

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE QUÍMICA
CENTRO DE EQUILIBRIOS EN SOLUCIÓN**



ESTUDIO DE LA FORMACIÓN DE LOS COMPLEJOS DE NÍQUEL(II) CON LOS AMINOÁCIDOS ÁCIDO ASPÁRTICO, ÁCIDO GLÚTAMICO, HISTIDINA Y CISTEÍNA MEDIANTE MEDIDAS DE EMF(H) EN NaCl 1,0 M Y A 25 °C.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela por el Br. José Antonio Lema C. Para optar al título de Licenciado en Química.

Caracas, Marzo de 2011

Los abajo firmantes designados por la Universidad Central de Venezuela, como integrantes del jurado examinador del Trabajo Especial de Grado titulado.

ESTUDIO DE LA FORMACIÓN DE LOS COMPLEJOS DE NÍQUEL(II) CON LOS AMINOÁCIDOS: ÁCIDO ASPÁRTICO, ÁCIDO GLÚTAMICO, HISTIDINA Y CISTEÍNA MEDIANTE MEDIDAS DE EMF(H) EN NaCl 1,0 M Y A 25 °C

Presentado por el Br. José A. Lerma C., C.I. 14.774.476, certificamos que este trabajo cumple con los requisitos exigidos por el Reglamento vigente de Trabajo Especial de Grado de la Escuela de Química.

Dra. Mary Lorena Araujo

(Tutor)

Dr. Vito Lubes

(Tutor)

Dr. José Daniel Martínez

(Jurado)

Dr. Felipe Brito

(Jurado)

Dra. Mary Lorena Araujo, Profesora e Investigadora Titular del Centro de Equilibrios en Solución de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y Dr. Vito R. Lubes Profesor e Investigador Asociado del Laboratorio de Equilibrios en Solución de la Universidad Simón Bolívar (USB).

Certificamos que el presente Seminario de Investigación, titulado

ESTUDIO DE LA FORMACIÓN DE LOS COMPLEJOS DE NÍQUEL(II) CON LOS AMINOÁCIDOS: ÁCIDO ASPÁRTICO, ÁCIDO GLÚTAMICO, HISTIDINA Y CISTEÍNA MEDIANTE MEDIDAS DE EMF(H) EN NaCl 1,0 M Y A 25 °C

Presentado por el Br. José A. Lema C., C.I. 14.774.476 para aspirar al Título de Licenciado en Química, ha sido realizado en los laboratorios del Centro de Equilibrios en Solución (CES) UCV y del Centro de Equilibrios en Solución (CES) USB bajo nuestra dirección durante el año 2010 y con esta fecha autorizamos su presentación.

Dra. Mary Lorena Araujo
(Tutor)

Dr. Vito R. Lubes
(Tutor)

RESUMEN

El presente Trabajo Especial de Grado se basa en el estudio de la formación de los complejos formados entre el níquel(II) y los ligandos ácido aspártico, ácido glutámico, cisteína e histidina. Se estudiaron los siguientes sistemas:

H ⁺ - Ácido Aspártico	H ⁺ - Ni(II) - Ácido Aspártico
H ⁺ - Ácido Glutámico	H ⁺ - Ni(II) - Ácido Glutámico
H ⁺ - Cisteína	H ⁺ - Ni(II) - Cisteína
H ⁺ - Histidina	H ⁺ - Ni(II) - Histidina

Para el estudio de estos sistemas se emplearon medidas de fuerza electromotriz $emf(H)$ a 25°C y en NaCl 1,0 M como medio iónico inerte y el análisis de los datos se empleó los programas de mínimos cuadrados LETAGROP y LETAGROP/FONDO, obteniéndose así los valores de pK_a para los ligandos y los valores de las constantes de formación ($\log \beta_{pqr}$), para los complejos hallados en este trabajo.

En las tablas I y II se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 1. Valores de pK_a obtenidos para cada uno de los ligandos, medidos en NaCl 1,0 M a 25°C.

Especies	H ⁺ - Ácido Aspártico pK_a	H ⁺ - Ácido Glutámico pK_a	H ⁺ - Cisteína pK_a	H ⁺ - Histidina pK_a
H ₃ C ⁺ / H ₂ C	1,76(3)	2,32(4)	2,05(3)	2,50(5)
H ₂ C / HC ⁻	3,58(3)	4,15(3)	8,11(3)	8,76(7)
HC ⁻ / C ²⁻	9,47(5)	9,37(4)	9,86(4)	9,06(7)
Dispersión (σ)	0,031	0,031	0,023	0,035

Tabla 2. Complejos obtenidos con sus constantes de formación, $\log \beta_{pqr}$ para los sistemas: H^+ - Ni(II)- ácido aspártico, H^+ - Ni(II)- ácido glutámico, H^+ - Ni(II)- cisteína y H^+ - Ni(II)- histidina, en NaCl 1,0 M a 25°C.

	H⁺ - Ni(II) - Ácido Aspártico	H⁺ - Ni(II) - Ácido Glutámico	H⁺ - Ni(II) - Cisteína	H⁺ - Ni(II) - Histidina
Especies	$\log \beta_{pqr}$	$\log \beta_{pqr}$	$\log \beta_{pqr}$	$\log \beta_{pqr}$
NiC	8,22(5)	5,15(6)	8,57(4)	-
[NiC₂]²⁻	13,84(8)	9,45(1)	-	-
[NiHC]⁺	12,82(4)	-	14,17 máx 14,67	-
[Ni(HC)C]⁻	-	-	24,04(1)	-
[NiH₂C]³⁺	-	-	-	17,91(6)
[Ni(HC)₂]²⁺	-	-	-	25,72(3)
[NiHC]²⁺	-	-	-	13,16(2)
[NiHC₂]⁺	-	-	-	20,82(1)
[NiC]⁺	-	-	-	8,75(4)
NiC₂	-	-	-	15,47(5)

AGRADECIMIENTOS

Para comenzar quiero agradecerle a Dios por darme la fuerza necesaria para culminar este ciclo en mi vida y por haber puesto en mi camino a todos esos seres tan maravillosos con los cuales compartí tantas vivencias en el día a día, las cuales sin duda me hicieron mejor en todo sentido.

A mi mamá, que desde que tengo uso de razón luchó sola por sus hijos, siempre velando porque cada uno de nuestros sueños se hiciera realidad, gracias por darme tanto, jamás podré pagártelo. Lo único que puedo decir es que aquí está, ¡viejita lo logramos! costó pero si se pudo y ahora viene lo bueno, te amo.

A mi papá en donde quiera que esté, me has hecho falta pero sé que la vida es así de corta y que cuando Dios decidió que ya era hora de tu partida solo lo hizo para hacernos más fuertes a todos los que te amamos, éste título también es tuyo por haberme cuidado en todo este tiempo. A pesar de que te extraño, sigues vivo en mi corazón, te amo mi viejo.

A mis hermanas y cuñados porque siempre estuvieron pendientes de que no me faltara ningún libro, ningún material y jamás dejaron que yo me embotará de responsabilidades, sin duda son los mejores. Los quiero.

A Rosana, sabes que medio triunfo es tuyo ¿qué te puedo decir? Mil gracias, sabes que te amo demasiado, por favor nunca lo dudes.

A Mary Lorena Araujo y Vito Lubes, gracias por permitirme formar parte de ese excelente equipo, sin lugar a duda ustedes son los mejores tutores del mundo y saben que los aprecio muchísimo. Para terminar, también quiero agradecer a las instituciones; a la UCV sin duda la casa que vence la sombra, donde me formé como profesional y a la que jamás dejaré mal y a la USB donde medí los experimentos de éste trabajo y me deleite con sus hermosos paisajes y con toda su cultura.

ÍNDICE

SÍMBOLOS	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Generalidades del Níquel	3
1.2. Química del níquel (II)	5
1.3. Química de los ligandos	7
1.3.1. Los aminoácidos	7
1.3.2. Clasificación de los aminoácidos	8
1.3.2.1. Ácido Aspártico	9
1.3.2.2. Ácido Glutámico	11
1.3.2.3. Cisteína	13
1.3.2.4. Histidina	15
1.4. Complejos de Ni(II)	16
1.4.1. Complejos de Ni(II) con ácido aspártico	17
1.4.2. Complejos de Ni(II) con ácido glutámico	18
1.4.3. Complejos de Ni(II) con cisteína	18
1.4.4. Complejos de Ni(II) con histidina	20
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	21
2.1. Ley de acción de masas	22
2.2. Escala de actividades y constantes de estabilidad	22
3. OBJETIVOS	26
3.1. Objetivo general	27
3.2. Objetivos específicos	27
4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	28
4.1. Reactivos, disoluciones e instrumentos de medida	29
4.1.1. Reactivos.	29
4.1.2. Disoluciones.	29
4.1.3. Instrumentos de medida.	30
4.2. Medidas de $emf(H)$.	31

4.3. Procedimiento de medida.	32
4.4. Análisis de los datos.	33
4.5. Procedimiento para la determinación de Ni (II).	35
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	36
5.1. Determinación de los parámetros E_0 y J.	37
5.2. Sistemas H^+ - ácido aspártico, H^+ - ácido glutámico, H^+ - cisteína y H^+ - histidina.	40
5.2.1. Sistema H^+ - ácido aspártico.	40
5.2.2. Sistema H^+ - ácido glutámico.	43
5.2.3. Sistema H^+ - cisteína.	46
5.2.4. Sistema H^+ - histidina.	49
5.3. Sistemas H^+ - Ni(II) – ácido aspártico, H^+ - Ni(II) – ácido glutámico, H^+ - Ni(II) – cisteína y H^+ - Ni(II) – histidina.	52
5.3.1. Sistema H^+ - Ni(II) – ácido aspártico.	52
5.3.2. Sistema H^+ - Ni(II) – ácido glutámico.	57
5.3.3. Sistema H^+ - Ni(II) – cisteína.	61
5.3.4. Sistema H^+ - Ni(II) – histidina.	64
6. CONCLUSIONES	74
7. BIBLIOGRAFÍA	77
8. ANEXOS.	85
8.1. Tablas de datos para el sistema H^+ - ácido aspártico.	86
8.2. Tablas de datos para el sistema H^+ - ácido glutámico.	87
8.3. Tablas de datos para el sistema H^+ - cisteína.	88
8.4. Tablas de datos para el sistema H^+ - histidina.	89
8.5. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II)- ácido aspártico.	91
8.5.1. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II) - ácido aspártico. R=1	91
8.5.2. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II) - ácido aspártico. R=2	92

8.5.3. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II)- ácido aspártico. R=4	94
8.6. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II) - ácido glutámico.	96
8.6.1. Tabla de datos para el sistema H^+ - Ni(II) – ácido glutámico. R=1	96
8.6.2. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II) – ácido glutámico. R=2	97
8.6.3. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II) – ácido glutámico. R=4	99
8.7. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II) - cisteína.	102
8.7.1. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II) - cisteína. R=1	102
8.7.2. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II) - cisteína. R=2	103
8.7.3. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II) - cisteína. R=4	105
8.8. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II)- histidina.	107
8.8.1. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II)- histidina. R=1	107
8.8.2. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II)- histidina. R=2	108
8.8.3. Tablas de datos para el sistema H^+ - Ni(II)- histidina. R=4	110