.21
0.57	452.26	5.52	30.54
0.6	454.8	4.444	19.75
0.63	457.1	3.95	15.67
0.66	459.53	3.61	13.08
0.69	461.73	3.32	11.02
0.72	463.6	3.20	10.24
0.75	465.16	2.97	8.83
0.78	466.63	2.32	5.41
0.8	468.1	1.91	3.67



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE
INVOLUCRAN AL ION PLATA

ANEXO 10

**POTENCIALES OBTENIDOS PARA CADA UNA DE LAS 30 MACRO
VALORACIONES DE K_2CrO_4 0.1 N CON $AgNO_3$ 0.1 N.**

mL	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀
0	264	259	263	259	257	263	262	255	263	263
1	273	270	273	271	271	275	270	268	273	270
2	277	273	277	276	278	278	275	272	275	277
3	280	277	281	280	282	280	279	276	277	283
4	282	281	284	284	284	284	283	281	281	284
5	284	283	286	289	289	288	285	286	285	286
6	288	288	289	293	290	292	289	290	289	291
7	292	293	293	295	293	296	294	294	294	298
8	302	298	301	301	301	303	300	300	302	305
8.5	305	303	305	304	306	309	305	303	307	308
9	309	308	318	308	312	315	311	311	315	315
9.5	323	325	323	323	323	326	325	321	327	328
10	391	389	394	390	390	389	390	374	386	388
11	430	429	428	427	424	430	427	424	427	428
12	443	440	442	441	437	442	440	440	442	440
13	451	450	453	451	451	450	451	448	448	449
14	457	454	457	453	456	457	455	454	454	454
15	460	460	459	457	459	462	458	457	457	458



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅	E ₁₆	E ₁₇	E ₁₈	E ₁₉	E ₂₀
0	265	260	256	267	269	263	268	265	262	269
1	270	272	275	277	278	279	275	279	279	280
2	276	281	281	278	281	283	278	282	282	281
3	279	282	284	282	285	286	282	283	286	284
4	284	287	287	287	286	288	287	287	287	287
5	286	289	288	284	290	290	289	289	291	290
6	290	293	292	293	293	293	294	293	293	292
7	296	300	300	297	299	298	298	297	298	297
8	303	306	305	305	306	304	306	303	304	304
8.5	305	312	308	309	311	309	309	307	308	308
9	312	319	316	317	318	316	318	312	315	315
9.5	325	336	328	334	333	328	336	326	326	330
10	394	407	393	402	397	390	401	382	383	421
11	430	437	434	436	433	435	436	427	431	442
12	443	451	447	448	446	448	449	443	446	453
13	450	458	453	455	454	457	455	451	455	458
14	456	463	459	460	461	461	462	456	460	462
15	458	469	462	464	464	466	465	459	465	465



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

mL	E ₂₁	E ₂₂	E ₂₃	E ₂₄	E ₂₅	E ₂₆	E ₂₇	E ₂₈	E ₂₉	E ₃₀
0	269	269	265	267	268	268	269	268	267	268
1	279	280	278	277	279	277	279	279	277	277
2	283	282	281	283	281	281	281	282	282	280
3	284	283	285	285	284	284	284	286	285	284
4	287	286	287	287	288	287	288	287	287	287
5	289	289	291	291	291	291	291	290	290	290
6	293	295	295	295	294	295	294	294	294	296
7	298	300	298	299	299	300	299	299	298	300
8	303	306	304	306	304	307	304	303	307	306
8.5	307	310	308	310	309	311	311	309	312	312
9	313	317	317	316	316	317	318	315	317	319
9.5	325	330	328	330	331	329	330	330	335	338
10	386	394	388	394	390	392	391	391	402	405
11	431	430	432	434	433	433	432	434	435	437
12	445	443	446	448	445	447	445	446	446	449
13	453	453	455	454	453	454	455	455	455	457
14	459	457	461	460	460	461	460	460	461	462
15	462	462	465	463	463	464	465	465	465	464



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE INVOLUCRAN AL ION PLATA

10.1.-POTENCIALES PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR y VARIANZA DEL ION CROMATO PARA CADA VOLUMEN DE TITULANTE AGREGADO A NIVEL MACRO ESCALA.

mL	Potencial Promedio	Desviación Estándar	Varianza
0	264.33	4.17	17.40
1	275.33	3.70	13.74
2	279.23	3.08	9.49
3	282.4	2.79	7.83
4	285.53	2.22	4.94
5	288.33	2.44	5.95
6	292.33	2.26	5.12
7	297.06	2.47	6.13
8	303.63	2.26	5.13
8.5	308	2.61	6.82
9	314.83	3.15	9.93
9.5	328.4	4.39	19.35
10	392.8	8.68	75.47
11	431.53	4.13	17.08
12	444.7	3.67	13.52
13	453.06	2.79	7.78
14	458.4	2.95	8.731
15	462.06	3.23	10.47



BIBLIOGRAFIA.

1. Arnaiz Francisco J. Química en microescala en los laboratorios de Química Inorgánica y Organometálica. Revista Educación Química. ISSN 0187-893-X. Segunda Época, 16 (4), 504-508, 2005.
2. Baeza Alejandro. De Santiago Adrián. Galicia Eduardo. Titulación de halogenuros a microescala total con microsensores de Ag y de microreferencia de bajo costo sin puente salino.
3. Berry David E. ¿micro escala o reducción de escala? Perspectivas en Química Inorgánica, Revista Educación Química, ISSN 0187-893-X, segunda época, 11 (2) ,256-260,2000.
4. Butcher S., Mayo D. M., Pike R. M., Foote C. M., Hotham J. R., Microscale Organic Laboratory, and an approach to improving air quality in Instructional Laboratories J. Chem. Education.
5. Díaz Ricart Luis Fernando. Microvaloración Potenciométrica de cafeína en cafergot y cafiaspirina mediante la técnica USP, utilizando películas de óxido sobre acero inoxidable 316, como electrodo indicador. Tesis UNAM- FESC, Cuautitlán Izcalli. Estado de México, 2002.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE
INVOLUCRAN AL ION PLATA

6. Harris C. Daniel. Análisis Químico Cuantitativo, Grupo editorial Iberoamérica, México D.F, 1991, pp.19.
7. Ibáñez Jorge G., La Química en microescala en México: hacia una panorámica general, *Revista Educación Química.*, ISSN 0187-893-X Segunda Época, 11 (1), 168-171,2000.
8. Mayo D. M., Pike R. M., Butcher S. S. *Microscale Organic Laboratory*, John Wiley & Sons, New York 1986.
9. Mono M Szafran Zvi y Pike Ronald M., The Philosophy of Green Chemistry as Applied to the Microscale Inorganic Chemistry Laboratory, *Revista Educación Química.*, ISSN 0187-893-X Segunda Época, (11) (1), 262-266, 2000.
10. Orozco D. Fernando. Análisis Químico Cuantitativo. 20ª edición. Editorial Porrúa, México D.F. pp.299-316,382-387.
11. Rayén Quiroga M. Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Manuales CEPAL, ECLAC. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, Santiago de Chile, septiembre 2001, PP 83.
12. Rincón Arce Sonia y Pérez Saavedra José de Jesús. Potenciometría con volúmenes a nivel microescala en educación. *Revista Educación Química.* ISSN 0187-893-X. Segunda Época, 14 (3), 148-151, 2003.



ULTRAMICROVALORACIONES POTENCIOMÉTRICAS QUE
INVOLUCRAN AL ION PLATA

13. Szafran Z., Pike R. M., Singh M. M. *Microscale Inorganic Chemistry: A comprehensive laboratory experience* Wiley, New York, 1991.
 14. Torres Espinosa Esperanza y Castrellon Santa Anna Juan Pedro. Minimización del impacto ecológico empleando microescala en los laboratorios de enseñanza Química. *Revista Educación Química*, ISSN 0187-893-X. Segunda Época, 11 (2), 262-266, 2000.
 15. Trejo Albarran Miriam. Microvaloración Potenciométrica de Diazepam en medio no acuoso, con un electrodo indicador Posai- Posai. Tesis UNAM-FESC, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 2006.
 16. Douglas C. Montgomery. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería. McGraw-Hill. PP 372-382, 385-391. México 1996.
 17. Infante Gil Said. Métodos Estadísticos. Trillas. PP 54-66. México 1986.
 18. Ultramicrovaloración (UVM) Potenciométrica de Sulfato Ferroso Amoniacal con Tres Diferentes Sistemas Oxidantes. IQ. Yazmín Ivette Valencia Ahedo. Junio 2007.
 19. Ultramicrovaloraciones Potenciométricas Ácido-Base. IQ. Celedonio Pérez Ramírez. Septiembre 2008.
 20. Ultramicrovaloración Ácido-Base Con un Electrodo Alternativo al Electrodo de Vidrio (POSAI). QFB. Olga Valdez Paredes. Octubre 2008.
-