

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



**ESTUDIOS DE FORMACIÓN DE COMPLEJOS TERNARIOS ENTRE EL SISTEMA  
NÍQUEL (II) - ÁCIDO PICOLÍNICO Y LOS AMINOÁCIDOS: PROLINA, GLICINA,  
 $\alpha$ -ALANINA Y  $\beta$ -ALANINA, MEDIANTE MEDIDAS DE EMF(H) EN NaCl 1,0 M A  
25°C**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la  
Ilustre Universidad Central de Venezuela, por  
la Br. Diomka P. Martínez D., para optar al  
título de Licenciada en Química

Caracas, Mayo 2012

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

**ESTUDIOS DE FORMACIÓN DE COMPLEJOS TERNARIOS ENTRE EL SISTEMA NÍQUEL (II) - ÁCIDO PICOLÍNICO Y LOS AMINOÁCIDOS: PROLINA, GLICINA,  $\alpha$ -ALANINA Y  $\beta$ -ALANINA, MEDIANTE MEDIDAS DE EMF (H) EN NaCl 1,0 M A 25°C.**

Presentado por la Br. Diomka Paloma Martínez Duran., C.I. 10.811.796, 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)

---

Dra. Soraya Taboada

(Jurado)

---

Dr. Vito Lubes

(Tutor)

---

Dr. Manuel Caetano

(Jurado)

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

Certificamos que, el presente Trabajo Especial de Grado, titulado:

**ESTUDIOS DE FORMACIÓN DE COMPLEJOS TERNARIOS ENTRE EL SISTEMA NÍQUEL (II) - ÁCIDO PICOLÍNICO Y LOS AMINOÁCIDOS: PROLINA, GLICINA,  $\alpha$ -ALANINA Y  $\beta$ -ALANINA, MEDIANTE MEDIDAS DE EMF (H) EN NaCl 1,0 M A 25°C.**

Que presenta la Br. Diomka Paloma Martínez Duran. C.I. 10.811.796, para aspirar al título de Licenciado en Química, ha sido realizado en los laboratorios Centro de Equilibrio en Solución (CES) UCV y laboratorio de Equilibrios en Solución Universidad Simón Bolívar, bajo nuestra dirección durante el año 2011 y con esta fecha autorizamos su presentación.

---

Dra. Mary Lorena Araujo  
(Tutor)

---

Dr. Vito R. Lubes  
(Tutor)

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios Santísimo por darme las fuerzas y la perseverancia para terminar este ciclo en mi vida.

A mi amadísima madre Miriam Durán por apoyarme en todo momento y sin jamás juzgarme por todo este tiempo, de forma incondicional, todos los días a cada momento sin pretender nunca nada a cambio, solo mi éxito.

A mí adorado esposo Adolfo Lizardo por ser tan paciente y comprensivo, y a mi hijo bello Gustavo Adolfo por ser el gran motivador para la culminación de esta carrera, los adoro.

A mis hermanas Iskra, Jade, Valeska y hermanito Rafa y a mis lindos sobrinos por siempre creer en mí, los amo.

A todos mis demás familiares quienes de un modo u otro han estado allí en el camino junto a mí.

A todos aquellas personas que ya no están como Hernán Hernández quien me brindó su amor de padre desde los 7 años y a mi abuela adorada María Martínez quien fue un gran apoyo y motivación, quien me enseñó a que uno nunca debe rendirse y que estés donde estés este logro es para ti y que lamento no haberlo logrado en el tiempo que te tenía a mi lado.

A mi ilustre Universidad Central de Venezuela, a todos mis profesores por enseñarme y orientarme en este largo camino haciendo de mí una profesional.

A mi profesora Mary Lorena Araujo y a mi profesor Vito Lubes, por permitirme trabajar en este proyecto, dándome siempre su orientación y apoyo, muchas gracias.

A todos mis amigos, con quienes compartí muchas experiencias maravillosas e inolvidables durante todo este tiempo, los tendré a todos siempre en mi corazón.

## RESUMEN

El siguiente trabajo fue realizado empleando medidas de fuerzas electromotrices  $emf(H)$ , en un medio iónico de NaCl 1,0 M y a una temperatura de 25,0 °C. Fueron determinadas las constantes de acidez ( $pK_a$ ) y las constantes de formación ( $\log \beta_{pqrs}$ ) de los complejos ternarios del ácido picolínico y los aminoácidos:  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina, prolina y glicina.

Los datos experimentales fueron tratados mediante el programa computacional de mínimos cuadrados generalizados LETAGROP. Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos.

**Tabla I.** Constantes de acidez en términos de  $pK_a$  del sistema  $H^+$ - ácido picolínico en NaCl 1,0 M a 25 °C.

Reacción	$pK_a$
$H_2C^+ \rightleftharpoons HC + H^+$	0,90(3)
$HC \rightleftharpoons C^- + H^+$	5,17(1)
Dispersión $\sigma(Z_c)$	0,009

**Tabla II.** Constantes de acidez en términos de  $pK_a$  del sistema  $H^+$ -  $\alpha$ -alanina en NaCl 1,0 M a 25 °C.

Reacción	$pK_a$
$H_2L^+ \rightleftharpoons HL + H^+$	2,52 (2)
$HL \rightleftharpoons L^- + H^+$	9,77 (2)
Dispersión $\sigma(Z_c)$	0,018

**Tabla III.** Constantes de acidez en términos de  $pK_a$  del sistema  $H^+$ - $\beta$ -alanina en NaCl 1,0 M a 25 °C.

Reacción	$pK_a$
$H_2L^+ \rightleftharpoons HL + H^+$	3,66 (1)
$HL \rightleftharpoons L^- + H^+$	10,10 (1)
Dispersión $\sigma(Z_c)$	0,017

**Tabla IV.** Constantes de acidez en términos de  $pK_a$  del sistema  $H^+$ -prolina en NaCl 1,0 M a 25 °C.

Reacción	$pK_a$
$H_2L^+ \rightleftharpoons HL + H^+$	2,09(1)
$HL \rightleftharpoons L^- + H^+$	10,49(1)
Dispersión $\sigma(Z_c)$	0,014

**Tabla V.** Constantes de acidez en términos de  $pK_a$  del sistema  $H^+$ -glicina en NaCl 1,0 M a 25 °C.

Reacción	$pK_a$
$H_2L^+ \rightleftharpoons HL + H^+$	2,65(3)
$HL \rightleftharpoons L^- + H^+$	9,60(2)
Dispersión $\sigma(Z_c)$	0,025

**Tabla VI.** Constantes de formación en términos de  $\log \beta_{pqrs}$  de los complejos hallados para el sistema  $H^+$ - Ni(II) – ácido picolínico (HC) –  $\alpha$ -alanina (HL).

Reacción	$\log \beta_{pqrs}$
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [HNi(C)L]^- + H^+$	4,51(5)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons Ni(C)L + 2H^+$	-2,46(6)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L(OH)]^- + 3H^+$	-12,49(6)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L(OH)_2]^{2-} + 4H^+$	-23,7(1)
$Ni^{2+} + 2HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)_2L]^- + 3H^+$	-5,4 max -4,0
$Ni^{2+} + HC + 2HL \rightleftharpoons [Ni(C)L_2]^- + 3H^+$	-8,42(5)
Dispersión $\sigma(Z_B)$	0,030

**Tabla VII.** Constantes de formación en términos de  $\log \beta_{pqrs}$  de los complejos hallados para el sistema  $H^+$ - Ni(II) – ácido picolínico (HC) –  $\beta$ -alanina (HL).

Reacción	$\log \beta_{pqrs}$
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [HNi(C)L]^+ + H^+$	4,00(5)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons Ni(C)L + 2H^+$	-4,39(4)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L(OH)_2]^{2-} + 4H^+$	-25,35(6)
$Ni^{2+} + 2HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)_2L]^- + 3H^+$	-4,89(8)
Dispersión $\sigma(Z_B)$	0,027

**Tabla VIII.** Constantes de formación en términos de  $\log \beta_{pqrs}$  de los complejos hallados para el sistema  $H^+$ - Ni(II) – ácido picolínico (HC) – prolina (HL).

Reacción	$\log \beta_{pqrs}$
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [HNiCL]^- + H^+$	4,51(5)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons NiCL + 2H^+$	-2,46(6)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L(OH)]^- + 3H^+$	-12,49(6)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L(OH)_2]^- + 4H^+$	-23,7(1)
$Ni^{2+} + HC + 2HL \rightleftharpoons [Ni(C)L_2]^- + 3H^+$	-8.42(5)
Dispersión $\sigma(Z_B)$	0,030

**Tabla IX.** Constantes de formación en términos de  $\log \beta_{pqrs}$  de los complejos hallados para el sistema  $H^+$ - Ni(II) - ácido picolínico (HC) – glicina (HL).

Reacción	$\log \beta_{pqrs}$
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [HNiCL]^- + H^+$	4,31(5)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons NiCL + 2H^+$	-2,23(3)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L(OH)]^- + 3H^+$	-12,49(8)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L(OH)_2]^{2-} + 4H^+$	-23,6(1)
$Ni^{2+} + HC + 2HL \rightleftharpoons [NiC(L)_2]^- + 3H^+$	-7.88(5)
Dispersión $\sigma(Z_B)$	0,030

## ÍNDICE

<b>SIMBOLOS</b> .....	<b>11</b>
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	<b>12</b>
1.1 Generalidades del Níquel.....	12
1.2 Química del níquel divalente.....	14
1.3 Química de los ligandos.....	17
1.3.1. Ácido picolínico.....	17
1.3.2. Aminoácidos.....	19
1.3.2.1. $\alpha$ y $\beta$ alanina.....	22
1.3.2.2. Glicina.....	24
1.3.2.3. Prolina.....	26
1.4. Complejos de Níquel (II) .....	28
1.4.1. Sistema $H^+$ - Ni (II) – ácido picolínico.....	28
1.4.2. Sistema $H^+$ - Ni (II) – $\alpha$ -alanina.....	28
1.4.3. Sistema $H^+$ - Ni (II) – $\beta$ -alanina.....	29
1.4.4. Sistema $H^+$ - Ni (II) – Glicina.....	29
1.4.5. Sistema $H^+$ - Ni (II) – Prolina.....	30
1.5. Complejos ternarios de Níquel(II)-picolínico y los aminoácidos $\alpha$ -alanina, $\beta$ -alanina, glicina y prolina.....	31
<b>2. FUNDAMENTO TEORICO</b> .....	<b>32</b>
2.1. Ley de acción de masas .....	32
2.2. Escala de actividades y constantes de estabilidad.....	32
2.3. Medidas de $emf(H)$ .....	34
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>35</b>
3.1. Objetivo general.....	35
3.2. Objetivos específicos.....	35

<b>4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....</b>	<b>36</b>
4.1. Reactivos, disoluciones e instrumentos de medida.....	36
4.1.1 Reactivos.....	36
4.1.2. Disoluciones.....	36
4.1.3. Instrumentos de medida.....	37
4.2. Procedimientos de medidas.....	38
4.3. Análisis de los datos.....	39
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>41</b>
5.1. Determinación de los parámetros $E_0$ y $J$ .....	41
5.2. $H^+$ - $\alpha$ -alanina, $H^+$ - $\beta$ -alanina, $H^+$ -prolina, $H^+$ -glicina.....	42
5.2.1. Sistema $H^+$ - $\alpha$ -alanina.....	42
5.2.2. Sistema $H^+$ - $\beta$ -alanina.....	45
5.2.3. Sistema $H^+$ -prolina.....	48
5.2.4. Sistema $H^+$ -glicina.....	51
5.2.5. Sistema $H^+$ -ácido picolínico.....	54
5.3. Sistemas $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina, $H^+$ -Ni(II)- ácido picolínico- $\beta$ -alanina, $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico -glicina y $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-prolina.....	57
5.3.1. Sistema $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina.....	58
5.3.2. Sistema $H^+$ -Ni(II)- ácido picolínico- $\beta$ -alanina.....	62
5.3.3. Sistema $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-prolina.....	66
5.3.4. Sistema $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-glicina.....	70
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>78</b>
<b>8. APENDICE.....</b>	<b>82</b>

## SIMBOLOS

H, B,C, L	Concentraciones totales (analíticas) de H <sup>+</sup> , Ni <sup>+2</sup> , ligando (HC) y (HL)
h, b, c, ℓ	Concentraciones en equilibrio de H <sup>+</sup> , Ni <sup>+2</sup> , ligando (HC) y (HL)
$\beta^*_{Pqrs}$	Constante de estabilidad de un complejo H <sub>p</sub> Ni <sub>q</sub> (HC) <sub>r</sub> (HL) <sub>s</sub> <sup>p+q-r-s</sup> brevemente (p, q, r)
c <sub>pqrs</sub>	Concentración en equilibrio de un complejo (p, q, r, s)
emf(H)	Fuerzas electromotrices (EV)
E	Potencial (mV), pila [5]
E <sub>o</sub>	Potencial estándar (mV)
EV	Electrodo de vidrio, pila [5]
{H}	Disolución <i>madre</i> de ácido fuerte (Na, H)Cl 0,1 M
j	Parámetro relacionado con el potencial de difusión en la unión líquida // pila [5]
{mi}	Medio iónico inerte NaCl 1,0 M
ns, np	nº de experimentos, nº de puntos en un experimento
nk	nº de complejos
{OH}	Disolución <i>madre</i> de base fuerte Na(Cl, OH) 0,1 M
REF	Semi pila de referencia, pila [5]
$\sigma$	Dispersión = $\sqrt{U/(ns \cdot np - nk)}$
S	Disolución problema en la celda de reacción, pila [5]
T	Disolución <i>titulante</i>
U	Suma de mínimos cuadrados
Z <sub>C</sub> o Z <sub>B</sub>	Nº medio de H <sup>+</sup> disociados por mol de ligando (H <sub>2</sub> C) o de metal Ni <sup>2+</sup>
RMN	Resonancia magnética nuclear

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. Generalidades del Níquel

El níquel es un metal de transición de color blanco plata, símbolo químico Ni y número atómico 28, fue descubierto por Alex Frederik Cronstedt en Suecia para el año 1722.<sup>[1]</sup> Presenta alta conductividad térmica y eléctrica, es dúctil y maleable por lo que se puede forjar fácilmente, pulir y laminar, presenta cierto ferromagnetismo y es resistente a la corrosión. El níquel está situado en el grupo 10 de la tabla periódica y posee una configuración electrónica de  $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$ , un punto de fusión de 1455 °C, y un punto de ebullición de 2730 °C, su densidad es de 8,9 g/cm<sup>3</sup> y su masa atómica 58,71 g/mol. En la **tabla 1**, se puede encontrar información más detallada acerca de algunas propiedades del níquel.

**Tabla 1.** Propiedades físicas y químicas del Níquel.<sup>[2]</sup>

Nombre	Níquel
Número atómico	28
Valencia	2,3
Estado de oxidación	+2
Electronegatividad	1,8
Radio covalente (Å)	1,21
Radio iónico (Å)	0,78
Radio atómico (Å)	1,24
Configuración electrónica	$[\text{Ar}]3d^8 4s^2$
Primer potencial de ionización (eV)	7,68
Masa atómica (g/mol)	58,71
Densidad (g/ml)	8,9
Punto de ebullición (°C)	2730
Punto de fusión (°C)	1453

En cuanto a sus estados de oxidación, el más común es el  $\text{Ni}^{2+}$ , pero existen algunos compuestos inestables que presentan estados de oxidación 0 y +1. También se pueden encontrar algunos compuestos de  $\text{Ni}^{3+}$  y  $\text{Ni}^{4+}$ , pero en muchos de ellos no se sabe si realmente es el átomo del metal o el ligante el que se oxida. El níquel posee cinco isótopos naturales con masas atómicas de 58, 60, 61, 62, 64. También se han identificado siete isótopos radiactivos, con números de masa de 56, 57, 59, 63, 65, 66 y 67.

El níquel se encuentra principalmente en combinación con arsénico, antimonio y azufre. Comercialmente, los depósitos más importantes están formados por *garnierita*, un silicato de magnesio y níquel de composición variable y ciertas variedades del mineral de hierro *pirrotita* que contiene del 3 al 5% de Ni. También se encuentra níquel elemental aleado con el hierro en numerosos meteoritos. Se cree además que las regiones centrales de la tierra contienen cantidades considerables.<sup>[3]</sup> En forma compacta el níquel es muy estable al aire y al agua, quizá porque se recubre con una capa de óxido, puesto que en polvo fino es pirofórico. El níquel en hilos arde en oxígeno. Lo disuelven los ácidos diluidos, pero más lentamente que al hierro.<sup>[4]</sup> En su forma metálica es un excelente catalizador; siendo menos eficaces las sales.

Algunos alimentos contienen pequeñas cantidades de níquel. El chocolate y las grasas son conocidos por contener altas cantidades. Es conocido que las plantas acumulan níquel y como resultado la toma de níquel de los vegetales será eminente. Los fumadores tienen un alto grado de exposición al níquel a través de sus pulmones. Los humanos pueden estar expuestos al níquel al respirar, beber agua, comer y fumar cigarrillos. En pequeñas cantidades el níquel es esencial, pero cuando es tomado en muy altas cantidades este puede ser peligroso para la salud humana. La toma de altas cantidades de níquel puede traer como consecuencias elevadas probabilidades de desarrollar cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata, así como también embolia de

pulmón, fallos respiratorios, asma y bronquitis crónica, reacciones alérgicas como son erupciones cutáneas, mayormente de las joyas y hasta desordenes del corazón.

En cuanto a los efectos ambientales, el níquel es liberado al aire por las plantas de energía y las incineradoras de basuras. Este se puede depositar en el suelo o caer después de reaccionar con las gotas de lluvia. Usualmente lleva un largo periodo de tiempo para que el níquel sea eliminado del aire. El níquel puede también terminar en la superficie del agua cuando es parte de las aguas residuales. La mayor parte de todos los compuestos del níquel que son liberados al ambiente se absorben por los sedimentos o partículas del suelo y llegan a inmovilizarse. En suelos ácidos, el níquel se une para llegar a ser más móvil y a menudo alcanza el agua subterránea.

## 1.2. Química del níquel divalente, $d^8$

La valencia predominante del níquel es la divalente y es la que posee en todas sus sales sencillas. El Níquel II forma un gran número de complejos los cuales incluyen los números de coordinación 4, 5 y 6 y todos los tipos estructurales más importantes; tales como, octaédricos, bipiramidales trigonales, piramidales cuadrados, tetraédricos y cuadrados.

En medio acuoso se hidroliza formando especies mono y polinucleares. La **tabla 2**, muestra los productos de hidrólisis de las especies mononucleares de  $Ni^{2+}$ , reportadas en la bibliografía, en distintas condiciones experimentales <sup>[5]</sup>.

**Tabla 2.** Productos de hidrólisis del  $\text{Ni}^{2+}$  para los complejos mononucleares reportados en la bibliografía a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  y medidas de  $emf$  (H) [5].

Medio	$\log \beta_{\text{pq0}}$ [NiOH] <sup>+</sup>	$\log \beta_{\text{pq0}}$ [Ni(OH) <sub>2</sub> ] <sub>(ac)</sub>	$\log \beta_{\text{pq0}}$ [Ni(OH) <sub>3</sub> ] <sup>-</sup>	Referencia
NaCl 1,0 M	-	-17,02 (2)	-	[5]
0,25 M – 1,0 M NaClO <sub>4</sub>	-10,50*	-	-	[6]
Fuerza iónica =0 $20^{\circ}\text{C}$ KNO <sub>3</sub>	-9,86 (3)	-	-	[7]
3,00 M NaClO <sub>4</sub>	< -10,30*	-	-	[8]
3,00 M KCl	< -10,50*	-	-	[9]
Diluido	-	~-19,00	-30,00*	[10]
NaCl 1,0 M a $25^{\circ}\text{C}$	-9,4 (1)	-16,94(4)	-	[11]

\*errores no reportados

Se observa una gran discrepancia en el modelo de especies mononucleares reportadas, quizás debido al método utilizado o condiciones de medición empleadas, en cada caso.

El hidróxido de níquel (II),  $\text{Ni(OH)}_2$  se puede precipitar de soluciones acuosas de sales de  $\text{Ni}^{2+}$  por adición de hidróxido de metales alcalinos, se disuelve rápidamente en ácido y en amoníaco acuoso, debido a la formación de complejos de aminas; además de éste, se pueden formar otros hidroxocomplejos de níquel divalente, tales como los que se encuentran reportados en la siguiente tabla

**Tabla 3.** Productos de hidrólisis del  $\text{Ni}^{2+}$  (complejos mononucleares) reportados en la bibliografía a 25 °C.

Condiciones	log $\beta_{pqr}$			Referencia
	$[\text{NiOH}]^+$	$\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{ac})$	$[\text{Ni}(\text{OH})_3]^-$	
0,25 M – 1,0 M $\text{NaClO}_4$ / ?	-9,76	-	-	[6]
1,5 M $\text{KNO}_3$ / 20°C	-10,18	-	-	[7]
3,00 M $\text{NaClO}_4$ / 25 °C	-10?	-	-	[8]
3,00 M $\text{KCl}$ / 25 °C	<-10,5	-	-	[9]
I = 0 / 25 °C (medidas de solubilidad)	-	-17,19	-4,22	[10]
$\text{NaCl}$ 1,0 M / 25°C	-9,4(1)	-16,94(4)		[11]

La diferencia entre los valores reportados es atribuida al empleo de diferentes escalas de actividades y métodos de medida. En la siguiente tabla se muestran los resultados encontrados en la bibliografía de las hidroxoespecies polinucleares del  $\text{Ni}^{\text{II}}$ .

**Tabla 4.** Productos de hidrólisis del  $\text{Ni}^{\text{II}}$  (complejos polinucleares) reportados en la bibliografía a 25 °C.

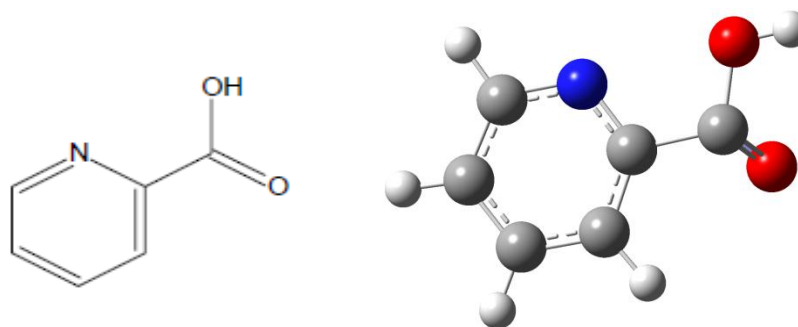
Medio	log $\beta_{pqr}$		referencia
	$\text{Ni}_2\text{OH}^{3+}$	$\text{Ni}_4(\text{OH})_4^{4+}$	
3,00 M $\text{NaClO}_4$	<-9,5	-27,37	[8]
3,00 M $\text{NaCl}$	-9,3	-28,42	[8]
3,00 M $\text{NaCl}$	<-10,5	-28,55	[9]
1,5 M $\text{NaClO}_4$	-	-27,03	[12]
3,00 M $\text{LiClO}_4$	-	-27,32	[13]
3,00 M $\text{LiClO}_4$ / 0,1 mol fracción molar en dioxano	-	-27,11	[13]
3,00 M $\text{LiClO}_4$ / 0,2 mol fracción molar en dioxano	-	-27,04	[13]
$\text{NaCl}$ 1,0 M / 25 °C		-27,73(3)	[11]

Se observa similitud entre los valores de las constantes reportadas por los diversos autores en las diferentes condiciones de medida.

### 1.3. Química de los ligandos

#### 1.3.1. Ácido picolínico (HC)

Los ácidos piridincarboxílicos como el ácido picolínico (Hpic ó brevemente HL), **figura 1**, se encuentran presentes en muchos productos naturales, y son de gran interés porque juegan un papel importante a nivel fisiológico, por ejemplo, este ácido se encuentra en humanos como un metabolito del aminoácido triptófano.<sup>[11]</sup>



**Figura 1.** Estructura molecular del ácido picolínico.<sup>[11]</sup>

El ácido 2-piridincarboxílico, por brevedad ácido picolínico, contiene un grupo carboxílico en posición orto al nitrógeno del anillo piridínico, actuando como un ligando monoácido y bidentado con coordinación ( $N, COO^-$ ) estéricamente favorecida.

En la **tabla 5**, se resumen algunas propiedades del ácido picolínico.<sup>[11]</sup>

**Tabla 5.** Propiedades del ácido picolínico. <sup>[11]</sup>

<b>Fórmula molecular</b>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>
<b>Masa molecular</b>	123,105 g/mol
<b>pK<sub>a</sub></b>	5,2 y 1,0 (en medio iónico KCl 0,1M)
<b>Punto de fusión</b>	(136 – 137) °C.
<b>Solubilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy soluble en ácido acético glacial</li> <li>• Insoluble en éter, cloroformo y disulfuro de carbono.</li> </ul>
<b>Es isómero geométrico del ácido nicotínico</b>	
<b>Sublima</b>	

En la **tabla 6** se presentan los valores de  $pK_a$  del ácido picolínico, obtenidos empleando medidas de fuerza electromotrices  $emf(H)$ . <sup>[11]</sup>

**Tabla 6.** Valores de  $pK_a$  reportados en la bibliografía para el sistema H<sup>+</sup> - ácido picolínico, en diferentes condiciones experimentales. <sup>[11]</sup>

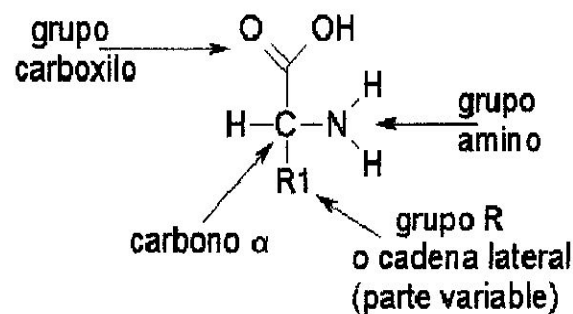
<b>Medio iónico</b>	<b>Concentración (M)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>pK<sub>a1</sub></b>	<b>pK<sub>a2</sub></b>	<b>Referencia</b>
NaCl	1,0	25	2,29(2)	4,41(2)	[11]
NaCl	0,15	37	1,210*	5,124*	[14]

\*errores no reportados

Se observan diferencias importantes entre los valores de  $pK_a$  reportados, atribuidos quizás a la escala de actividades empleada.

### 1.3.2 Aminoácidos

Los aminoácidos se definen como cualquier molécula que contiene un grupo amino y un grupo ácido; sin embargo, éste término casi siempre se utiliza para designar a un  $\alpha$ -aminoácido.<sup>[15]</sup> Con excepción de la glicina, todos los aminoácidos son quirales. La estructura general de un aminoácido puede apreciarse en la siguiente figura.



**Figura 2.** Estructura general de los aminoácidos. <sup>[14]</sup>

Los aminoácidos se distinguen entre ellos por la existencia de un grupo R que se encuentra unido al carbono- $\alpha$  (excepto en el caso de la glicina, donde el grupo R es el átomo de hidrógeno).

Los aminoácidos se pueden clasificar por la polaridad de sus grupos R y según su capacidad de producción en los organismos vivos.

Según la polaridad, existen cuatro clases principales de aminoácidos.

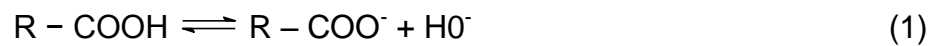
1. Aminoácidos con grupos R no polares o hidrófobos: esta familia contiene cinco aminoácidos con grupos R que son hidrocarburos alifáticos (alanina, leucina, isoleucina, valina y prolina), dos con anillos aromáticos (fenilalanina y triptófano) y uno que contiene azufre (metionina). Como grupo, estos aminoácidos son menos solubles en el agua que los aminoácidos con grupos R polares. El

miembro menos hidrófobo de esta clase es la alanina, la cual se halla casi en la línea fronteriza entre los aminoácidos no polares y los que poseen grupos R polares. La prolina se diferencia de todos los demás aminoácidos corrientes en que es en realidad un  $\alpha$ -iminoácido.<sup>[15]</sup>

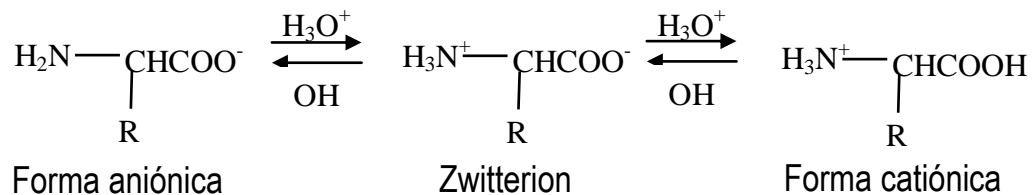
2. Aminoácidos con grupos R polares sin carga: estos aminoácidos son relativamente más solubles en el agua que los aminoácidos con grupos R no polares. Sus grupos R contienen grupos funcionales polares neutros, que pueden establecer enlaces de hidrógeno con el agua. La polaridad de la serina, la treonina y la tirosina se debe a su grupo hidroxilo; la asparagina y la glutamina a sus grupos amídicos y la de la cisteína a la presencia del grupo sulfhidrilo. La cisteína y la tirosina poseen las funciones más polares de esta clase de aminoácidos; a saber, los grupos tiol e hidróxilo fenólico respectivamente.<sup>[16]</sup>
3. Aminoácidos con grupos R cargados positivamente: los aminoácidos básicos, en los que los grupos R poseen carga positiva neta a *pH* 7, poseen todos seis átomos de carbono. Estos son la lisina, que contiene un segundo grupo amino en la posición 3 de la cadena alifática, la arginina que tiene un grupo guanidino cargado positivamente y la histidina, que contiene la función imidazolio, débilmente básica.<sup>[16]</sup>
4. Aminoácidos con grupos R cargados negativamente: los dos miembros de esta clase son los ácidos aspártico y glutámico, cada uno de los cuales posee un segundo grupo carboxílico que se halla completamente ionizado y por tanto, cargado negativamente a *pH* 6-7.<sup>[16]</sup>

Por otra parte, debido a su importancia en el desarrollo de proteínas, los aminoácidos también se clasifican por su capacidad de producción en los organismos vivos. Los seres humanos pueden sintetizar aproximadamente la mitad de los aminoácidos que forman las proteínas, el resto de los aminoácidos que han de ser ingeridos en la dieta, son los llamados ácidos esenciales.

La estructura real de un aminoácido es iónica y depende del pH del medio. Como resultado de su capacidad de ionización se generan reacciones de equilibrio iónico que pueden ser escritas de acuerdo a las ecuaciones (1) y (2).



Los aminoácidos presentan una carga positiva en soluciones ácidas (*pH* bajo) y carga negativa en soluciones básicas (*pH* alto). Hay un *pH* intermedio donde las dos formas del aminoácido se encuentran en la misma proporción, como un zwitterión (ión dipolar) con una carga neta de cero. A este *pH* se le denomina punto isoeléctrico.<sup>[15]</sup>



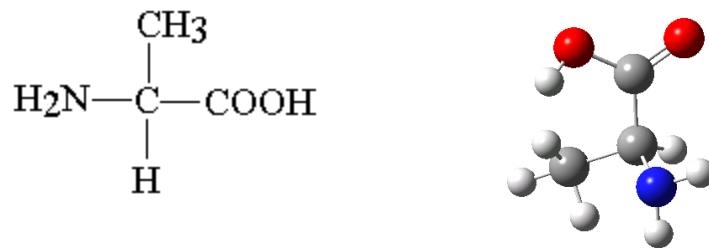
### 1.3.2.1. $\alpha$ y $\beta$ -alanina (HL)

Estos aminoácidos que se encuentran con más frecuencia en las proteínas más habituales, dentro del grupo de los aminoácidos no esenciales, ya que son sintetizados en el organismo e intervienen en el metabolismo de la glucosa; se pueden clasificar como aminoácidos neutros y fuertemente hidrofóbicos. <sup>[16]</sup>

La alanina existe en dos distintos enantiómeros - L-alanina y D-alanina. La L-alanina es uno de los 20 aminoácidos más ampliamente usados en biosíntesis de proteína, detrás de la leucina. La D-alanina está en las paredes celulares bacteriales y en algunos péptidos antibióticos. Se encuentra tanto en el interior como en el exterior de las proteínas globulares. <sup>[16]</sup>

La alanina se encuentra frecuentemente en la carne, el pollo, el pescado, los huevos y los productos lácteos; también algunos vegetales ricos en proteínas. Se encuentra en el tejido muscular y es uno de los aminoácidos más usados en la construcción de proteínas. Su sabor es dulce y se encuentra en estado sólido, participa en un ciclo conocido como ciclo glucosa – alanina, en el cual se transforma en glucosa, a través de un proceso de glucogénesis, una vez que entra al hígado. Esto ocurre luego de un proceso de ayuno, donde el músculo libera aminoácidos que son transportados por el torrente sanguíneo. Parte de la glucosa consumida por el músculo vuelve al hígado y se transforma de nuevo en alanina; completando así el ciclo. <sup>[17]</sup>

La  $\alpha$ -alanina (ácido 2-amino propanoico), **figura 3**, en nuestro cuerpo puede inhibir o reducir la neurotransmisión en el cerebro. Ha mostrado ser capaz de estimular la producción de anticuerpos y puede ayudar a estabilizar el nivel de glucosa en sangre en personas con hipoglucemia. Se halla presente también en el fluido prostático y puede jugar un papel importante en la salud de la próstata. <sup>[18]</sup>



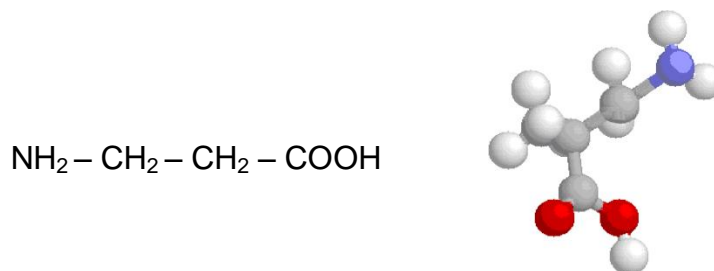
**Figura 3.** Estructura del aminoácido  $\alpha$  – alanina. <sup>[17]</sup>

La **tabla 7**, reúne las constantes de acidez, reportadas en la bibliografía, a diferentes condiciones de temperatura y medio iónico para la  $\alpha$ -alanina.

**Tabla 7.** Constantes de acidez en términos de  $pK_a$  para el sistema  $H^+$ - $\alpha$ -alanina, reportadas en la bibliografía, empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M.

$HL + H^+ \xrightleftharpoons{pK_{a1}} H_2L^+$	$HL \xrightleftharpoons{pK_{a2}} L^- + H^+$	Ref.
2,53(3)	9,68(3)	[18]
2,66(3)	9,68(3)	[19]

La  $\beta$ -alanina (ácido 3-amino propanóico), **figura 4**, se caracteriza por poseer el grupo amino en el carbono beta de la cadena que posee la función ácido carboxílico. Este aminoácido es el precursor de la vitamina B5 y se ha demostrado que reduce los efectos del colesterol en las ratas, además, actúa como vasodilatador periférico. <sup>[17]</sup>



**Figura 4.** Estructura de la  $\beta$ -alanina.

La **tabla 8**, presenta las constantes de acidez, reportadas en la bibliografía, a diferentes condiciones de temperatura y medio iónico para la  $\beta$ -alanina.

**Tabla 8.** Constantes de acidez en términos de  $pK_a$  para el sistema  $H^+$ -  $\beta$ -alanina, reportadas en la bibliografía, empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M.

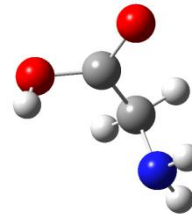
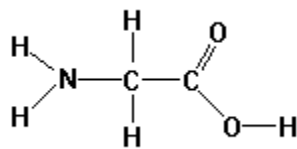
$pK_{a1}$	$pK_{a2}$	Ref.
3,660*	10,180*	[20]
3,70(4)	9,98(4)	[18]
3,69(2)	9,74(2)	[19]

Nota: \* errores no reportados

Se observan ciertas diferencias en los valores de  $pK_a$ .

### 1.3.2.2. Glicina (HL)

La glicina ( $C_2H_5O_2H$ , ácido 2-aminoetanoico), es el aminoácido más simple, **figura 5**. El zwitterion de este aminoácido está favorecido energéticamente, tanto en disolución como en estado sólido, por lo que generalmente se le encuentra bajo esta forma.<sup>[17]</sup> Es el aminoácido más pequeño y el único no quiral de los 20 aminoácidos presentes en las célula. La glicina es un aminoácido no esencial. Otro nombre (antiguo) de la glicina es glicocola.



**Figura 5.** Estructura del aminoácido glicina.<sup>[17]</sup>

La glicina actúa como neurotransmisor inhibitor en el sistema nervioso central. Fue propuesta como neurotransmisor en 1965. Se utiliza -in vitro- como medio gástrico, en disolución 0,4 M, amortiguada al pH estomacal para determinar bioaccesibilidad de elementos potencialmente tóxicos (metales pesados) como indicador de biodisponibilidad.

La glicina puede existir en tres formas diferentes, dependiendo del pH de la solución, estas formas son: la catiónica  $[H_2L]^+$ , la zwitterionica  $[HL]^{\pm}$  y la forma aniónica  $L^-$ . En disoluciones acuosas la glicina está estabilizada a través de puentes de hidrogeno con las moléculas de agua.

Puede actuar como un ligando bidentado para coordinarse con iones metálicos a través del grupo amino y el grupo carboxilato, formando así complejos estables o bien, como un ligando monodentado a través del grupo carboxilato (con el grupo amino protonado). A altos valores de pH, especialmente si no hay suficiente exceso de ligando, se forman también hidroxocomplejos.<sup>[15]</sup>

La **tabla 9**, presenta las constantes de acidez, reportadas en la bibliografía, obtenidas en NaCl 1,0 M a 25 °C empleando medidas de *emf*(H) para la glicina.

**Tabla 9.** Constantes de acidez en términos de  $pK_a$  del sistema  $H^+$  - glicina, reportadas en la bibliografía, obtenidas empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M a 25 °C.

$pK_{a1}$	$pK_{a2}$	Ref.
2,49*	9,73*	[22]
2,43*	9,653*	[23]
2,41*	9,652*	[24]
2,42*	9,65*	[25]
2,45*	9,63*	[26]
2,54(4)	9,44(4)	[19]
2,65(3)	9,60(2)	[20]

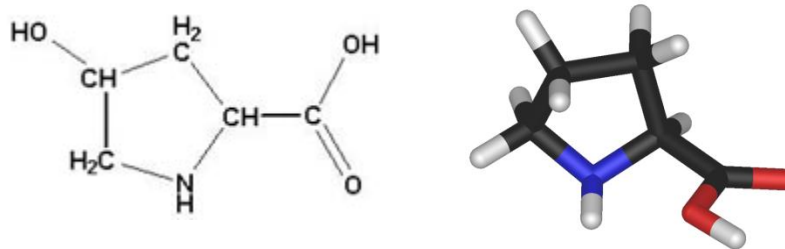
Nota: \* errores no reportados

Se observan que los valores de  $pK_a$  son muy similares entre sí.

### 1.3.2.3. Prolina (HL)

La prolina se diferencia de los otros aminoácidos comunes en que posee un grupo amino secundario.<sup>[16]</sup>

Este aminoácido tiene una cadena lateral de naturaleza alifática, esta cadena está unida tanto al nitrógeno como al carbono alfa. La estructura cíclica resultante, **figura 6**, influye notablemente en la arquitectura de las proteínas.<sup>[19]</sup>



**Figura 6.** Estructura del aminoácido prolina. <sup>[19]</sup>

La prolina es un aminoácido cíclico no polar; en rigor, es un iminoácido. Se sintetiza a partir del ácido glutámico por inversión de la ruta metabólica y por tanto no es un aminoácido esencial. Es una molécula hidrófoba y está involucrada en la producción del colágeno. Está también relacionada con la reparación y mantenimiento de los músculos y huesos.

La **tabla 10**, obtenidas en NaCl 1,0 M a 25 °C empleando diferentes métodos de medidas, para la prolina.

**Tabla 10.** Valores de  $pK_a$  del sistema  $H^+$ -prolina, reportados en la bibliografía, en las mismas condiciones NaCl 1,0 M.

Método	T (°C)	$pK_{a1}$	$pK_{a2}$	Referencia
<i>emf</i> (H)	25	2,10	10,42	[19]
<i>emf</i> (H)	25	1.88(1)	10,57(1)	[20]
RMN	40	1,68*	-	[27]
<i>emf</i> (H)	20	2,02	10,52	[28]

Nota: \* error no reportado

Se observan diferencias significativas en los valores de  $pK_a$  pudiendo ser atribuido al método de medida experimental empleado.

## 1.4. Complejos de níquel (II)

### 1.4.1. Sistema $H^+$ - Ni (II) – ácido picolínico (HC)

Existe muy poca bibliografía reportada, sobre el estudio del sistema  $H^+$ - Ni(II) – ácido picolínico, en la **tabla 11** se reúne los resultados de un trabajo reportado empleando medidas de fuerza electromotrices  $emf(H)$ .

**Tabla 11.** Constantes de formación de los complejos reportados en la bibliografía para el sistema  $H^+$ - Ni (II) – ácido picolínico (HC). <sup>[11]</sup>

Condiciones	$\log \beta_{011}$ [NiC] <sup>+</sup>	$\log \beta_{012}$ [NiC <sub>2</sub> ]	$\log \beta_{013}$ [NiC <sub>3</sub> ] <sup>+</sup>	Referencia
NaCl 1,0 M / 25 °C	6,83(5)	12,60(5)	17,19(6)	[11]

### 1.4.2 Sistema $H^+$ - Ni (II) – $\alpha$ -alanina (HC)

En la **tabla 12**, se pueden encontrar las constantes de formación reportadas en la bibliografía para el sistema  $H^+$ - Ni (II) –  $\alpha$ -alanina.

**Tabla 12.** Constantes de formación reportadas en la bibliografía para el sistema  $H^+$ - Ni(II)- $\alpha$ -alanina, empleando  $emf(H)$  en diferentes escalas de actividades.

Método	Medio iónico	T (°C)	C (M)	$\log \beta_{011}$ [NiL] <sup>+</sup>	$\log \beta_{012}$ NiL <sub>2</sub>	$\log \beta_{013}$ [NiL <sub>3</sub> ] <sup>-</sup>	Ref.
$emf(H)$	NaCl	37	0,15	5,261*	9,567*	12,36*	[29]
$emf(H)$	NaCl	25	1,00	5,32(4)	9,69(3)	12,68(6)	[19]

Nota: \* error no reportado

Se puede observar una pequeña diferencia entre las constantes de formación reportadas en la bibliografía.

### 1.4.3 Sistema $H^+$ - Ni (II) – $\beta$ -alanina

En la **tabla 13**, se muestran las constantes de formación reportadas en la bibliografía para el sistema  $H^+$ - Ni(II) –  $\beta$  –alanina, en NaCl 1,0 M a 25 °C, empleando medidas de  $emf(H)$ ..

**Tabla 13.** Constantes de formación reportadas en la bibliografía para el sistema  $H^+$ - Ni (II)- $\beta$ -alanina, en NaCl 1,0 M a 25 °C, empleando medidas de  $emf(H)$ .

$\log \beta_{011}$ [NiL] <sup>+</sup>	$\log \beta_{012}$ NiL <sub>2</sub>	$\log \beta_{013}$ [NiL <sub>3</sub> ] <sup>-</sup>	Ref.
4,45	7,75*	9,95*	[21]
4,84(8)	8,08(9)	9,40(4)	[19]

Nota: \* error no reportado

Se puede observar una pequeña diferencia entre las constantes de formación reportadas en la bibliografía a pesar de estar en las mismas condiciones experimentales.

### 1.4.4 Sistema $H^+$ - Ni (II) – glicina

En la **tabla 14**, se reúnen las constantes de formación reportadas en la bibliografía para el sistema  $H^+$ - Ni (II) – glicina

**Tabla 14.** Constantes de formación reportadas en la bibliografía para el sistema H<sup>+</sup>- Ni (II) –glicina, en NaCl 1,0 M a 25 °C, empleando medidas de *emf*(H).

$\log \beta_{011}$ [NiL] <sup>+</sup>	$\log \beta_{012}$ NiL <sub>2</sub>	$\log \beta_{013}$ [NiL <sub>3</sub> ] <sup>-</sup>	Ref.
5,50(3)	10,04(3)	13,23(4)	[19]
5,62	10,36*	13,43*	[25]
5,58	10,30*	13,75*	[26]
5,64	10,39*	13,9*	[27]
5,638	10,391*	13,922*	[30]
5,63	10,4*	13,7*	[31]

Nota: \* error no reportado

Para éste sistema se puede apreciar una gran similitud de los valores de las constantes de formación reportados por los diferentes autores.

#### 1.4.5 Sistema H<sup>+</sup>- Ni (II) – prolina

En la **tabla 15**, se pueden encontrar las constantes de formación reportadas en la bibliografía para el sistema H<sup>+</sup>- Ni(II) – prolina.

**Tabla 15.** Constantes de formación reportadas en la bibliografía para el sistema H<sup>+</sup>- Ni (II) -prolina, en NaCl 1,0 M a 25 °C, empleando medidas de *emf*(H).

$\log \beta_{011}$ [NiL] <sup>+</sup>	$\log \beta_{012}$ NiL <sub>2</sub>	$\log \beta_{013}$ [NiL <sub>3</sub> ] <sup>-</sup>	Ref.
5,78(5)	10,53(5)	13,10(1)	[19]

### 1.5. Complejos ternarios de níquel (II)-picolínico y los aminoácidos $\alpha$ -alanina, $\beta$ -alanina, glicina y prolina

Después de una revisión bibliográfica exhaustiva no existe referencias acerca del sistema ternario níquel (II)-picolínico y los aminoácidos  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina, glicina y prolina, sin embargo haremos referencia acerca de un sistema ternario similar de níquel (II)-dipicolínico y los aminoácidos  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina, glicina y prolina, estudiado en NaCl 1,0 M a 25 °C.

Recientemente R. Rodríguez <sup>[20]</sup> estudió el sistema  $H^+$ - níquel (II)-dipicolínico y los aminoácidos  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina, glicina y prolina, empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M a 25 °C, la **tabla 16** reúne los resultados obtenidos.

**Tabla 16.** Constantes de formación reportadas en la bibliografía para el sistema,  $H^+$ -níquel (II)-dipicolínico ( $H_2C$ ) y los aminoácidos (HL)  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina, glicina y prolina en NaCl 1,0 M a 25 °C, empleando medidas de  $emf(H)$ .

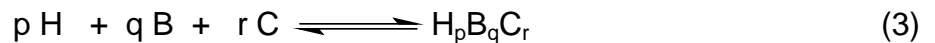
Reacción	$H^+$ -Ni(II)- H <sub>2</sub> C- $\alpha$ - alanina log $\beta_{pqrs}$	$H^+$ -Ni(II)- H <sub>2</sub> C- $\beta$ - alanina log $\beta_{pqrs}$	$H^+$ -Ni(II)- H <sub>2</sub> C- prolina log $\beta_{pqrs}$	$H^+$ -Ni(II)- H <sub>2</sub> C- glicina log $\beta_{pqrs}$
$Ni^{2+} + H_2C + HL \rightleftharpoons HNi(C)L + 2H^+$	3,6(2)	3,3(1)	4,4(1)	4,47(8)
$Ni^{2+} + H_2C + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L]^- + 3H^+$	-2,52(7)	-4,52(6)	-2,88(9)	-2,34(7)
$Ni^{2+} + H_2C + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L(OH)]^{2-} + 4H^+$	-11,73(9)	-14,39(5)	-14,0(2)	-13,3(9)

Se observa que el mejor modelo de ajuste para todos los casos, fue considerando los complejos,  $NiC(HL)$ ,  $[NiC(HL)]^-$  y la hidroxoespecie  $[NiCL(OH)]^{2-}$ .

## 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.1. Ley de acción de masas

La interacción de varios reactantes  $H$ ,  $B$ , y  $C$  para formar uno o varios complejos de forma  $H_pB_qC_r$  brevemente  $(p, q, r)$ , según la reacción de equilibrio (3), en disolución acuosa, se cuantifica a través de la ley de acción de masas (*LAM*) (4), donde  $h$ ,  $b$ ,  $c$ , son las concentraciones en equilibrio de los reactivos  $H$ ,  $B$ ,  $C$  y  $c_{pqr}$ ,  $\beta_{pqr}$ ,  $\Phi_{pqr}$  representan la concentración, la constante de equilibrio y el producto de los coeficientes de actividad de un determinado complejo  $(p, q, r)$ , respectivamente.



$$c_{pqr} = \Phi_{pqr} \beta_{pqr} h^p b^q c^r \quad (4)$$

### 2.2. Escala de actividades y constantes de estabilidad

Desde los años cincuenta se ha impuesto el uso del método del medio iónico en el estudio de equilibrios en disolución, es decir, en lugar de usar agua como disolvente, utilizar una disolución concentrada de una sal inerte, como  $\text{NaCl}$  1,0 M y mantener la concentración de las especies reaccionantes, y productos  $(p, q, r)$  mucho más baja que la de los iones del medio, es decir,  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  entonces es posible emplear concentraciones en lugar de actividades en expresiones termodinámicas como la ley de acción de masas, la ecuación de Nerst, etc. <sup>39</sup>

Aunque parezca incorrecto, esto es tan válido como lo tradicional, ya que la única diferencia radica en que se está utilizando una escala de actividades diferentes. La escala de actividades del medio iónico se define considerando que los coeficientes de actividad se acercan a la unidad, conforme la composición de la disolución se acerca a la del disolvente, es decir, el medio iónico puro.<sup>40</sup>

Experimentalmente, se ha demostrado que los coeficientes de actividad permanecen constantes e iguales a la unidad, dentro de los errores experimentales, siempre que las concentraciones de los reactivos y productos se mantengan a un nivel inferior a un 20 % de la concentración de los iones del medio.<sup>41</sup>

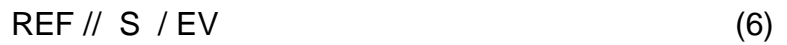
En consecuencia, en la LAM (4) se tiene que  $\Phi_{pqr} = 1$  y análogamente al caso clásico de agua como disolvente, las constantes de equilibrio  $\beta_{pqr}$  pueden considerarse como constantes termodinámicas en el medio iónico elegido, por ejemplo, NaCl 1,0 M y por tanto, La concentración en equilibrio de un determinado complejo ( p, q, r) viene dada por (5)

$$C_{pqr} = \beta_{pqr} h^p b^q c^r \quad (5)$$

Lógicamente, las constantes de equilibrio solamente son válidas en la escala de actividades elegida, ya que, por ejemplo, en las escalas de actividades de los medios iónicos NaCl 1,0 M y NaClO<sub>4</sub> 3,0 M, La especies  $H_p B_q C_r L_s (H_2O)_x Na_y Cl_z$  y  $H_p B_q C_r L_s (H_2O)_x Na_y (ClO_4)_z$  son similares, más no las mismas.<sup>42</sup>

### 2.3. Medidas de $emf(H)$

Las medidas de  $emf(H)$  son el método más conveniente para la determinación de constantes de estabilidad debido a que permite medir al menos una de las concentraciones en equilibrio de las especies iónicas en disolución con gran exactitud y sin suposiciones. En este trabajo la concentración de los iones  $H^+$  en equilibrio  $h$  se determinará mediante la pila (6), donde REF = KCl 3,0 M / KCl 3,0 M,  $Hg_2Cl_2$  / Hg, Pt;



S = disolución problema en equilibrio y EV = electrodo de vidrio.

A 25 °C el potencial (mV) de la pila (6) viene dado por la ecuación (7), siendo  $E_0$  el potencial normal y J, una constante relacionada con el potencial de la unión líquida //.

$$E = E_0 + J h + 59.16 \log h \quad (7)$$

Ahora bien, en disoluciones que sólo contengan ácido o base fuerte, se cumple el balance de  $H^+$  (8).<sup>[36]</sup>

$$h = H + K_w h^{-1} \quad (8)$$

A  $pH < 7$  se tiene que  $h = H$  y la ecuación (8) se transforma en la (9).

$$E - 59.16 \log H = E_0 + J H \quad (9)$$

En consecuencia, se puede comprobar el funcionamiento correcto de la pila (6), valorando una alícuota de la solución {H} por adiciones sucesivas de la disolución {OH}, hasta alcanzar el punto de equivalencia.<sup>[37]</sup>

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Determinar mediante medidas de  $emf(H)$  las constantes de formación de complejos ternarios formados en el sistema  $H^+$ -Ni(II) - ácido polínico con distintos aminoácidos ( $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina, prolina y glicina) empleando NaCl 1,0 M a 25°C.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Determinar las constantes de acidez de los ligandos prolina, glicina,  $\alpha$ -alanina y  $\beta$ -alanina, empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M a 25°C.
- Determinar las constantes de formación del sistema Ni(II)-ácido polínico glicina, empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M a 25 °C.
- Determinar las constantes de formación del sistema Ni(II)-ácido polínico prolina, empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M a 25 °C.
- Determinar las constantes de formación del sistema Ni(II)-ácido polínico  $\alpha$ -alanina, empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M a 25 °C.
- Determinar las constantes de formación del sistema Ni(II)-ácido polínico  $\beta$ -alanina, empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M a 25 °C.

## 4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

### 4.1. Reactivos, disoluciones e instrumentos de medida

#### 4.1.1. Reactivos

- ✓ HCl, KOH ampollas Fixanal Riedel de – Haën 100 mM.
- ✓ Ácido picolínico Merck.
- ✓ NaCl Riedel de – Haën.
- ✓ Prolina Merck.
- ✓ Glicina Merck.
- ✓  $\alpha$ -Alanina.
- ✓  $\beta$ -Alanina.
- ✓  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Merck.
- ✓  $\text{N}_2$  libre de  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$ .
- ✓ Agua tridestilada.
- ✓  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ .

#### 4.1.2. Disoluciones

A partir de los reactivos antes mencionados se prepararon las siguientes disoluciones.

**{H}**  $\equiv$  disolución de (NaCl 1.0 M), (HCl 100 mM), se preparó por pesada de NaCl y luego se agregó una ampolla de HCl, aforando a 1,0 L en atmosfera de  $\text{N}_2$  y normalizando frente a una disolución de NaOH.

**{OH}**  $\equiv$  disolución de (NaCl 1.0 M), (NaOH 100 mM), se preparó igualmente por pesada de NaCl y luego se agregó una ampolla de NaOH, aforando a 1,0 L en atmosfera de  $\text{N}_2$  y normalizando con ftalato ácido de potasio.

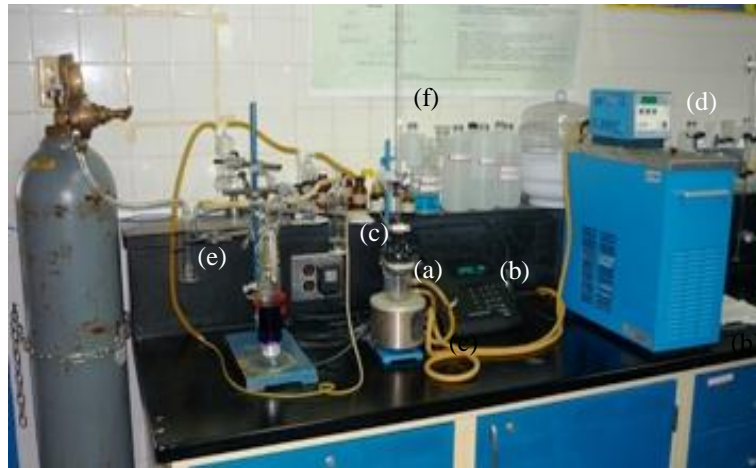
**{Ni<sup>2+</sup>}**  $\equiv$  disolución de Ni (II) 23,9 mM se preparó por pesada de la sal  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Seguidamente se añadió una cantidad pesada de Na Cl (1,0 M).

{HC}  $\equiv$  disolución de ácido picolínico 62,49 mM en NaCl (1,0 M) se preparó a partir del producto comercial recristalizado y seco más la cantidad de medio iónico NaCl para obtener una concentración 1,0 M.

#### 4.1.3. Instrumentos de medida

- (a) vaso de reacción (100 mL) Metrohm EA 876-20
- (b) *pH*-metro Orion modelo 520 A
- (c) frascos lavadores de N<sub>2</sub>
- (d) material volumétrico calibrado.

El vaso de reacción de paredes dobles es de vidrio pirex de unos 100mL y es termostatizado a 25,00 °C. Está provisto de una tapa con varias bocas disponibles para el electrodo de vidrio, la bureta, la entrada y la salida de gas inerte, según el esquema de la **figura 7**. [33-34-35]



**Figura 7.** Esquema del sistema de medidas de  $emf(H)$ . (a) vaso de reacción (100 mL) Metrohm EA 876-20, (b) *pH*-metro, (c) pila (4), (d) termostato de agua, (e) frascos lavadores, paso de gas N<sub>2</sub>, (f) bureta. [35]

## 4.2. Procedimiento de medida

Las medidas de  $emf(H)$ , se llevaron a cabo valorando una disolución **S** contenida en un reactor, **Figura 7**, con alícuotas sucesivas de una disolución **T** añadidas desde una bureta. Se usó un reactor de vidrio Pyrex de paredes dobles, termostatizados a  $25.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , haciendo bombear agua desde un termostato a  $25.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El reactor está provisto de una tapa con varias bocas disponibles, en las cuales se colocan el electrodo de vidrio, la bureta, la entrada y salida de gases.

La disolución del reactor se mantuvo agitada magnéticamente bajo atmosfera de  $\text{N}_2$ , libre de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ , burbujeando el gas a través de una serie de frascos lavadores que contienen disoluciones de  $\text{V(II)}$  en medio ácido y en presencia de  $\text{Zn(Hg)}$ ,  $\text{HCl}$   $0.1\text{M}$ ,  $\text{NaOH}$   $0.1\text{ M}$  y  $\text{NaCl}$   $0.1\text{ M}$ , con el fin de eliminar  $\text{O}_2$ , impurezas básicas, impurezas ácidas y mantener la presión de vapor del medio iónico, respectivamente. Tanto el equipo, como el operador se mantuvieron en un ambiente termostatizado a  $25.0 (1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Se realizaron varios experimentos, cada uno de los cuales comprendió dos etapas. La etapa 1, una titulación ácido base fuerte, que permitió determinar los parámetros  $E_0$  y  $J$  de la pila (6). En el estudio del sistema  $\text{H}^+$ - $\text{Ni(II)}$ - ácido picolínico-ligando, después de culminar la etapa 1, en la etapa 2 se añadió un volumen de  $\text{Ni(II)}$ , de ácido picolínico y del ligando  $L$ , de tal manera de tener distintas relaciones **R** de  $\text{Ni(II)}$ :ácido picolínico:ligando  $L$ ,  $R= 1:1:1$ ,  $1:2:1$  y  $1:1:2$  seguidamente se agregó desde una bureta porciones de la disolución **{OH}** con la finalidad de determinar la estequiometría  $(p,q,r,s)$  y las constantes de estabilidad  $\beta_{pqrs}$  de las especies formadas.

### 4.3. Análisis de los datos

Los datos experimentales  $[H, B, C, E_o, J, (v, E)_{np}]_{ns}$  ( $ns = n^o$  de experimentos,  $np = n^o$  de puntos en cada experimento) fueron tratados utilizando el programa computacional de mínimos cuadrados generalizados LETAGROP. [38]

Para la *etapa 1* se minimizará la función (10) para obtener así los valores definitivos de  $E_o$  y  $J$  de la pila (6).

$$U_1 = \sum (h - H)^2 \quad (10)$$

Los datos de la *etapa 2* fueron analizados mediante el programa LETAGROP, minimizando la función (11) donde,  $Z_B (= (h-H) / B)$  y  $Z_C (= (h - H) / C)$  es el  $n^o$  medio de protones disociados por mol de metal y ligando, respectivamente.

$$U_2 = \sum (Z_B - Z_B^*)^2 \quad \text{ó} \quad U_3 = \sum (Z_C - Z_C^*)^2 \quad (11)$$

$Z_B^*$  y  $Z_C^*$  representan los correspondientes valores teóricos calculados según el modelo de  $nk$  especies  $(p, q, r, s \beta_{pqrs})_{nk}$  en cada caso.

Puesto que la suma de mínimos cuadrados (11) se puede considerar como una función (12) de las constantes de estabilidad  $\beta_{pqr}$  y de los posibles errores

$$U = U ( (\beta_{pqr})_{nk}, (ks)_{nks} ) \quad (12)$$

sistemáticos cometidos en la determinación de los parámetros  $E_o$  y  $J$  de la ecuación (7) o bien, en las concentraciones totales  $H, B, C$  y  $L$  de los reactivos involucrados, variando sistemáticamente la combinación de  $nk$  especies y  $nks$  errores, se podría

encontrar el modelo  $(p,q,r,s \beta_{pqrs})_{nk}$  que en el último término, incluya todas las especies razonablemente posibles, hasta alcanzar un mínimo para (12) o bien, para la desviación típica o estándar (13), siendo  $n$  el número de puntos experimentales.

$$\sigma(Z) = \sqrt{\frac{U}{n - nk}} \quad (13)$$

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1 Determinación de los parámetros $E_0$ y J

Los parámetros  $E_0$  y J se determinaron mediante titulaciones potenciométricas ácido-base fuerte, los valores obtenidos siguen la ecuación de Nerst.

$$E = E^0 + 59,16 \log h + j h \quad (7)$$

Al realizar una titulación ácido- base fuerte se cumple el siguiente balance:

$$H_T = \frac{(H_0v_0 - A_0v)}{(v_0 + v)} \quad (14)$$

$H_T$  = concentración total de protones

$H_0$  = concentración de ácido fuerte

$v_0$  = volumen inicial de ácido

$v$  = volumen de base añadido

$A_0$  = concentración de la base

Según el método de Gran, tomando en cuenta el balance (15) y la ecuación de Nerst (7), se usa como primera aproximación.

$$H = 10^{(E - E_0) / 59,16} \quad (15)$$

En un sistema ácido base fuerte a  $\text{pH} < 5$ , se cumple  $H_T = h$ , entonces,

$$H_T = \frac{(H_0v_0 - A_0v)}{(v_0 + v)} = 10^{(E - E_0) / 59,16} \quad (16)$$

Rearreglando la ecuación (15), queda:

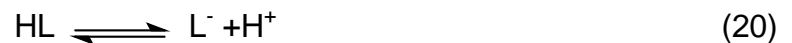
$$Y = (v_0 + v) \cdot 10^{(E)/59,16} = (H_0 \cdot V_0 - A_0 \cdot v) 10^{(E)/59,16} \quad (17)$$

Se grafica  $(v_0 + v) \cdot 10^{(E)/59,16}$  en función del volumen de base  $v$  añadido, de la pendiente  $(m)$  se obtiene el valor preliminar [18]

$$E_0 = 59,16 \cdot \log (-m/A_0) \quad (18)$$

## 5.2. Sistemas $H^+$ - $\alpha$ -alanina, $H^+$ - $\beta$ -alanina, $H^+$ - prolina, $H^+$ - glicina

Las constantes de acidez para estos sistemas se determinaron mediante los siguientes equilibrios (19) y (20), utilizando el programa de mínimos cuadrados generalizados LETAGROP.<sup>38</sup>



Los datos se expresan en términos de las funciones de formación  $Z_c (pH)$  para cada uno de los ligandos, donde  $Z_c$  representa el número medio de moles de protones disociados por mol de ligando.

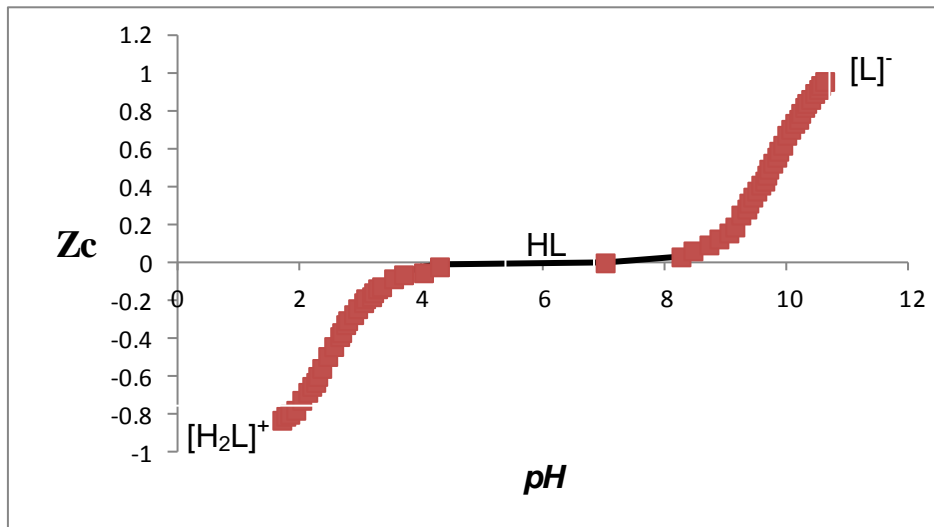
### 5.2.1. Sistema $H^+$ - $\alpha$ -alanina

En la **tabla 17**, se presentan las constantes de acidez en términos de  $\log \beta_{pqr}$  y  $pK_a$  para el sistema  $H^+$  -  $\alpha$ -alanina. El análisis de los datos se realizó, empleando el programa LETAGROP,<sup>38</sup> la **figura 8**, muestra los valores de  $Z_c (pH)$ , los puntos

representan los datos experimentales y la línea de trazo continuo el modelo de especies propuesto, dado en la **tabla 17**

**Tabla 17.** Valores de  $\log \beta_{pqr}$  y  $pK_a$  para el sistema  $H^+$ - $\alpha$ -alanina, en NaCl 1,0 M a 25 °C

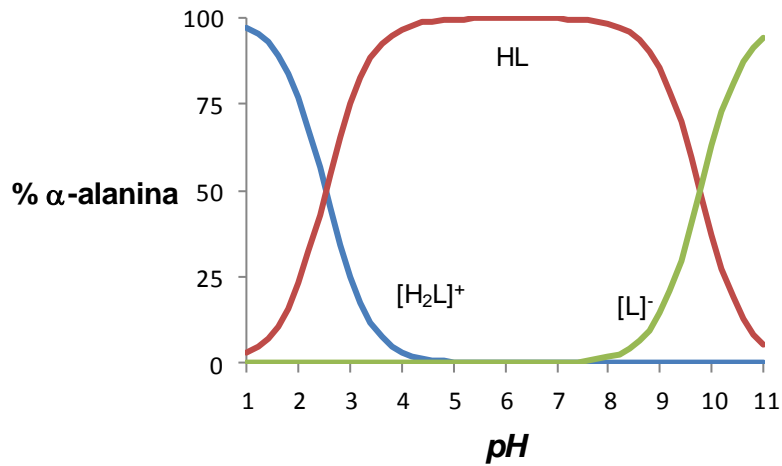
Reacción	$\log \beta_{pqr}$	$pK_a$
$HL + H^+ \rightleftharpoons H_2L^+$	2,52 (2)	2,52 (2)
$HL \rightleftharpoons L^- + H^+$	-9,77 (2)	9,77 (2)
Dispersión $\sigma(Z_c)$	0,018	0,018



**Figura 8.** Valores de  $Z_c(pH)$  del sistema  $H^+$ - $\alpha$ -alanina (NaCl 1,0 M a 25 °C).

Se puede observar que a  $pH$  ácido y  $Z_c = 1$  se forma la especie protonada  $[H_2L]^+$  a partir del zwitterion  $HL$ , que predomina en el intervalo  $4 \leq pH \leq 8$  donde pierde el protón y se convierte en la especie  $[L]^-$ .

A partir de las constantes de acidez dadas en la **tabla 17** fue construido el correspondiente diagrama de distribución de especies, **figura 9**.



**Figura 9.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ - $\alpha$ -alanina (NaCl 1,0 M a 25 °C).

Se observa que la especie más abundante es el zwitterion HL en el intervalo  $2,5 \leq pH \leq 11$ . La especie más ácida  $[H_2L]^+$  predomina en el intervalo  $1 \leq pH \leq 4$  y a pH muy alcalinos el anión  $[L]^-$ .

A modo comparativo, la **tabla 18**, los valores de  $pK_a$  reportados en la literatura con los obtenidos en este trabajo en las mismas condiciones NaCl 1,0 M, a 25 °C.

**Tabla 18.** Constantes de acidez para el sistema  $H^+$ - $\alpha$ -alanina, reportados en la bibliografía, empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M.

$pK_{a1}$	$pK_{a2}$	Ref.
$HL + H^+ \rightleftharpoons H_2L^+$	$HL \rightleftharpoons L^- + H^+$	
2,53(3)	9,68(3)	19
2,66(3)	9,68(3)	20
2,52(2)	9,77(2)	<b>Este trabajo</b>

Se observa que los valores obtenidos en este trabajo son muy similares a los reportados en la bibliografía.

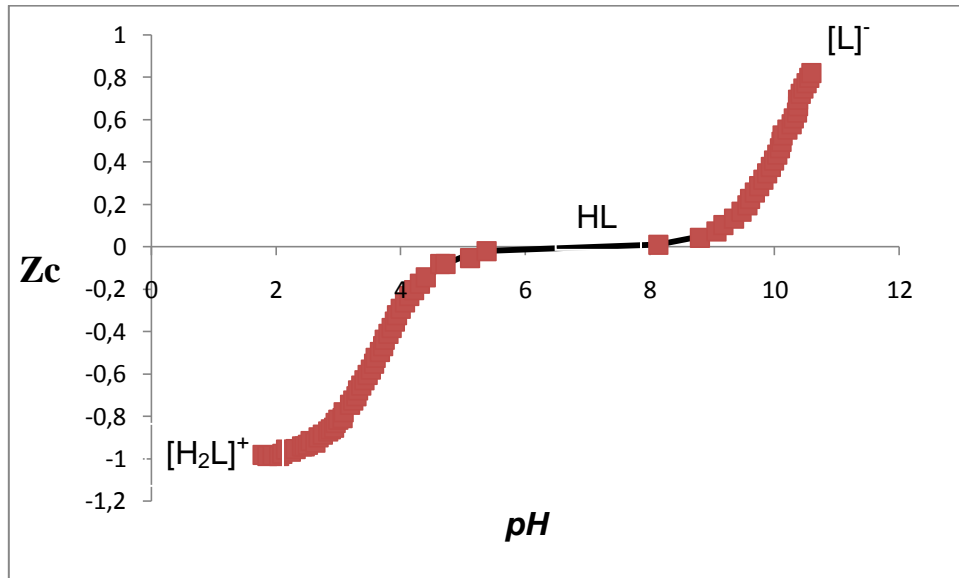
### 5.2.2. Sistema $H^+$ - $\beta$ -alanina

El análisis de los datos de este sistema se realizó de igual forma que el caso anterior, empleando el programa LETAGROP,<sup>38</sup> la **tabla 19**, muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 19.** Valores de  $\log \beta_{pqr}$  y  $pK_a$  para el sistema  $H^+$ - $\beta$ -alanina, en NaCl 1,0 M a 25 °C

Reacción	$\log \beta_{pqr}$	$pK_a$
$HL + H^+ \rightleftharpoons H_2L^+$	3,66 (1)	3,66 (1)
$HL \rightleftharpoons L^- + H^+$	-10,10 (1)	10,10 (1)
Dispersión $\sigma(Z_c)$	0,017	0,017

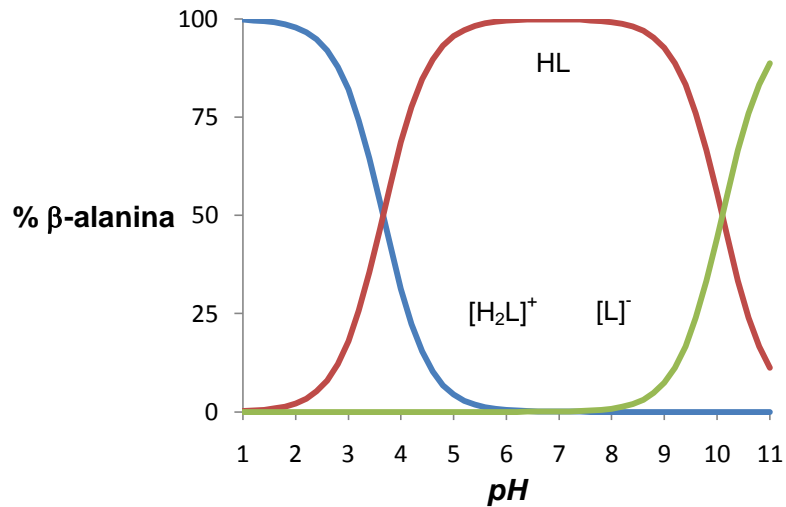
La **figura 10**, muestra los valores de  $Z_c(pH)$ , para el sistema  $H^+$ - $\beta$ -alanina, los puntos representan los datos experimentales y la línea de trazo continuo el modelo de especies propuesto, dado en la **tabla 19**.



**Figura 10.** Datos de  $Z_c$  en función del pH del sistema  $\text{H}^+$ -  $\beta$ -alanina (NaCl 1,0 M a 25 °C)

Se observa que la especie  $[\text{H}_2\text{L}]^+$  se forma a  $\text{pH}$  muy ácido y valores de  $Z_c = -1$ . La especie HL prevalece en el intervalo  $4 \leq \text{pH} \leq 8$ , la cual pierde un protón y se convierte en el ion  $[\text{L}]^-$  a  $\text{pH} \geq 8$ .

A partir de los datos dados en la **tabla 19**, fue construido el correspondiente diagrama de distribución de especies, **figura 11**, de este sistema.



**Figura 11.** Diagrama de distribución de especies del sistema H<sup>+</sup>- β-alanina (NaCl 1,0 M a 25 °C).

El diagrama de distribución obtenido, es muy similar al del sistema H<sup>+</sup>-α-alanina. La intersección de las curvas representan los valores de  $pK_a$  dados en la **tabla 19**. Se observa que la especie más abundante es el zwitterion HL en un amplio rango de  $pH$ , los iones  $[H_2L]^+$  y  $[L]^-$ , predominan a  $pH$  muy ácido y alcalino.

A modo comparativo, la **tabla 20**, reúne los valores de  $pK_a$  reportados en la literatura con los obtenidos en este trabajo en las mismas condiciones (NaCl 1,0 M a 25 °C).

**Tabla 20.** Constantes de acidez para el sistema  $H^+$ -  $\beta$ -alanina, reportadas en la bibliografía, empleando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M.

$pK_{a1}$ $HL + H^+ \rightleftharpoons H_2L^+$	$pK_{a2}$ $HL \rightleftharpoons L^- + H^+$	Ref.
3,660*	10,180*	21
3,70(4)	9,98(4)	19
3,69(2)	9,74(2)	20
3,66(1)	10,10(1)	<b>Este trabajo</b>

Nota: \* errores no reportados

Se observa una correlación muy buena con la primera constante, pero la segunda constante hay una pequeña dispersión entre los valores obtenidos con los valores reportados en la bibliografía.

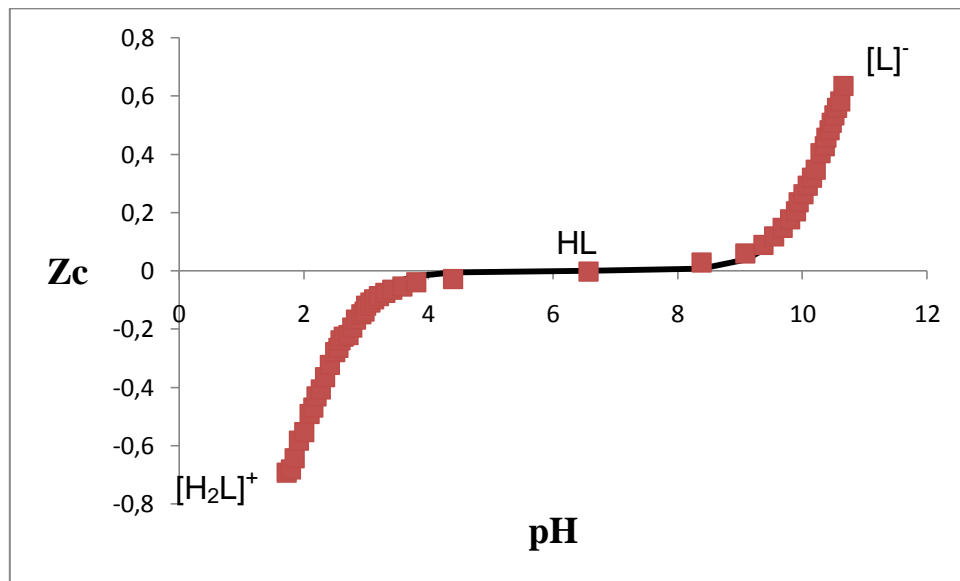
### 5.2.3 Sistema $H^+$ -prolina (HL)

Similarmente a los sistemas anteriores los datos fueron analizados empleando el programa LETAGROP<sup>55</sup> la **tabla 21**, muestra los valores de las constantes de acidez en términos del  $\log \beta_{pqr}$  y  $pK_a$  para el sistema  $H^+$ -prolina.

**Tabla 21.** Valores de  $\log \beta_{pqr}$  y  $pK_a$  para el sistema  $H^+$ -prolina, en NaCl 1,0 M a 25 °C.

Reacción	$\log \beta_{pqr}$	$pK_a$
$HL + H^+ \rightleftharpoons H_2L^+$	2,09(1)	2,09(1)
$HL \rightleftharpoons L^- + H^+$	-10,49(1)	10,49(1)
Dispersión $\sigma(Z_c)$	0,014	0,014

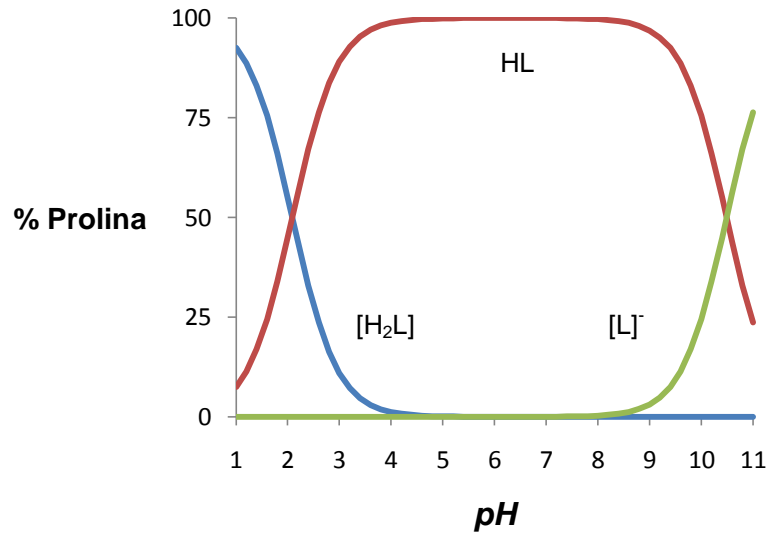
La **figura 12**, muestra los valores de  $Z_c(pH)$ , para el sistema  $H^+$ -prolina, los puntos representan los datos experimentales y la curva de trazo continuo fue construida empleando las constantes de acidez dadas en la **tabla 21**, se observa un excelente ajuste.



**Figura 12.** Datos de  $Z_c$  en función del pH del sistema  $H^+$ -prolina (NaCl 1,0 M a 25 °C).

Se observa que la especie  $[H_2L]^+$  se forma por la protonación del HL, a  $pH$  muy ácidos y los valores de  $Z_c$  tienden a 1. La especie HL prevalece en el intervalo de  $4 \leq pH \leq 8$ , la cual pierde un protón y se convierte en el ion  $[L]^-$  a  $pH \geq 8$ .

A partir de los datos dados en la **tabla 20**, fue construido el correspondiente diagrama de distribución de especies, **figura 13**, de este sistema.



**Figura 13.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ - prolina (NaCl 1,0 M a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

A  $pH = 1$ , la especie predominante es  $[H_2L]^+$ , entre el  $pH$  4 y 9, es muy abundante la especie HL y a partir de  $pH = 9$  predomina la especie  $[L]^-$ .

A modo comparativo, la **tabla 22**, reúne los valores de  $pK_a$  reportados en la literatura con los obtenidos en este trabajo en las mismas condiciones de NaCl 1,0 M a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Tabla 22.** Valores de  $pK_a$  del sistema  $H^+$ - prolina, reportados en la bibliografía, en las mismas condiciones de NaCl 1,0 M a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Método	T( $^{\circ}\text{C}$ )	$pK_{a1}$	$pK_{a2}$	Ref.
RMN	40	1,68*	-	27
<i>emf</i> (H)	25	1,88(1)	10,57(1)	19
<i>emf</i> (H)	25	2,09(1)	10,49(1)	<b>Este trabajo</b>

Se observan ciertas diferencias en los valores de  $pK_a$  pudiendo ser atribuidas al método de medida experimental empleando.

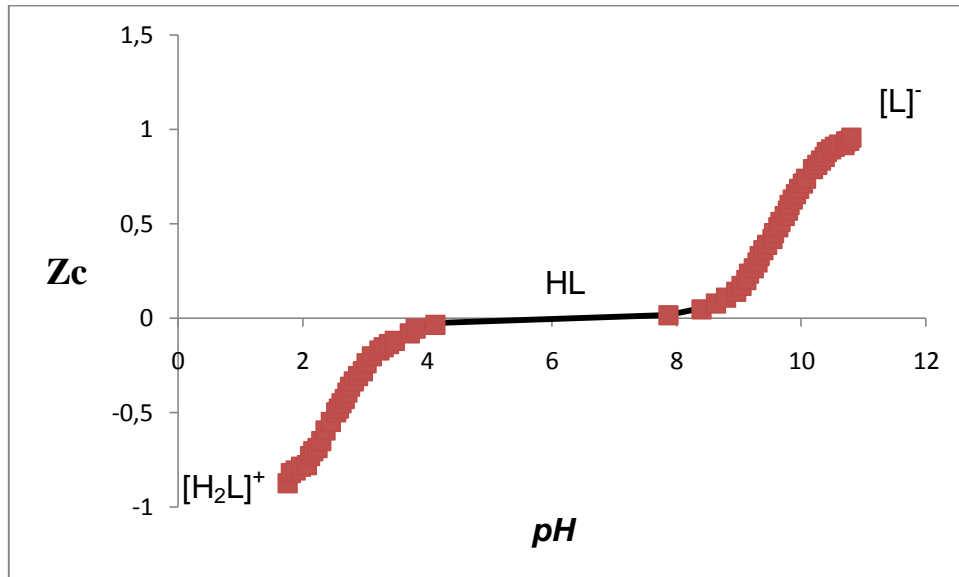
### 5.2.4 Sistema $H^+$ -glicina (HL)

Para el estudio de este sistema los datos fueron analizados de manera similar a los sistemas anteriores, la **tabla 23**, muestra los valores de las constantes de acidez en términos de  $\log \beta_{pqr}$  y  $pK_a$  para el sistema  $H^+$ -glicina.

**Tabla 23.** Valores de  $\log \beta_{pqr}$  y  $pK_a$  para el sistema  $H^+$ -glicina, en NaCl 1,0 M a 25 °C.

Reacción	$\log \beta_{pqr}$	$pK_a$
$HL + H^+ \rightleftharpoons H_2L^+$	2,65(3)	2,65(3)
$HL \rightleftharpoons L^- + H^+$	-9,60(2)	9,60(2)
Dispersión $\sigma (Z_c)$	0,025	0,025

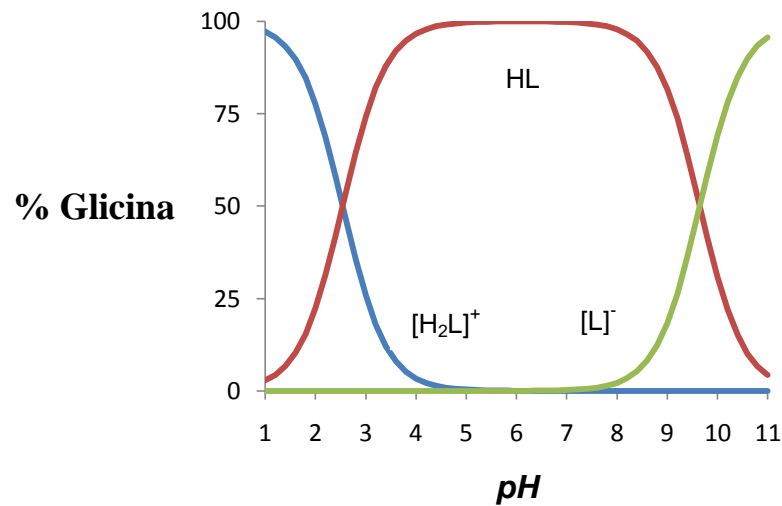
En la **figura 14** se muestran los datos de  $Z_c(\text{pH})$ , los puntos representan los datos experimentales y la curva de trazo continuo fue construida empleando las constantes de acidez dadas en la **tabla 23**.



**Figura 14.** Grafica de  $Z_c$  en función del pH para el sistema  $H^+$ -glicina (NaCl 1,0 M a 25 °C).

Se observa un buen ajuste de los datos (puntos sobre la curva) con el modelo propuesto (línea de trazo continuo). A  $pH$  muy ácidos y  $Z_c = 1$ , se forma la especie protonada  $[H_2L]^+$ . En el intervalo de  $4 \leq pH \leq 8$  prevalece HL, que a  $pH$  muy alcalinos pierde un protón para formar el ion  $[L]^-$ .

A partir de los datos en la **tabla 23**, fue construido el correspondiente diagrama de distribución de especies, **figura 15**, de este sistema.



**Figura 15.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $\text{H}^+$ -glicina NaCl 1,0 M a 25  $^{\circ}\text{C}$ .

A modo comparativo, la **tabla 24**, reúne los valores de  $pK_a$  reportados en la literatura con los obtenidos en este trabajo en las mismas condiciones NaCl 1,0 M a 25  $^{\circ}\text{C}$ .

**Tabla 24.** Constantes de acidez ( $pK_a$ ) del sistema  $\text{H}^+$ -glicina, reportados en la bibliografía, obtenidas empleando medidas de  $emf(\text{H})$  en NaCl 1,0 M a 25  $^{\circ}\text{C}$ .

$pK_{a1}$	$pK_{a2}$	Ref
2,49*	9,73*	22
2,43*	9,653*	23
2,41*	9,652*	24
2,42*	9,65*	25
2,45*	9,63*	26
2,65(3)	9,60(2)	19
2,65(3)	9,60(2)	<b>Este trabajo</b>

Nota: \* errores no reportados

Se observa que los valores son muy similares entre sí.

### 5.2.5 Sistema H<sup>+</sup>- ácido picolínico (HC)

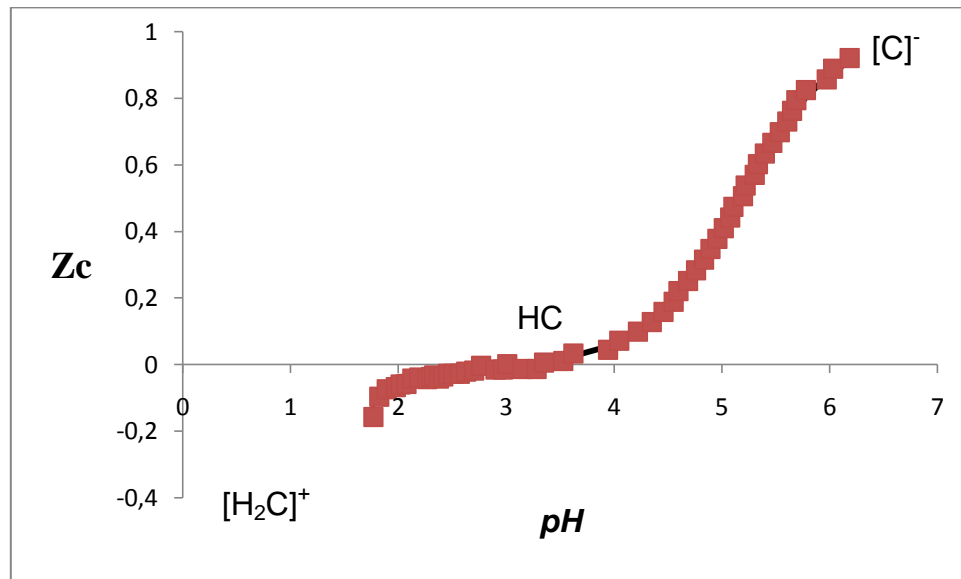
Los datos de este sistema fueron analizados empleando el programa de mínimos cuadrados LETAGROP,<sup>38</sup> minimizando la función  $Z_c(pH)$ . Al igual que en los casos anteriores fueron determinadas las constantes de acidez de este sistema en términos de  $\log \beta_{pqr}$  y  $pK_a$ .

El primer valor de  $pK_a$  de 0,90; corresponde a la desprotonación del grupo carboxílico, mientras que el segundo  $pK_a$  es 5,17, correspondiente a la desprotonación del grupo piridínico.

**Tabla 25.** Valores de  $\log \beta_{pqr}$  y  $pK_a$  para el sistema H<sup>+</sup>-ácido picolínico (HC), en NaCl 1,0 M a 25°C.

Reacción	$\log \beta_{pqr}$	$pK_a$
$HC + H^+ \rightleftharpoons H_2C^+$	0,90(3)	0,90(3)
$HC \rightleftharpoons C^- + H^+$	-5,17(1)	5,17(1)
Dispersión $\sigma(Z_c)$	0,009	0,009

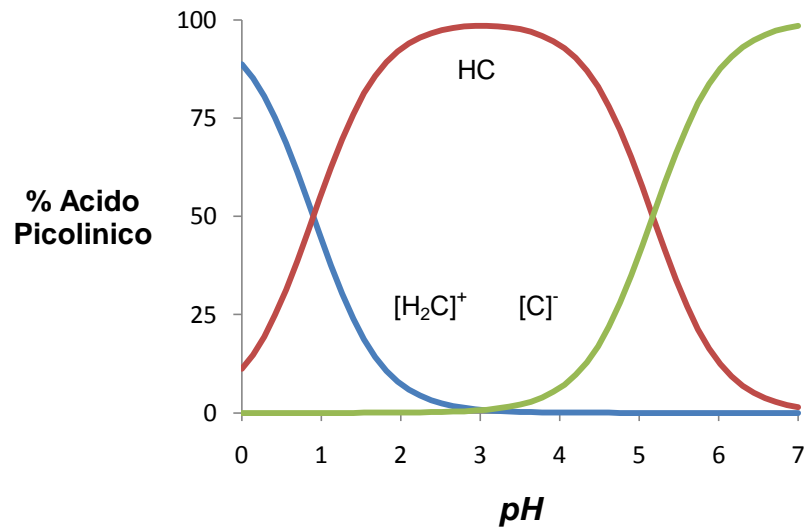
La **figura 16**, muestra los datos de  $Z_c(pH)$ , donde  $Z_c$  representa el número medio de protones disociados por mol de ligando. Los puntos representan los datos experimentales y la curva de trazo continuo el modelo de especies, dado en la **tabla 25**. Se observa un excelente ajuste de los datos con el modelo propuesto, acorde con el valor de  $\sigma(Z_c)$  obtenido.



**Figura 16.** Datos de  $Z_c(\text{pH})$  del sistema  $\text{H}^+$ -ácido picolínico (HC), en NaCl 1,0 M a 25°C.

De la gráfica anterior se deduce, que en el intervalo  $1,5 \leq \text{pH} \leq 3,5$  prevalece la especie HC y en el intervalo  $4 \leq \text{pH} \leq 6$  los valores de  $Z_c$  tiende a 1 debido a la pérdida de un protón por parte de la especie HC y así formar la especie iónica  $\text{C}^-$ .

Empleando los valores de la **tabla 25**, fueron construidos los correspondientes diagramas de distribución de especies, **figura 17**.



**Figura 17.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -ácido picolínico (HC), en NaCl 1,0 M a  $25^{\circ}C$ .

Se observa que la especie predominante en la zona más ácida es  $[H_2C]^+$ , la cual pierde un protón para formar la especie HC en el intervalo  $1 \leq pH \leq 5,3$ . La especie  $C^-$  predomina aproximadamente a  $pH \geq 5,3$ .

A modo comparativo, la **tabla 26**, reúne los valores de  $pK_a$  reportados en la literatura con los obtenidos en este trabajo.

**Tabla 26.** Comparación de valores de  $pK_a$  reportados en la bibliografía para el sistema  $H^+$ -ácido picolínico (NaCl 1,0 M a 25 °C) y los obtenidos en este trabajo.

Medio iónico	Concentración (M)	Temperatura (°C)	$pK_{a1}$	$pK_{a2}$	Referencia
NaCl	1,0	25	2,29(2)	4,41(2)	11
NaCl	0,15	37	1,210*	5,124*	14
NaCl	1,0	25	1,57(5)	5,07(3)	15
NaCl	1,0	25	0,90(3)	5,17(1)	<b>Este trabajo</b>

Nota: \* errores no reportados

Se observan diferencias importantes entre los valores de  $pK_a$  reportados, atribuido quizás a los pocos datos obtenidos en la zona ácida.

### 5.3 Sistemas $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina, $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\beta$ -alanina, $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-glicina y $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-prolina

En general para todos los sistemas, los datos fueron analizados empleando el programa LETAGROP,<sup>38</sup> minimizando la función  $Z_B$  (donde  $Z_B$  es el número medio de moles de protones disociados por mol de metal). Se empleó varias relaciones metal: ácido-picolínico (HC): ligando (HL),  $R$ .

### 5.3.1 Sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico (HC)- $\alpha$ -alanina (HL)

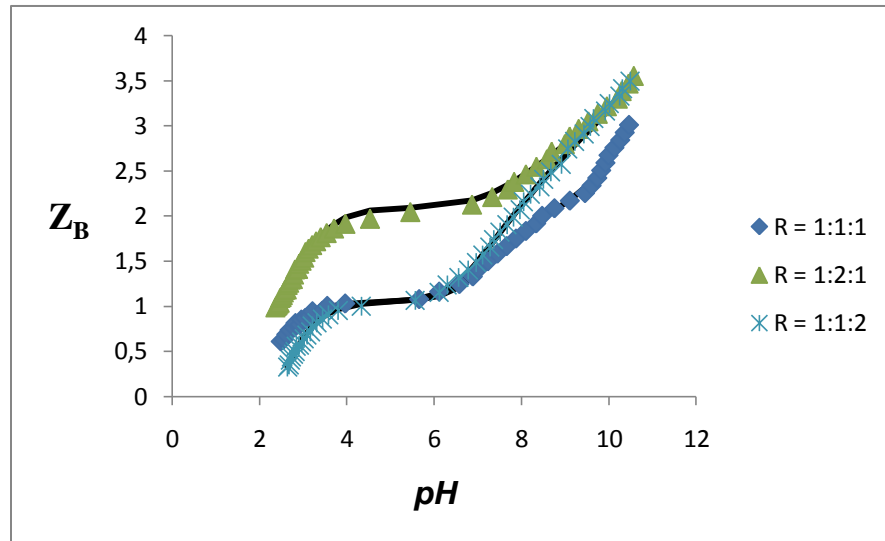
En la **tabla 27** se presentan las constantes de formación en términos del  $\log \beta_{pqrs}$  obtenidas para el sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico (HC)- $\alpha$ -alanina (HL), minimizando la función  $Z_B$ . El modelo que mejor ajusto a los datos experimentales fue el de los complejos, [HNi(C)L]<sup>-</sup>, Ni(C)L, [Ni(C)L(OH)]<sup>-</sup>, [Ni(C)L(OH)<sub>2</sub>]<sup>2-</sup>, [Ni(C)<sub>2</sub>L]<sup>-</sup> y [Ni(C)L<sub>2</sub>]<sup>-</sup>

**Tabla 27.** Constantes de formación,  $\log \beta_{pqrs}$  para el sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\alpha$ -alanina(HL).

Reacción	$\log \beta_{pqrs}$
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [HNi(C)L]^{-} + H^{+}$	4,51(5)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons Ni(C)L + 2H^{+}$	-2,46(6)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L(OH)]^{-} + 3H^{+}$	-12,49(6)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)L(OH)_2]^{2-} + 4H^{+}$	-23,7(1)
$Ni^{2+} + 2HC + HL \rightleftharpoons [Ni(C)_2L]^{-} + 3H^{+}$	-5,4 max - 4,0
$Ni^{2+} + HC + 2HL \rightleftharpoons [Ni(C)L_2]^{-} + 3H^{+}$	-8,42(5)
Dispersión $\sigma(Z_B)$	0,030

Se obtuvo una baja dispersión  $\sigma(Z_B)$ , lo que indica un buen ajuste de los datos experimentales con el modelo de especies propuesto.

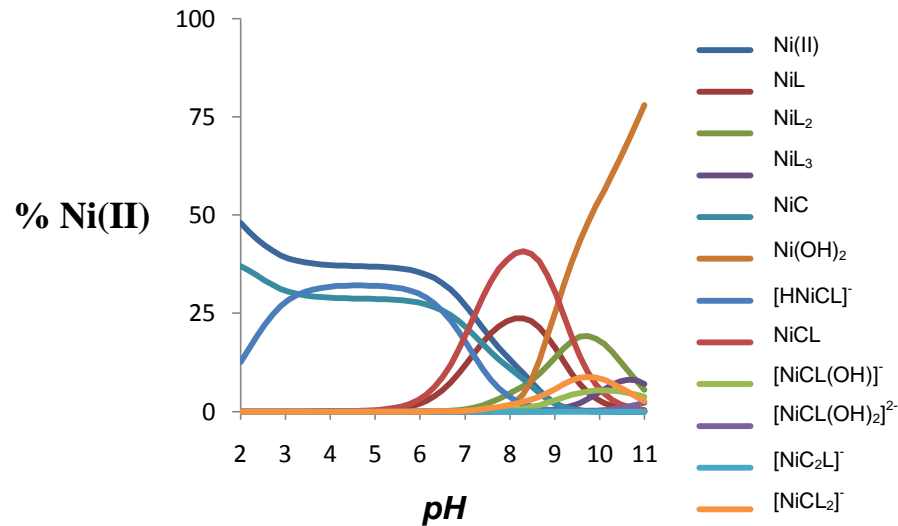
La **figura 18** muestra los datos de  $Z_B$  para las diferentes relaciones metal: ácido picolínico: ligando  $R$ .



**Figura 18.** Datos de  $Z_B$  en función del  $pH$  para las diferentes relaciones metal: ácido picolínico: ligando  $R$ , para el sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\alpha$ -alanina(HL).

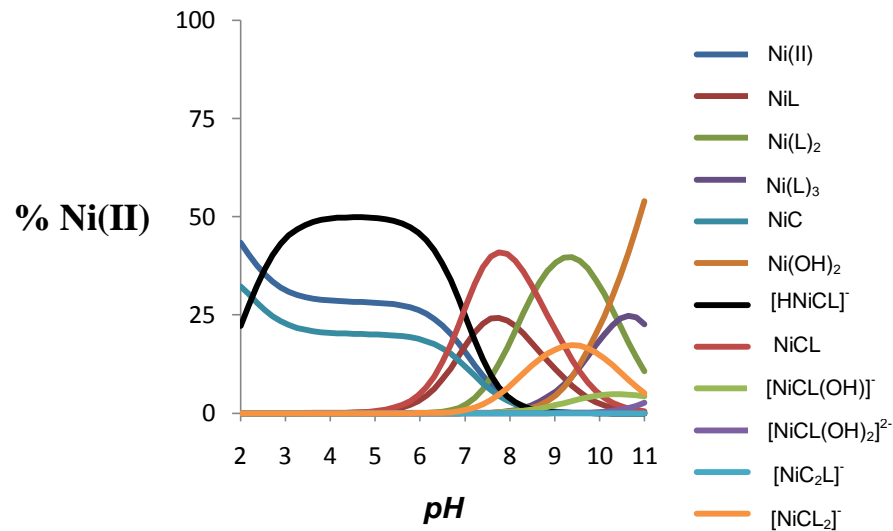
Las curvas de trazo continuo mostradas en la **figura 18**, fueron calculadas empleando el modelo dado en la **tabla 27**, los puntos representan los datos experimentales, se puede observar un buen ajuste. Las curvas se separan en el intervalo  $2 \leq pH \leq 8$  y se observan pocos protones disociados por mol de metal.

Con los valores obtenidos en la **tabla 27** fueron construidos los diagramas de distribución de especies de este sistema para cada relación empleada, **figuras 19, 20 y 21**.



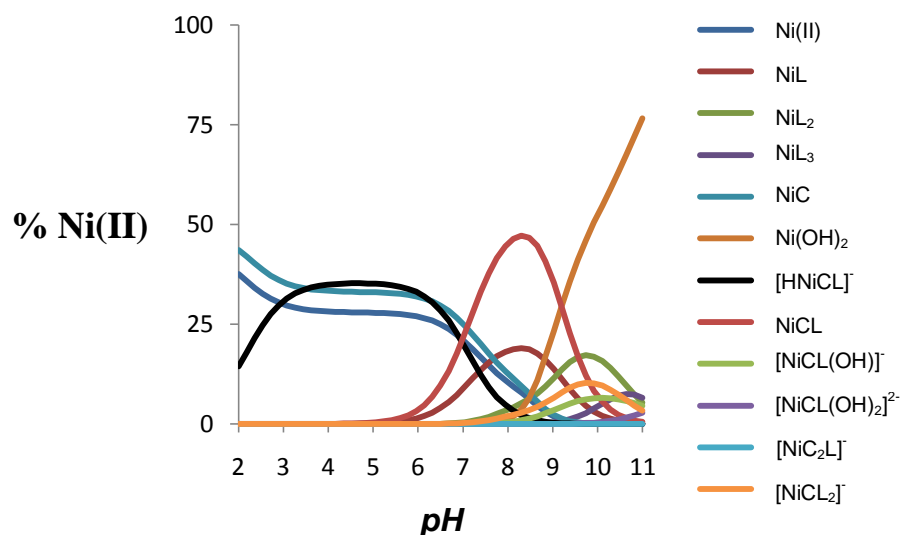
**Figura 19.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HP)- $\alpha$ -alanina(HL). (NaCl 1,0 M a 25°C) B = 2mM, R = 1:1:1.

En la **figura 19** se observa que en el intervalo  $2 \leq pH \leq 6$  predominan el níquel libre, el complejo NiC y la especie ternaria  $[HNiCL]^-$ , mientras que en el intervalo  $7 \leq pH \leq 9$  se encuentran en mayor proporción la especie ternaria neutra NiCL y en menor proporción NiL; en el intervalo  $9 \leq pH \leq 11$  el más abundante es la especie  $Ni(OH)_2$  y en menor proporción se encuentran las especies  $NiL_2$  seguido de  $[NiCL_2]^-$ , las demás especies son minoritarias en esta relación.



**Figura 20.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\alpha$ -alanina(HL) ( $NaCl$  1,0 M a  $25^\circ C$ )  $B = 2mM$ ,  $R = 1:1:2$ .

La **figura 20**, muestra la distribución de las especies del sistema del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\alpha$ -alanina(HL), para  $R = 1:1:2$ , se observa que la especie más abundante es el complejo ternario  $[HNiCL]^-$ , también están presentes el níquel libre Ni(II) y NiC, en la zona alcalina en el intervalo  $7 \leq pH \leq 9$  la especie mayoritaria es la especie neutra NiCL, en el intervalo  $9 \leq pH \leq 11$  es el complejo  $[NiCL_2]^-$  el más abundante.



**Figura 21.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\alpha$ -alanina(HL), (NaCl1,0 M a 25°C) B = 2mM,  $R = 1:2:1$ .

En la **figura 21** para  $R= 1:2:1$ , la especie predominante sigue siendo  $[HNiCL]^-$ , y un similar comportamiento lo presentan el resto de los complejos para  $R = 1:1:1$  y  $1:1:2$ .

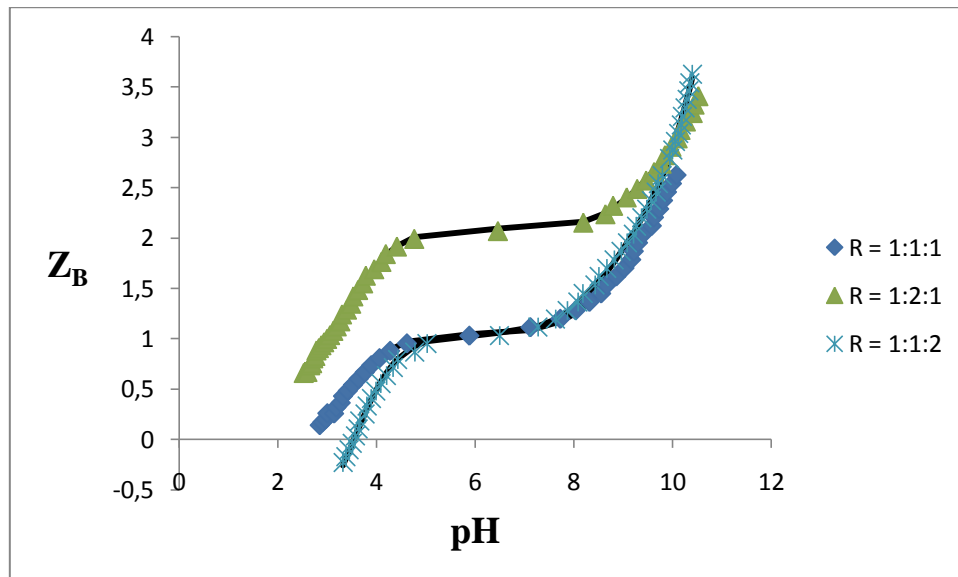
### 5.3.2. Sistema $H^+$ -Ni(II)- ácido picolínico (HC)- $\beta$ - alanina (HL)

Similarmente al caso anterior, los datos fueron analizados empleando el programa LETAGROP,<sup>38</sup> minimizando la función  $Z_B$ . En la **tabla 28** se muestran los resultados obtenidos para este sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\beta$ -alanina(HL). El modelo que mejor ajustó a los datos experimentales fue el de los complejos,  $[HNi(C)L]^-$ ,  $Ni(C)L$ ,  $[Ni(C)L(OH)]^-$ ,  $[Ni(C)L(OH)_2]^{2-}$  y  $[Ni(C)_2L]^-$ . En este caso no se obtuvo  $[Ni(C)L_2]^-$ .

**Tabla 28.** Constantes de formación,  $\log \beta_{pqrs}$  para el sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\beta$ -alanina(HL).

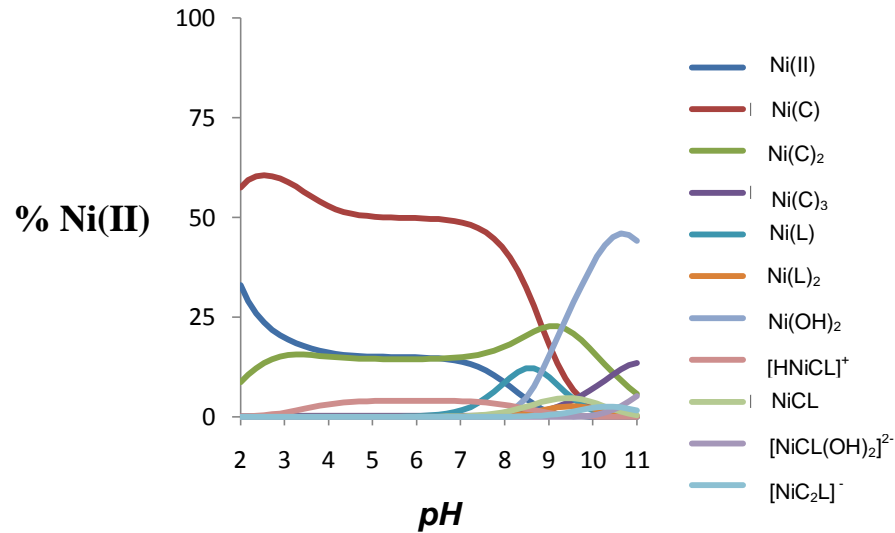
Reacción	$\log \beta_{pqrs}$
$\text{Ni}^{2+} + \text{HC} + \text{HL} \rightleftharpoons [\text{HNi}(\text{C})\text{L}]^+ + \text{H}^+$	4,00(5)
$\text{Ni}^{2+} + \text{HC} + \text{HL} \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{C})\text{L} + 2\text{H}^+$	-4,39(4)
$\text{Ni}^{2+} + \text{HC} + \text{HL} \rightleftharpoons [\text{Ni}(\text{C})\text{L}(\text{OH})_2]^{2-} + 4\text{H}^+$	-25,35(6)
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{HC} + \text{HL} \rightleftharpoons [\text{Ni}(\text{C})_2\text{L}]^- + 3\text{H}^+$	-4,89(8)
Dispersión $\sigma(\text{Z}_B)$	0,027

La **figura 22**, muestra los datos  $Z_B(\text{pH})$ , donde la curva de trazo continuo fue construida empleando el modelo de especies dado en la **tabla 28** y los puntos los datos experimentales, se observa un buen ajuste de los datos con el modelo empleado.



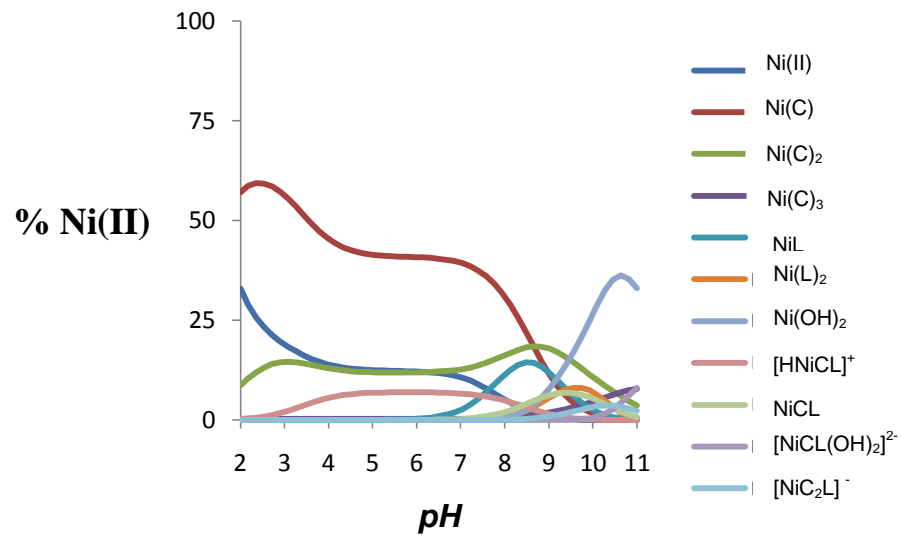
**Figura 22.** Datos de  $Z_B$  en función del  $\text{pH}$  para las diferentes relaciones metal: ácido picolínico: ligando  $R$ , para el sistema  $\text{H}^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\beta$ -alanina(HL).

A partir de los valores obtenidos en la **tabla 28**, fueron construidos los diagramas de distribución de especies de este sistema, **figuras 23, 24 y 25**.



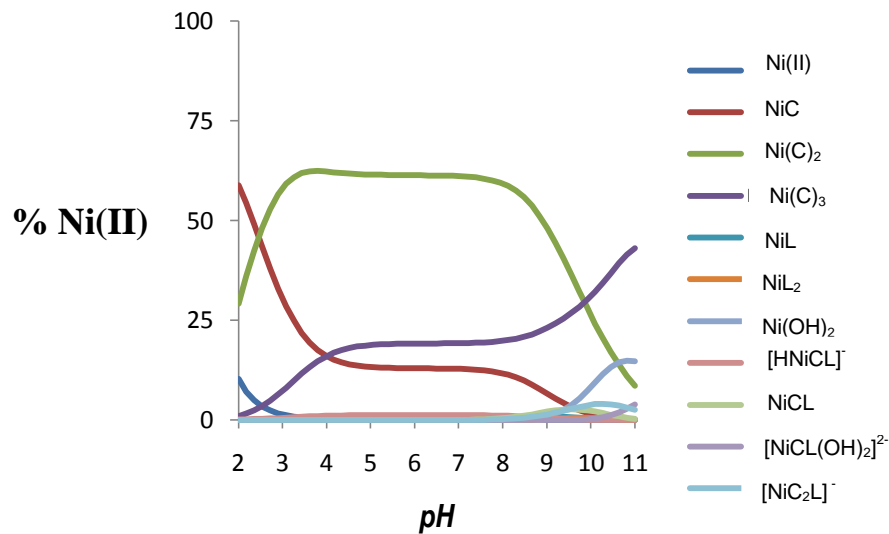
**Figura 23.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\beta$ -alanina(HL), (NaCl 1,0 M a 25°C) B = 2mM, R= 1:1:1

En la **figura 23**, se observa que para esta relación la especie predominante es el complejo Ni-ácido picolínico, NiC, en casi todo el rango de  $pH$  empleado. En el intervalo  $2 \leq pH \leq 7$ , podemos observar la presencia de níquel libre Ni(II) y NiC<sub>2</sub> y en menor proporción observamos la formación de la especie ternaria [HNiCL]<sup>+</sup>. A  $pH$  alcalinos se observa en mayor proporción la especie Ni(OH)<sub>2</sub>, el resto de los complejos son minoritarios.



**Figura 24.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\beta$ -alanina(HL), (NaCl 1,0 M a  $25^\circ C$ ) B = 2mM,  $R= 1:1:2$

En el diagrama de distribución mostrado en la **figura 24**, para  $R= 1:1:2$  se observa un pequeño incremento en la formación de la especie  $[HNiCL]^+$  y de las demás especies en comparación con la **figura 23**.



**Figura 25.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\beta$ -alanina(HL), (NaCl 1,0 M a  $25^\circ C$ ) B = 2mM,  $R= 1:2:1$ .

Finalmente en la **figura 25**, muestra la distribución de las especies para la relación,  $R= 1:2:1$ , es decir donde se aumenta la cantidad de ácido picolínico y se observa que esto favorece la formación de los complejos Ni-ácido picolínico, mientras que los complejos ternarios van en detrimento a lo largo de toda la región de  $pH$ .

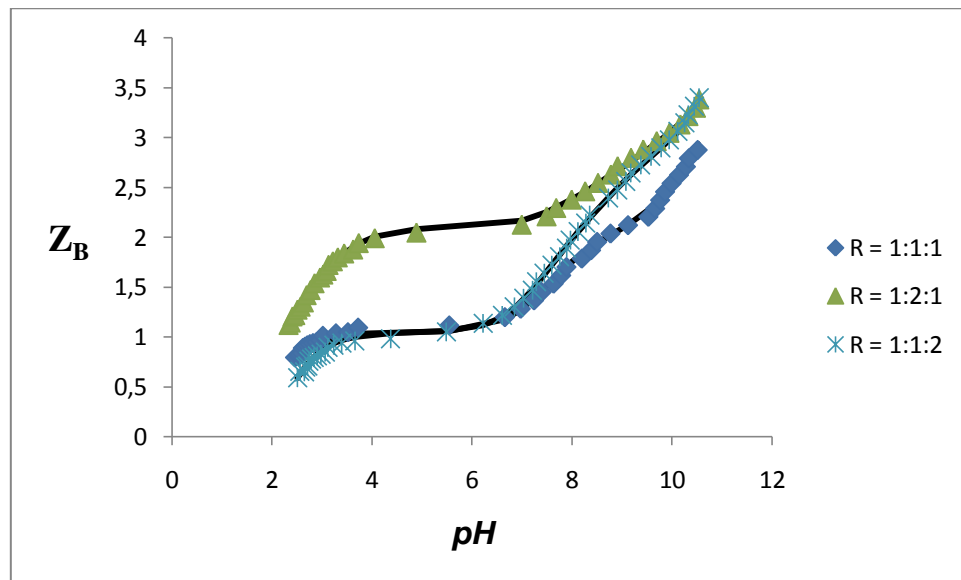
### 5.3.3. Sistema $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-prolina (HL)

Los datos de este sistema fueron analizados similarmente a los casos anteriores, empleando el programa LETAGROP<sup>38</sup>, minimizando la función  $Z_B$ . En la **tabla 29** se reúnen los resultados obtenidos para el sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-prolina (HL). El modelo que mejor ajusto a los datos experimentales fue el de los complejos,  $[HNi(C)L]^-$ ,  $Ni(C)L$ ,  $[Ni(C)L(OH)]^-$ ,  $[Ni(C)L(OH)_2]^{2-}$  y  $[Ni(C)_2L]^-$ , el mismo tipo de especies del caso del sistema  $H^+$ -Ni(II)-HC- $\beta$ -alanina.

**Tabla 29.** Constantes de formación,  $\log \beta_{pqrs}$  para el sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-prolina (HL), obtenidas en NaCl 1,0 M a 25°C.

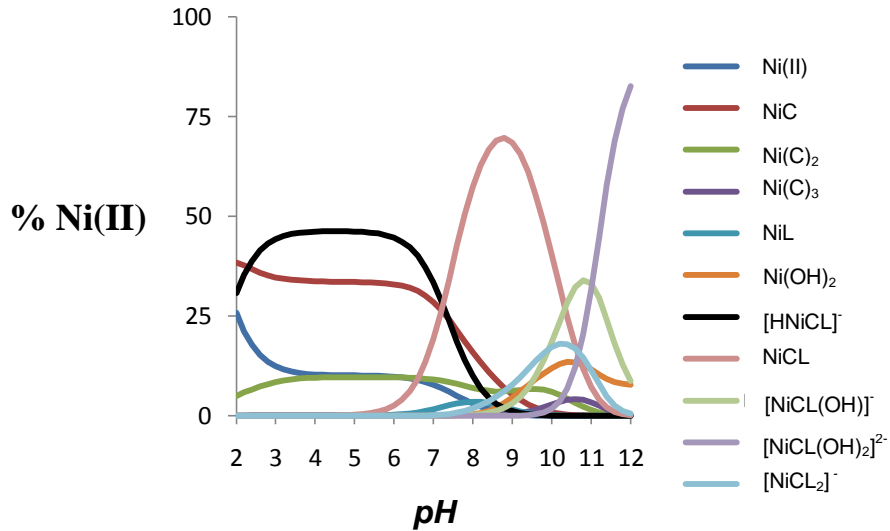
Reacción	$\log \beta_{pqrs}$
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [HNiCl]^- + H^+$	4,51(5)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons NiCl + 2H^+$	-2,46(6)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [NiCl(OH)]^- + 3H^+$	-12,49(6)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [NiCl(OH)_2]^- + 4H^+$	-23,7(1)
$Ni^{2+} + HC + 2HL \rightleftharpoons [NiCl_2]^- + 3H^+$	-8,42(5)
Dispersión $\sigma(Z_B)$	0,030

En la **figura 26** se muestra los resultados de  $Z_B(pH)$  para las diferentes relaciones metal: ácido picolínico: ligando **R**. La curva de trazo continuo mostrada en la **figura 26**. Se observa un buen ajuste de los datos con el modelo propuesto.



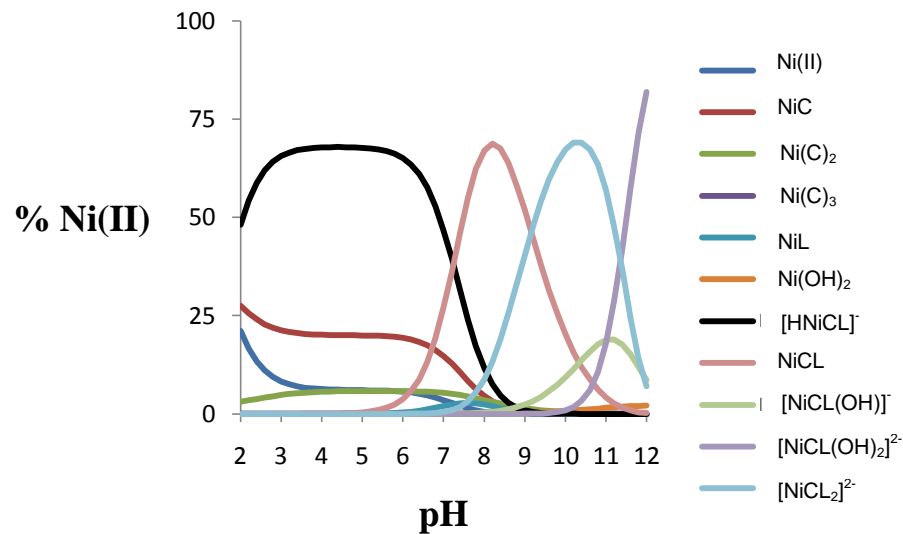
**Figura 26.** Datos de  $Z_B$  en función del  $pH$  para las diferentes relaciones metal: ácido picolínico: ligando **R**, para el sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-prolina (HL).

Con los valores obtenidos en la **tabla 29**, fueron construidos los correspondientes diagramas de distribución de especies para este sistema, **figuras 27, 28 y 29**.



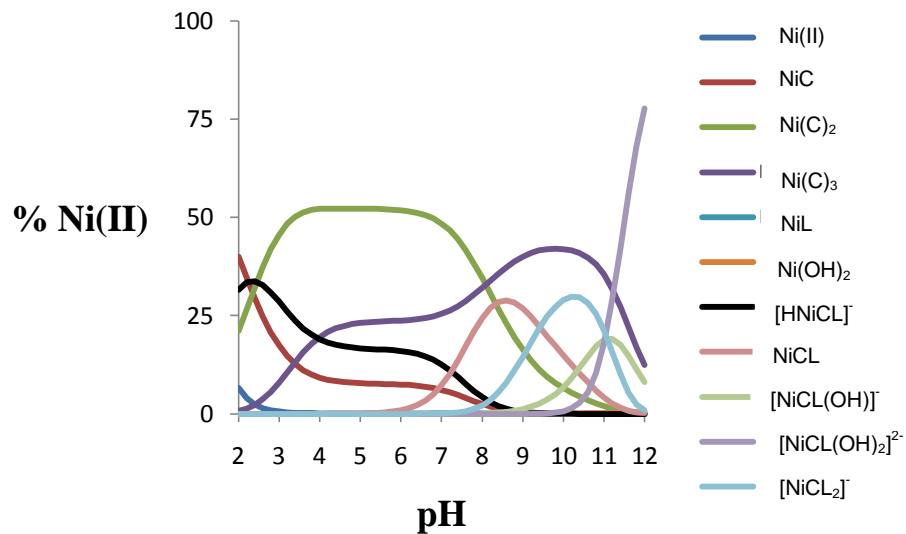
**Figura 27.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-prolina (HL), ( $NaCl$  1,0 M a  $25^\circ C$ )  $B = 2mM$ ,  $R = 1:1:1$ .

En la **figura 27**, se observa que para esta relación la especie predominante es el complejo ternario  $[HNiCL]^+$  es abundante en la zona ácida y se presenta una competencia en esta misma zona con la predominancia del complejo de Ni-ácido picolínico, NiC. La especie neutra NiCL predomina en el intervalo  $6 \leq pH \leq 11$ . Finalmente la hidroxoespecie  $[NiCL(OH)_2]^{2+}$  es la mayoritaria frente al resto de todos los complejos binarios y ternarios, pero a  $pH \geq 11$ .



**Figura 28.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-prolina (HL), ( $NaCl$  1,0 M a  $25^\circ C$ )  $B = 2mM$ ,  $R = 1:1:2$ .

En la **figura 28**, muestra el diagrama de distribución de especies para la relación  $R = 1:1:2$ , en este caso se observa se ha incrementado la proporción del complejo ternario  $[HNiCL]^-$  en la zona ácida, el  $NiCL$  en el intervalo  $6 \leq pH \leq 10$ , el complejo  $[NiCL_2]^{2+}$  en el intervalo  $8 \leq pH \leq 12$  y finalmente la hidroxoespecie  $[NiCL(OH)_2]^{2-}$  a  $pH > 11$ . La especie  $NiC$ , sigue teniendo una proporción considerable en comparación con el resto de los complejos binarios, que compiten en este sistema.



**Figura 29.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-prolina (HL), ( $NaCl$  1,0 M a  $25^\circ C$ )  $B = 2mM$ ,  $R = 1:2:1$ .

En la **figura 29**, se observa que las especies más abundantes son los complejos binarios,  $NiC_2$  y  $NiC_3$ . El complejo  $[HNiCL]^-$  está en menor proporción al igual que especie neutra  $NiCL$  y el complejo  $[NiCL_2]^-$ . Finalmente la hidroxoespecie  $[NiCL(OH)_2]^{2-}$  predomina marcadamente en la región muy alcalina, independientemente de la relación  $R$  empleada.

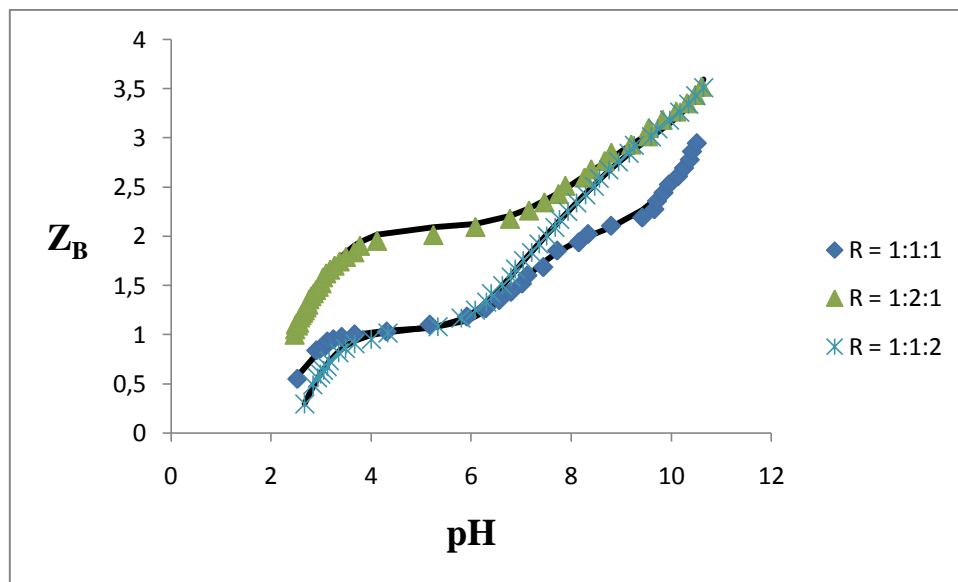
#### 5.3.4 Sistema $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico (HC)- glicina (HL)

En la **tabla 30** se muestran las constantes de formación en términos de  $\log \beta_{pqrs}$  obtenidas para el sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico (HC)- glicina (HL) minimizando la función  $Z_B$ . El modelo que mejor ajusto a los datos experimentales fue el de los complejos,  $[HNi(C)L]^-$ ,  $Ni(C)L$ ,  $[Ni(C)L(OH)]^-$ ,  $[Ni(C)L(OH)_2]^{2-}$  y  $[Ni(C)_2L]^-$ , similar al caso anterior.

**Tabla 30.** Constantes de formación,  $\log \beta_{pqrs}$  para el sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-glicina (HL), obtenidas en NaCl 1,0 M a 25°C.

Reacción	$\log \beta_{pqrs}$
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [HNiCL]^- + H^+$	4,31(5)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons NiCL + 2H^+$	-2,23(3)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [NiCL(OH)]^- + 3H^+$	-12,49(8)
$Ni^{2+} + HC + HL \rightleftharpoons [NiCL(OH)_2]^{2-} + 4H^+$	-23,6(1)
$Ni^{2+} + HC + 2HL \rightleftharpoons [NiCL_2]^- + 3H^+$	-7,88(5)
Dispersión $\sigma(Z_B)$	0,030

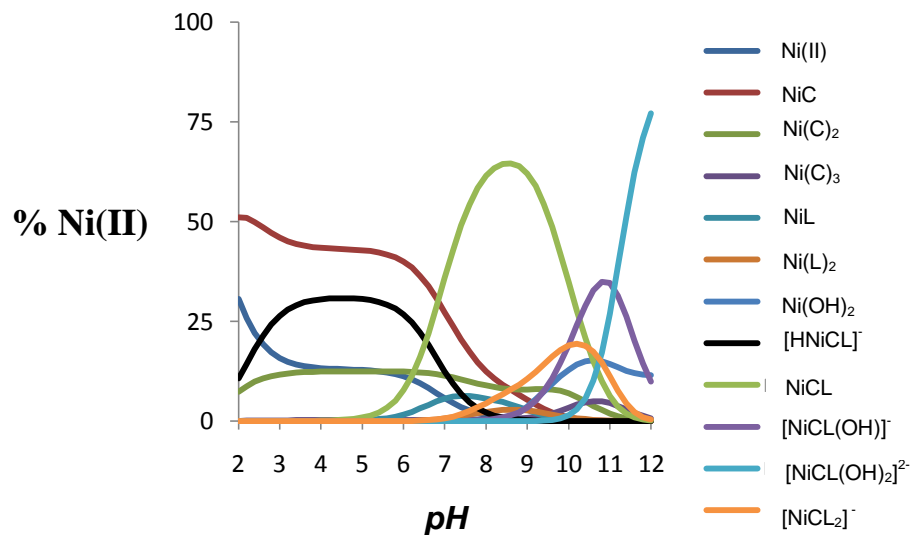
En las **figura 30**, se muestran los datos  $Z_B(pH)$  de este sistema, los puntos representan los datos experimentales y la curva de trazo continuo el modelo de especies propuesto dado en la **tabla 30**, se observa un excelente ajuste entre ambos.



**Figura 30.** Datos de  $Z_B$  en función del pH para las diferentes relaciones metal: ácido picolínico: ligando  $R$ , para el sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-glicina (HL).

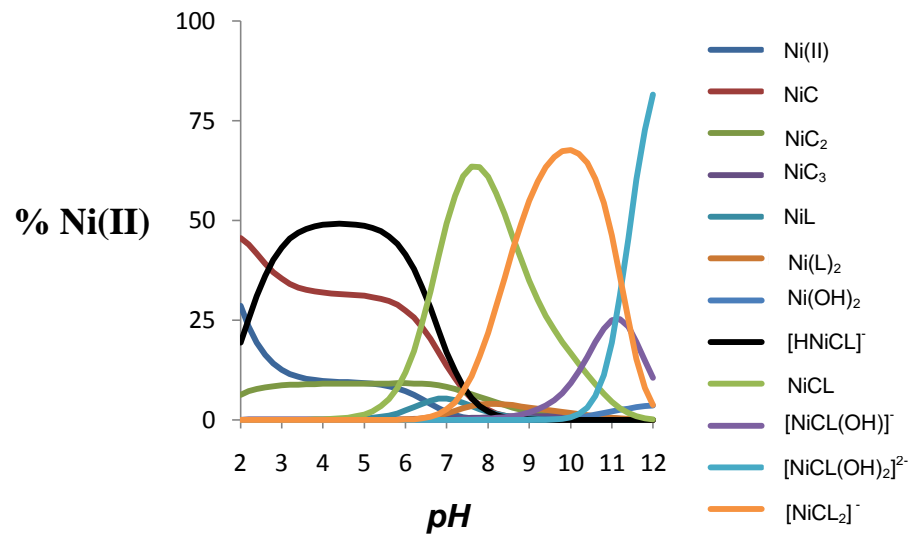
El comportamiento de las curvas  $Z_B(pH)$  es idéntico al del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-prolina (HL).

A partir de los valores de las constantes dadas en la **tabla 30**, se construyeron los correspondientes diagramas de distribución de especies para cada una de las relaciones empleadas, **figuras 31, 32 y 33**.



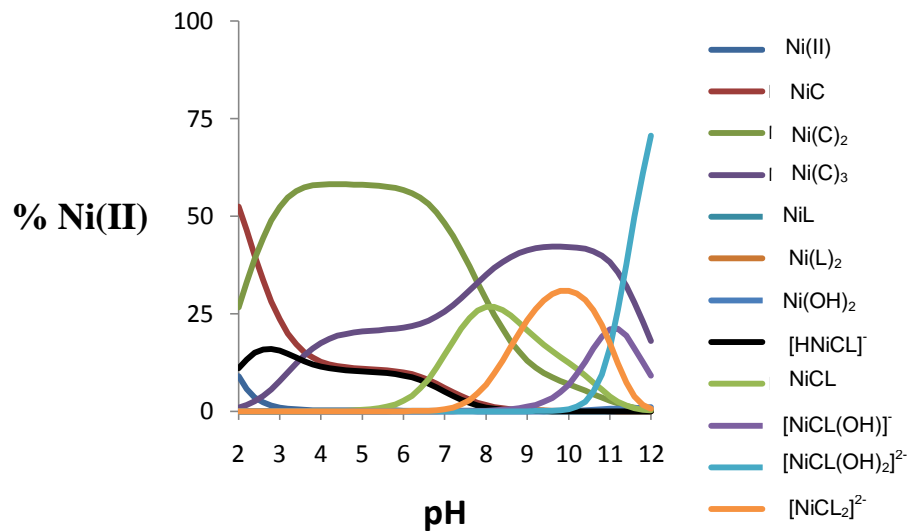
**Figura 31.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- glicina (HL), ( $NaCl$  1,0 M a  $25^\circ C$ )  $B = 2mM$ ,  $R = 1:1:1$ .

En la anterior se observa que para esta relación las especies predominantes son los complejos NiC, NiC<sub>2</sub>. El complejo ternario [HNiCL]<sup>+</sup> no es muy abundante y el NiCL está en menor proporción. A  $pH \geq 9$  la hidroxoespecie [NiCL(OH)]<sup>-</sup> y el complejo [NiCL<sub>2</sub>]<sup>-</sup> están presentes alrededor de un 25%. Finalmente al igual que el caso anterior el complejo [NiCL(OH)<sub>2</sub>]<sup>2+</sup> es la mayoritaria.



**Figura 32.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- glicina (HL), (NaCl1,0 M a  $25^\circ C$ )  $B = 2mM$ ,  $R= 1:1:2$ .

En la **figura 32**, muestra el diagrama de distribución de especies para la relación  $R= 1:1:2$ , en este caso se observa que se ha incrementado la proporción del complejo ácido ternario  $[HNiCL]^-$  en la zona ácida, el NiCL en el intervalo  $6 \leq pH \leq 11$ , el complejo  $[NiCL_2]^{2+}$  es muy abundante en el intervalo  $8 \leq pH \leq 12$  y menos de un 25% el complejo  $[NiCL(OH)]^-$ . Finalmente la hidroxoespecie  $[NiCL(OH)_2]^{2-}$  a  $pH > 11$  es la mayoritaria.



**Figura 33.** Diagrama de distribución de especies del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- glicina (HL), ( $NaCl$  1,0 M a  $25^\circ C$ )  $B = 2mM$ ,  $R = 1:2:1$ .

En la **figura 33**, se observa, que las especies más abundantes son los complejos binarios,  $NiC_2$  y  $NiC_3$ . El complejo  $[HNiCL]^-$  está en menor proporción al igual que especie neutra  $NiCL$  y el complejo  $[NiCL_2]^{2-}$ . Finalmente la hidroxoespecie  $[NiCL(OH)_2]^{2-}$  predomina marcadamente en la región muy alcalina, independientemente de la relación  $R$  empleada, comportamiento similar al del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)-prolina (HL).

A modo comparativo, **la tabla 31** reúne los complejos ternarios de todos los sistemas estudiados en este trabajo.

**Tabla 31.** Constantes de formación de los complejos ternarios obtenidos en este trabajo mediante el estudio de los diferentes sistemas.

Especie	log $\beta_{pqrs}$			
	H <sup>+</sup> - Ni(II)- ácido picolínico- $\alpha$ -alanina	H <sup>+</sup> - Ni(II)- ácido picolínico- $\beta$ -alanina	H <sup>+</sup> - Ni(II)- ácido picolínico-prolina	H <sup>+</sup> - Ni(II)- ácido picolínico-glicina
[HNiCL] <sup>-</sup>	4,51(5)	4,00(5)	4,51(5)	4,31(5)
NiCL	2,46(6)	4,39(4)	2,46(6)	2,23(3)
[NiCL(OH)] <sup>-</sup>	12,49(6)	-	12,49(6)	12,49(8)
[NiCL(OH) <sub>2</sub> ] <sup>2-</sup>	23,7(1)	25,35(6)	23,7(1)	23,6(1)
[NiC <sub>2</sub> L] <sup>-</sup>	5,4 max 4,0	4,89(8)	-	-
[NiCL <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>	8,42(5)	-	8,42(5)	7,88(5)
Dispersión $\sigma(Z_B)$	0,030	0,027	0,030	0,030

De la **tabla 31** se deduce una semejanza de la especiación y sus correspondientes constantes de formación entre todos los sistemas. Para el caso de la  $\beta$ -alanina solo se encontraron cuatro especies. El orden de los valores de las constantes de formación encontradas para todos los sistemas son muy similares, llama la atención que la constante del hidroxocomplejo [NiCL(OH)]<sup>-</sup> es igual en todos los casos.

## 6. CONCLUSIONES

1. Fueron obtenidos los valores de  $pK_a$  del ácido picolínico y los aminoácidos  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina, prolina y glicina, mediante medidas de fuerza electromotriz empleando como medio iónico NaCl 1,0 M a 25 °C obteniéndose los siguientes resultados:  $\alpha$ - alanina:  $pK_{a1} = 2,52$  (2) y  $pK_{a2} = 9,77$  (2);  $\beta$ - alanina:  $pK_{a1} = 3,66$  (1) y  $pK_{a2} = 10,10$  (1); prolina;  $pK_{a1} = 2,09$  (1) y  $pK_{a2} = 10,49$  (1); glicina:  $pK_{a1} = 2,65$  (3) y  $pK_{a2} = 9,60$  (2); ácido picolínico:  $pK_{a1} = 0,90$  (3) y  $pK_{a2} = 5,17$  (2).
2. El sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\alpha$ -alanina (HL) fue estudiado empleando medidas de fuerza electromotriz  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M a 25 °C, donde el modelo que mejor se ajustó a los datos fue:  $[NiCHL]^-$  ( $\log \beta_{pqr} = 4,51(5)$ );  $NiCHL$  ( $\log \beta_{pqr} = 2,46(6)$ );  $[NiCL(OH)]^-$  ( $\log \beta_{pqr} = 12,49(6)$ );  $[NiCL(OH)_2]^{2-}$  ( $\log \beta_{pqr} = 23,7(1)$ );  $[NiC_2L]^-$  ( $\log \beta_{pqr} = 5,4 \text{ max } 4,0$ );  $[NiCL_2]^-$  ( $\log \beta_{pqr} = 8,42(5)$ ).
3. El sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico(HC)- $\beta$ -alanina (HL) se estudió mediante medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M a 25 °C, encontrándose que el modelo de especies que mejor se ajustó a los datos experimentales fue:  $[NiCHL]^-$  ( $\log \beta_{pqr} = 4,00(5)$ );  $NiCHL$  ( $\log \beta_{pqr} = 4,39(4)$ );  $[NiCL(OH)_2]^{2-}$  ( $\log \beta_{pqr} = 25,35(6)$ );  $[NiC_2L]^-$  ( $\log \beta_{pqr} = 4,89$  (8)).
4. Se realizó el estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico (HC)-prolina (HL), utilizando medidas de  $emf(H)$  en NaCl 1,0 M a 25 °C, hallándose que el modelo de especies que mejor se ajustó a los datos experimentales fue:  $[NiCHL]^-$  ( $\log$

$\beta_{\text{pqrs}} = 4,51(5)$ ;  $\text{NiCHL}$  ( $\log \beta_{\text{pqrs}} = 2,46(6)$ );  $[\text{NiCL}(\text{OH})]^-$  ( $\log \beta_{\text{pqrs}} = 12,49(6)$ );  
 $[\text{NiCL}(\text{OH})_2]^{2-}$  ( $\log \beta_{\text{pqrs}} = 23,7(1)$ );  $[\text{NiCL}_2]^-$  ( $\log \beta_{\text{pqrs}} = 8,42(5)$ ).

5. Utilizando medidas de  $emf(\text{H})$  fue realizado el estudio del sistema  $\text{H}^+$ -Ni(II)-ácido picolínico (HC)-glicina (HL) en NaCl 1,0 M a 25 °C, obteniéndose que el modelo que mejor se ajustó a los datos experimentales comprende los siguientes complejos:  $[\text{HNiCL}]^+$  ( $\log \beta_{\text{pqrs}} = 4,31(5)$ );  $\text{NiCL}$  ( $\log \beta_{\text{pqrs}} = 2,23(3)$ );  $[\text{NiCL}(\text{OH})]^-$  ( $\log \beta_{\text{pqrs}} = 12,49(8)$ );  $[\text{NiCL}(\text{OH})_2]^{2-}$  ( $\log \beta_{\text{pqrs}} = 23,6(1)$ );  $[\text{NiCL}_2]^-$  ( $\log \beta_{\text{pqrs}} = 7,88(5)$ ).

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1]. Mary E. Weeks, *Historia de los Elementos Químicos*, Imprenta Clarasó, Villarroel, 17, Barcelona (1949).
- [2]. John Emsley, Nature's Building Blocks.  
<http://www.lenntech.com/espanol/tabla-peiodica/Ni.htm>. (Nov. 2008).
- [3]. F. Cotton y G. Wilkinson, *Química Inorgánica Avanzada*. 5° Ed., Limusa, México (1988).
- [4]. N.V. Sidgwick, *Los elementos químicos y sus compuestos*. 1° Ed., Editorial Aguilar, S.A., Madrid (1956).
- [5]. J. Peñuela. Estudios de la hidrólisis y la formación de complejos de níquel (II) con los ácidos oxálicos y malónico en solución acuosa (NaCl 1,0 M, 25°C). TEG. Facultad de ciencias. UCV (2009).
- [6]. Bolzan J.A. , *An. Asoc. Quim. Argent.* 52, 183 (1964)
- [7]. Perrin D.D, *J. Chem. Soc.*, 3644 (1964).
- [8]. Burkov K.A, *Acta Chem.Scand*, 19,14 (1965)
- [9]. Ohtaki H., Biederman G., *Bull. Chem. Soc .Japan*, 44,1822,(1971).
- [10]. Gayer y Garret, *J. Am., Chem. Soc*, 71, 2973 (1949).

- [11]. Luis Veliz, *Estudio de la formación de complejos de níquel (II) con los ácidos picolínico y dipicolínico en disolución acuosa (NaCl 1,0 M, 25 °C)*. TEG, Fac. de Ciencias, UCV (2010).
- [12]. Kolski G.B, N.K. Kildahl, D.W. Margerum, *Inorg. Chem.*, 8, 1211 (1969).
- [13]. Kawai T., Otsuka H., Ohtaki H., *Bull. Chem. Soc. Japan*, 46, 3753 (1973)
- [14]. E. Rizkalla, M. Antonius, S. Anis, *Inorg. Chim. Acta*, 96, 171 (1985).
- [15]. Wade, L.G. Química Orgánica. Quinta edición. Pearson, Prentice Hall, España (2004).
- [16]. Lehninger. Bioquímica, Ediciones Omega S.A, 7° ed., Barcelona, España (1983).
- [17]. M. Araujo, *Contribución al estudio de complejos de vanadio y aminoácidos en solución acuosa*, Trabajo de Ascenso a la categoría de Profesor Titular, UCV, (2007).
- [18]. H. Horton, L. Moran, R. Ochs, J. Rawn y K. Scrimgeour, *Bioquímica*. Prentice-Hall Hispanoamericana, México (1995).
- [19]. R. Hernández. *Estudios de la hidrólisis y la formación de complejos de Níquel (II) con los aminoácidos glicina, prolina,  $\alpha$ -alanina y  $\beta$ -alanina mediante medidas de fuerzas electromotrices en NaCl 1,0 M, 25 °C*. TEG. Facultad de Ciencias. UCV. (2010).
- [20]. R. Rodríguez, *Estudios de formación de complejos ternarios de níquel (II) con el ácido dipicolínico y los aminoácidos:  $\alpha$ -alanina y  $\beta$ -alanina, prolina y glicina mediante medidas de emf(H) en NaCl 1,0 M a 25°C*. TEG, Facultad de Ciencias. UCV. (2011)

- [21]. E. Bottari, *Ann. Chim (Rome)*, 66,193 (1976)
- [22]. R. Hunston, I. Gerothanassis et al; *J.Am.Chem.Soc.*, 107,2654 (1985).
- [23]. T. Kiss, I. Sovago y I. Toth, *J. Chem. Soc, Dalton Trans.*,1967 (1997).
- [24]. J. Velázquez. *Estudio de los Complejos de Vanadio de Valencia Mixta (IV, V) y Glicina (KCl 3.0 M, 25 °C)*, TEG. Facultad de Ciencias. UCV. (2010)
- [25]. A. Braibanti, F. Dallavalle; *Talanta*, 29, 725 (1982).
- [26]. A. Zuberbuhler, T. Kaden; *Talanta*, 29, 201 (1982).
- [27]. A. Briatini, B. Ostacoli, P. Pettit; *Pure & Appl.Chem.*, 59, 1721 (1987).
- [28]. D Perrin, *J. Chem. Soc.*, 3120; 3125 (1958).
- [29]. A. Cole, C. Furnival, Z-X. Huang, D. Jones, *Inorg. Chem. Acta*, 108, 165 (1985).
- [30]. E. Bottari et al, *Ann.Chim. (Rome)*, 68,813 (1978).
- [31]. A. Izquierdo, J. Beltran, *Anal. Chim. Acta*, 181, 93 (1986).
- [32]. G. Biedermann y L. G. Sillén, *Arkiv Kemi*, 5,425 (1953).
- [33]. G.H. Jeffery, J. Bassett, J. Mendham, R.C. Denney. *Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis*. Quinta edición. Longman Scientific & Technical. Reino Unido (1989)

- [34]. A. Serio, *Disociación de los vanadatos en medio alcalino por medio de medidas de emf(H)*, TEG, Facultad de Ciencias, UCV (1986).
- [35]. F. Rossotti y H. Rossoti, *The Determination of Stability Constants*, Mac Graw Hill, Londres (1961).
- [36]. Y. Hernández, *Estudio de los complejos de vanadio(III) y acetilacetona por medio de medidas emf(H) y UV-VIS / EMF(H) en KCl 3.0 M y a 25 °C*. TEG. Facultad de Ciencias. UCV. (2007).
- [37]. L.G. Sillén. *Master Variables and Activity Scales*, en *Advances in Inorganic Chemistry Series*, 65 (3), 45 (1967).
- [38]. L.G. Sillén, O. Warquist: *Arkiv. Kemi*, 31, 315 (1962).
- [39]. D. Richens y C. Chem. The Chemistry of Aqua ions, John Willey Vs Sons, Toronto. p.235. (1976).
- [40]. N. Ingrid y F Brito; *Acta Chem. Scand*, 13, 197 (1959).
- [41]. G. Biederman, L.G. Sillen, *Arkiv. Kemi*. 5, p. 425 (1952)
- [42]. L. G. Sillen; Master Variables and Activity Scales, *Advances in Chemistry Series*, 65(3), 45, (1967).

## 8. APENDICE

Estudio del sistema  $H^+$ - ácido picolínico. Experimento 1.

## Calibración

$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)	$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)
0,0	327,3	10,0	265,6
2,0	298,6	12,0	250,7
4,0	291,6	14,0	218,8
6,0	284,5	14,5	199,2
8,0	276,1	$E_0$ preliminar	364,49

**Tabla 32.** Datos experimentales para el estudio del sistema  $H^+$ - ácido picolínico. Experimento 1.

V (ml)	E (mV)	pH	Htot	Z	Z*
0,0	270	-	23,4509	-0,15	-0,1493
1,0	267,2	-	20,7355	-0,1247	-0,1347
2,0	263,6	1,7676	18,1368	-0,1576	-0,1179
3,0	260,5	1,8236	15,6476	-0,0968	-0,105
4,0	256,6	1,8935	13,2611	-0,0746	-0,0907
5,0	251,9	1,9769	10,971	-0,0671	-0,0759
5,5	249,3	2,0227	9,8603	-0,0591	-0,0687
6,0	246,3	2,0753	8,7715	-0,0588	-0,0611
6,5	243,3	2,1277	7,7042	-0,0412	-0,0544
7,0	239,6	2,1921	6,6575	-0,0383	-0,047
7,5	235,1	2,2700	5,631	-0,0435	-0,0392

7,7	233,3	2,3011	5,2259	-0,0379	-0,0364
7,9	231,4	2,334	4,8239	-0,0319	-0,0337
8,1	228,8	2,3788	4,425	-0,0412	-0,0302
8,3	226,5	2,4183	4,029	-0,0359	-0,0273
8,5	224,1	2,4595	3,6361	-0,0279	-0,0246
8,7	221,1	2,5108	3,2461	-0,0276	-0,0215
8,9	217,7	2,5690	2,859	-0,0276	-0,0183
9,1	214,2	2,6288	2,4749	-0,0213	-0,0153
9,3	209,9	2,7021	2,0936	-0,0186	-0,012
9,5	205,9	2,7702	1,7151	-0,0031	-0,0092
9,7	198,1	2,9029	1,3394	-0,0154	-0,0044
9,8	194,0	2,9725	1,1525	-0,0151	-0,002
9,9	191,8	3,0098	0,9664	0,0019	-0,0008
10,0	183,3	3,1540	0,781	-0,0139	0,004
10,1	175,7	3,2828	0,5962	-0,0131	0,0087
10,2	171,5	3,3539	0,4121	0,0053	0,0115
10,3	161,0	3,5317	0,2287	0,0114	0,0201
10,4	155,5	3,6248	0,046	0,0336	0,0258
10,5	136,5	3,9462	-0,1361	0,0439	0,0553
10,6	130,5	4,0478	-0,3175	0,0718	0,0693
10,7	120,1	4,2236	-0,4983	0,0986	0,1009
10,8	112,6	4,3504	-0,6784	0,128	0,1308
10,9	106,1	4,4603	-0,8579	0,1583	0,1625
11,0	100,5	4,5550	-1,0367	0,1891	0,1945
11,1	97,90	4,5989	-1,2149	0,2207	0,2109
11,2	92,70	4,6868	-1,3924	0,2519	0,2466
11,3	88,30	4,7612	-1,5693	0,2834	0,2798
11,4	83,90	4,8356	-1,7456	0,315	0,3156
11,5	80,30	4,8964	-1,9212	0,3467	0,3467
11,6	76,6	4,9590	-2,0962	0,3784	0,38

11,7	73,0	5,0199	-2,2706	0,4102	0,4135
11,8	69,6	5,0773	-2,4443	0,442	0,446
11,9	67,7	5,1094	-2,6175	0,474	0,4643
12,0	62,6	5,1957	-2,79	0,5058	0,5139
12,1	61,1	5,2210	-2,962	0,5377	0,5284
12,2	56,1	5,3055	-3,1333	0,5696	0,5765
12,3	54,3	5,3360	-3,304	0,6016	0,5935
12,4	50,5	5,4002	-3,4741	0,6335	0,6287
12,5	46,5	5,4678	-3,6436	0,6655	0,6642
12,6	42,4	5,5371	-3,8126	0,6974	0,6989
12,7	38,1	5,6098	-3,9809	0,7294	0,7329
12,8	35,7	5,6504	-4,1486	0,7614	0,7508
12,9	33,3	5,6910	-4,3158	0,7934	0,7678
13,0	28,1	5,7789	-4,4824	0,8254	0,8019
13,1	16,6	5,9733	-4,6484	0,8573	0,8637
13,2	12,9	6,0358	-4,8138	0,8893	0,8798
13,3	3,90	6,1880	-4,9787	0,9213	0,9122

### Estudio del sistema $H^+$ - ácido picolínico. Experimento 2.

#### Calibración

$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)	$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)
0,0	307,3	10,0	269,6
2,0	301,4	12,0	254,8
4,0	294,7	14,0	224,9
6,0	288,0	14,5	207,0
8,0	280,0	$E_0$ preliminar	366,38

**Tabla 33.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>- ácido picolínico.  
Experimento 2.

V(ml)	E (mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0,0	273,1	1,6474	23,5938	-0,1528	-0,15
1,0	270,1	1,7019	20,8752	-0,1471	-0,1346
2,0	267,0	1,7577	18,2736	-0,1197	-0,1202
3,0	263,5	1,8202	15,7815	-0,0995	-0,1057
4,0	259,5	1,8911	13,3922	-0,0843	-0,0911
5,0	255,0	1,9703	11,0995	-0,0619	-0,0769
6,0	249,2	2,0715	8,8975	-0,0672	-0,0617
6,5	246,1	2,1253	7,8289	-0,0548	-0,0547
7,0	242,8	2,1825	6,781	-0,0348	-0,048
7,5	238,3	2,2602	5,7533	-0,0434	-0,0401
8,0	233,3	2,3461	4,7452	-0,04	-0,0327
8,5	227,6	2,4437	3,7561	-0,0266	-0,0256
8,7	224,6	2,495	3,3657	-0,0284	-0,0224
9,0	220,1	2,5718	2,7855	-0,018	-0,0181
9,2	216,2	2,6383	2,4023	-0,0176	-0,0148
9,4	212,6	2,6996	2,0219	-0,0043	-0,0121
9,6	207,1	2,7931	1,6444	-0,0059	-0,0083
9,7	203,9	2,8475	1,4567	-0,0062	-0,0063
9,8	200,3	2,9086	1,2697	-0,0062	-0,0042
9,9	194,7	3,0036	1,0833	-0,016	-0,001
10,0	192,2	3,046	0,8977	0,0003	0,0004
10,1	186,4	3,1443	0,7127	0,0008	0,0037
10,2	180,6	3,2426	0,5284	0,0076	0,0072
10,3	173,0	3,3713	0,3448	0,0141	0,0123
10,4	163,8	3,527	0,1618	0,0238	0,0198
10,5	150,8	3,7469	-0,0205	0,0351	0,0349

10,6	143,5	3,8704	-0,2021	0,0594	0,0466
10,7	131,7	4,07	-0,3831	0,0827	0,0727
10,8	122,1	4,2323	-0,5634	0,1101	0,1027
10,9	113,8	4,3726	-0,7431	0,1393	0,1368
11,0	105,3	4,5163	-0,9221	0,1692	0,1809
11,1	102,5	4,5637	-1,1005	0,2007	0,1977
11,2	97,1	4,6549	-1,2782	0,2319	0,2332
11,3	92,4	4,7344	-1,4553	0,2632	0,2675
11,4	88,1	4,8071	-1,6318	0,2948	0,3016
11,5	83,9	4,8781	-1,8076	0,3264	0,3372
11,6	81,8	4,9136	-1,9828	0,3583	0,3557
11,7	78,2	4,9744	-2,1574	0,39	0,3884
11,8	73,0	5,0623	-2,3314	0,4217	0,4374
11,9	69,6	5,1198	-2,5047	0,4536	0,4702
12,0	68,1	5,1452	-2,6775	0,4856	0,4848
12,1	64,4	5,2077	-2,8496	0,5174	0,5208
12,2	60,7	5,2703	-3,0211	0,5493	0,5566
12,3	57,6	5,3227	-3,192	0,5813	0,5861
12,4	53,9	5,3852	-3,3623	0,6132	0,6206
12,5	50,7	5,4393	-3,5321	0,6451	0,6494
12,6	46,7	5,5069	-3,7012	0,6771	0,684
12,7	43,2	5,5661	-3,8697	0,7091	0,7127
12,8	40,7	5,6084	-4,0376	0,7411	0,7322
12,9	36,5	5,6794	-4,205	0,773	0,763
13,0	31,9	5,7571	-4,3718	0,805	0,7939
13,1	23,5	5,8991	-4,538	0,837	0,8423
13,2	17,6	5,9989	-4,7036	0,869	0,8705
13,3	13,6	6,0665	-4,8686	0,901	0,887
13,4	-0,3	6,3015	-5,0331	0,933	0,931
13,5	-7,1	6,4164	-5,197	0,965	0,9462

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>- α-alanina. Experimento 1.**  
**Calibración**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	311,5	10,0	273
2,0	305,4	12,0	258,8
4,0	299,1	14,0	229,6
6,0	292,0	14,5	209,1
8,0	283,6	<i>E<sub>0</sub>preliminar</i>	370,61

**Tabla 34.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>- α-alanina.  
Experimento 1.

V (ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0,0	268,7	1,7505	23,7284	-0,8496	-0,8553
1,0	265,2	1,8149	21,0069	-0,8289	-0,8359
2,0	261,1	1,8891	18,4025	-0,8177	-0,8111
3,0	256,5	1,9715	15,9077	-0,7951	-0,7803
4,0	251,6	2,0583	13,5158	-0,7409	-0,7441
5,0	245,5	2,1654	11,2205	-0,6953	-0,6944
5,5	242,1	2,2247	10,1073	-0,6637	-0,6647
6,1	236,9	2,3149	8,8005	-0,6411	-0,617
6,3	235,6	2,3374	8,3718	-0,6136	-0,6047
6,8	231,1	2,4152	7,3145	-0,5699	-0,5612
7,3	226,3	2,4977	6,2777	-0,5138	-0,514
7,8	220,7	2,5936	5,2607	-0,454	-0,4588
8,2	215,5	2,6825	4,461	-0,4021	-0,4086
8,4	212,3	2,7371	4,0657	-0,3782	-0,3786
8,6	209,6	2,7831	3,6734	-0,3443	-0,354
8,8	206,2	2,841	3,284	-0,3142	-0,3242
9,0	202,1	2,9107	2,8975	-0,2859	-0,29
9,2	197,2	2,994	2,5139	-0,2578	-0,2522

9,4	191,6	3,0891	2,1331	-0,2275	-0,2132
9,5	190,0	3,1162	1,9438	-0,2037	-0,2029
9,6	184,8	3,2044	1,7552	-0,1958	-0,172
9,7	182,9	3,2366	1,5673	-0,1713	-0,1617
9,8	178,8	3,3061	1,38	-0,154	-0,1412
9,9	174,4	3,3807	1,1935	-0,1354	-0,1216
10,1	162,4	3,5839	0,8225	-0,0982	-0,0798
10,2	153,7	3,7311	0,6379	-0,0792	-0,0582
10,3	133,9	4,066	0,4541	-0,0646	-0,0278
10,4	118,0	4,335	0,271	-0,0395	-0,0151
10,5	-42,80	7,0532	0,0885	-0,0156	0,0019
10,6	-116,5	8,2991	-0,0934	0,016	0,0326
10,7	-128,3	8,4986	-0,2745	0,0478	0,0506
10,8	-142,6	8,7403	-0,455	0,0794	0,0851
10,9	-152,5	8,9077	-0,6349	0,1109	0,1203
11,0	-162,1	9,07	-0,8141	0,1421	0,1658
11,1	-167,9	9,168	-0,9927	0,1735	0,1994
11,3	-175,0	9,2881	-1,3479	0,2366	0,2472
11,4	-180,5	9,381	-1,5246	0,2677	0,2892
11,5	-182,7	9,4182	-1,7006	0,2992	0,3071
11,6	-186,5	9,4825	-1,876	0,3304	0,3394
11,7	-190,3	9,5467	-2,0508	0,3613	0,3733
11,8	-193,7	9,6042	-2,2249	0,3923	0,4048
11,9	-197,1	9,6616	-2,3985	0,4231	0,437
12,0	-198,7	9,6887	-2,5714	0,4545	0,4524
12,1	-202,0	9,7445	-2,7437	0,485	0,4844
12,2	-205,2	9,7986	-2,9154	0,5155	0,5155
12,3	-208,4	9,8527	-3,0865	0,5457	0,5465
12,4	-211,6	9,9068	-3,257	0,5756	0,5772
12,5	-214,6	9,9575	-3,4269	0,6054	0,6054
12,7	-219,2	10,0352	-3,7649	0,6655	0,6472
12,8	-222,5	10,091	-3,9331	0,6943	0,676
12,9	-225,6	10,1434	-4,1006	0,7228	0,7018
13,0	-230,8	10,2313	-4,2676	0,7479	0,7424
13,1	-232,3	10,2567	-4,4339	0,7776	0,7534
13,2	-235,8	10,3159	-4,5997	0,8037	0,7778
13,3	-238,7	10,3649	-4,765	0,8302	0,7967
13,4	-242,4	10,4274	-4,9296	0,8542	0,8191

13,5	-245,4	10,4781	-5,0937	0,8787	0,8357
13,6	-248,9	10,5373	-5,2572	0,9009	0,8536
13,7	-252,3	10,5948	-5,4202	0,9219	0,8694
13,8	-255,8	10,654	-5,5826	0,9409	0,8841

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>- α-alanina. Experimento 2.**  
**Calibración**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	311,5	10,0	273
2,0	305,4	12,0	258,8
4,0	299,1	14,0	229,6
6,0	292,0	14,5	209,1
8,0	283,6	<i>E<sub>o</sub>preliminar</i>	371,40

**Tabla 35.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>- α-alanina.  
Experimento 2.

V (ml)	E (mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0,0	270,8	1,7501	23,6595	-0,8377	-0,8554
1,0	267,1	1,8189	20,9395	-0,84	-0,8346
2,0	263,0	1,8942	18,3365	-0,8305	-0,8093
3,0	258,7	1,9719	15,8431	-0,787	-0,7801
4,0	253,5	2,0648	13,4525	-0,7512	-0,7413
4,5	250,5	2,1179	12,2938	-0,7327	-0,7171
5,0	247,7	2,1672	11,1585	-0,6899	-0,6936
5,5	243,9	2,2338	10,0459	-0,6736	-0,66
6,0	240,7	2,2896	8,9554	-0,6178	-0,6307

6,5	236,6	2,3608	7,8862	-0,5761	-0,5917
7,0	231,7	2,4456	6,8378	-0,5364	-0,5438
7,5	226,5	2,5351	5,8096	-0,4815	-0,4924
7,7	223,8	2,5814	5,4038	-0,4649	-0,4658
7,9	221,8	2,6157	5,0011	-0,4325	-0,4462
8,1	219,0	2,6637	4,6015	-0,4095	-0,4191
8,3	216,1	2,7132	4,2049	-0,3836	-0,3916
8,5	212,9	2,7679	3,8113	-0,3571	-0,3621
8,7	210,1	2,8156	3,4206	-0,3222	-0,3371
8,9	206,1	2,8838	3,0329	-0,2951	-0,303
9,1	201,9	2,9553	2,6481	-0,2642	-0,2694
9,3	198,1	3,0199	2,2661	-0,2257	-0,2411
9,5	192,2	3,1201	1,887	-0,1951	-0,2015
9,7	185,1	3,2405	1,5106	-0,1624	-0,1605
9,8	181,3	3,305	1,3235	-0,1439	-0,1415
9,9	176,5	3,3863	1,1371	-0,1265	-0,1202
10,0	173,5	3,4371	0,9513	-0,1022	-0,1084
10,1	164,0	3,598	0,7662	-0,0898	-0,0774
10,2	159,6	3,6725	0,5818	-0,0647	-0,066
10,3	147,6	3,8755	0,3981	-0,0465	-0,0424
10,4	127,6	4,2139	0,2151	-0,0271	-0,0199
10,5	-24,8	6,7902	0,0327	-0,0057	0,001
10,6	-114,0	8,2981	-0,1491	0,0259	0,0325
10,7	-134,3	8,6413	-0,3301	0,0574	0,069
10,8	-141,1	8,7563	-0,5105	0,0892	0,088
10,9	-153,2	8,9608	-0,6903	0,1205	0,1339
11,0	-160,2	9,0791	-0,8694	0,1519	0,1687
11,2	-168,6	9,2211	-1,2257	0,215	0,2197
11,4	-181,2	9,4341	-1,5795	0,2768	0,3149
11,5	-183,1	9,4663	-1,7554	0,3084	0,3311

11,6	-185,1	9,5001	-1,9307	0,3399	0,3486
11,7	-188,8	9,5626	-2,1054	0,3709	0,3819
11,8	-192,4	9,6235	-2,2795	0,4017	0,4155
11,9	-195,7	9,6793	-2,4529	0,4325	0,447
12,0	-199,1	9,7367	-2,6257	0,4631	0,4799
12,1	-202,3	9,7908	-2,7979	0,4935	0,511
12,2	-205,6	9,8466	-2,9695	0,5237	0,543
12,3	-207,3	9,8753	-3,1405	0,5547	0,5594
12,4	-210,5	9,9294	-3,311	0,5845	0,5899
12,5	-213,7	9,9835	-3,4808	0,614	0,6196
12,6	-217,0	10,0393	-3,65	0,6431	0,6494
12,7	-220,3	10,0951	-3,8186	0,6718	0,678
12,8	-223,6	10,1509	-3,9866	0,7001	0,7054
12,9	-227,1	10,2101	-4,1541	0,7275	0,7329
13,0	-230,4	10,2658	-4,3209	0,7546	0,7573
13,1	-233,7	10,3216	-4,4872	0,781	0,7801
13,2	-235,5	10,3521	-4,6529	0,8096	0,7919
13,3	-239,2	10,4146	-4,818	0,8338	0,8146
13,4	-242,5	10,4704	-4,9826	0,8578	0,8333
13,5	-245,5	10,5211	-5,1466	0,8816	0,8489
13,6	-250,9	10,6124	-5,31	0,8962	0,8739
13,7	-252,5	10,6394	-5,4729	0,9222	0,8806
13,8	-255,7	10,6935	-5,6352	0,9411	0,8931

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>- β-alanina. Experimento 1.**  
**Calibración**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	311,5	10,0	273,7
2,0	305,9	12,0	259,3
4,0	299,7	14,0	229,3
6,0	292,5	14,5	208,9
8,0	284,2	<i>E</i> <sub>0</sub> preliminar	370,90

**Tabla 36.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-β-alanina. Experimento 1.

V (ml)	E (mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0,0	268,7	1,7847	23,3204	-0,9834	-0,9867
1,0	264,6	1,8591	20,6079	-0,9871	-0,9843
2,0	259,9	1,9435	18,012	-0,9856	-0,981
3,0	254,2	2,0445	15,5254	-0,9884	-0,9761
3,5	251,1	2,0991	14,321	-0,9774	-0,973
4,0	247,8	2,1568	13,1414	-0,9583	-0,9693
4,5	243,3	2,2352	11,9859	-0,9675	-0,9634
5,0	238,6	2,3167	10,8537	-0,9556	-0,9562
5,5	233,0	2,4134	9,7442	-0,9418	-0,9459
5,7	230,1	2,4632	9,3065	-0,9425	-0,9397
5,9	227,3	2,5113	8,8724	-0,9343	-0,9332
6,1	224,7	2,5558	8,4417	-0,9169	-0,9265
6,3	220,2	2,6328	8,0143	-0,9245	-0,9134
6,5	217,4	2,6806	7,5904	-0,8985	-0,9043
6,7	213,1	2,7539	7,1697	-0,8863	-0,8887
6,9	208,1	2,8391	6,7523	-0,8727	-0,8678
7,0	205,7	2,8799	6,5448	-0,8616	-0,8566
7,1	202,7	2,9309	6,3381	-0,8533	-0,8416
7,2	201,4	2,953	6,1323	-0,8305	-0,8347

7,3	198,9	2,9955	5,9272	-0,8153	-0,8207
7,4	194,6	3,0685	5,7229	-0,8089	-0,7947
7,5	193,6	3,0854	5,5194	-0,782	-0,7882
7,7	187,7	3,1855	5,1147	-0,7457	-0,7472
7,8	184,7	3,2364	4,9135	-0,7255	-0,7244
7,9	181,6	3,2889	4,7131	-0,7043	-0,6997
8,0	180,2	3,3126	4,5135	-0,6767	-0,6881
8,1	177,1	3,3651	4,3146	-0,6539	-0,6615
8,2	174,0	3,4176	4,1165	-0,63	-0,634
8,3	171,0	3,4684	3,9191	-0,6049	-0,6064
8,4	167,9	3,5209	3,7225	-0,5793	-0,5772
8,5	164,9	3,5717	3,5266	-0,5528	-0,5485
8,6	163,4	3,5971	3,3314	-0,5233	-0,534
8,7	159,2	3,6682	3,137	-0,4977	-0,4931
8,8	156,1	3,7206	2,9433	-0,4697	-0,463
8,9	154,7	3,7443	2,7503	-0,4393	-0,4494
9,0	151,4	3,8001	2,5581	-0,411	-0,4179
9,1	148,1	3,856	2,3666	-0,3822	-0,387
9,2	144,9	3,9101	2,1758	-0,3529	-0,3579
9,3	143,1	3,9405	1,9857	-0,3222	-0,3419
9,4	139,4	4,0031	1,7963	-0,2928	-0,3103
9,5	135,6	4,0674	1,6076	-0,2631	-0,2795
9,6	131,4	4,1385	1,4196	-0,2333	-0,2477
9,7	126,8	4,2163	1,2323	-0,2033	-0,2159
9,8	121,6	4,3042	1,0456	-0,1731	-0,1836
9,9	116,0	4,3989	0,8597	-0,1428	-0,1531
10,1	102,0	4,6355	0,4899	-0,0816	-0,0949
10,1	97,0	4,7201	0,4899	-0,0823	-0,0795
10,2	73,9	5,1106	0,306	-0,0522	-0,0339
10,3	58,3	5,3743	0,1228	-0,0208	-0,0188
10,4	-105,1	8,1365	-0,0598	0,0102	0,0108
10,5	-144,3	8,7992	-0,2417	0,0412	0,0479
10,6	-160,4	9,0713	-0,4229	0,0721	0,086
10,7	-166,5	9,1745	-0,6035	0,1035	0,1066
10,8	-177,0	9,352	-0,7834	0,1339	0,1523
10,9	-183,7	9,4652	-0,9627	0,1645	0,1891
11,0	-189,5	9,5633	-1,1413	0,195	0,2261
11,1	-192,0	9,6055	-1,3193	0,2262	0,2436

11,2	-196,7	9,685	-1,4966	0,2565	0,2789
11,3	-200,9	9,756	-1,6733	0,2867	0,3129
11,4	-204,8	9,8219	-1,8494	0,3167	0,3464
11,5	-208,5	9,8845	-2,0249	0,3465	0,3797
11,6	-212,0	9,9436	-2,1997	0,3761	0,4123
11,7	-214,7	9,9893	-2,3739	0,406	0,438
11,8	-217,8	10,0417	-2,5475	0,4353	0,4679
11,9	-220,5	10,0873	-2,7204	0,4647	0,4941
12,0	-221,9	10,111	-2,8928	0,4952	0,5077
12,1	-223,1	10,1313	-3,0645	0,5258	0,5194
12,2	-227,4	10,204	-3,2357	0,5524	0,5609
12,3	-231,4	10,2716	-3,4062	0,5786	0,5988
12,4	-233,6	10,3088	-3,5761	0,6069	0,6192
12,5	-236,4	10,3561	-3,7455	0,6337	0,6446
12,6	-237,8	10,3798	-3,9142	0,6629	0,657
12,7	-237,8	10,3798	-4,0824	0,6948	0,657
12,8	-239,9	10,4153	-4,2499	0,7223	0,6751
12,9	-242,8	10,4643	-4,4169	0,7474	0,6994
13,0	-245,5	10,5099	-4,5833	0,7722	0,721
13,1	-248,1	10,5539	-4,7492	0,7965	0,7409
13,2	-250,3	10,5911	-4,9144	0,8213	0,757

### Estudio del sistema H<sup>+</sup>- β-alanina. Experimento 2.

#### Calibración.

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	311,1	10,0	272,1
2,0	305,0	12,0	256,8
4,0	292,6	14,0	226,6
6,0	291,2	14,5	208,9
8,0	282,9	<i>E</i> <sub>0</sub> preliminar	370,37

**Tabla 37.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-β-alanina. Experimento 2.

V (ml)	E (mV)	pH	Htot	Z	Z*
1,0	263,3	1,8586	20,6998	-0,9978	-0,9843
2,0	258,8	1,9365	18,102	-0,9717	-0,9813
3,0	253,2	2,0328	15,6135	-0,9643	-0,9767
3,5	249,7	2,0929	14,4082	-0,9732	-0,9734
4,0	245,8	2,1597	13,2277	-0,9787	-0,9691
4,5	241,8	2,228	12,0713	-0,9656	-0,964
5,0	237,0	2,3099	10,9382	-0,957	-0,9569
5,5	231,1	2,4104	9,8278	-0,9509	-0,9463
5,8	227,6	2,4699	9,1722	-0,9312	-0,9389
6,0	224,4	2,5243	8,7394	-0,9294	-0,9313
6,2	220,8	2,5855	8,3101	-0,9272	-0,9217
6,4	217,0	2,65	7,8841	-0,9198	-0,9103
6,6	213,8	2,7043	7,4615	-0,8973	-0,8995
6,8	209,5	2,7772	7,0421	-0,8821	-0,8833
7,0	204,5	2,8619	6,6261	-0,8658	-0,8616
7,2	198,9	2,9568	6,2132	-0,8455	-0,8335
7,3	196,1	3,0042	6,008	-0,832	-0,8177
7,4	197,4	2,9822	5,8035	-0,7911	-0,8252
7,5	191,7	3,0787	5,5998	-0,7933	-0,7908
7,6	188,7	3,1295	5,397	-0,7763	-0,7708
7,7	185,7	3,1803	5,1949	-0,7577	-0,7495
7,8	184,0	3,209	4,9935	-0,7326	-0,7368
7,9	181,0	3,2598	4,793	-0,7118	-0,7135
8,0	177,9	3,3123	4,5932	-0,69	-0,6882
8,1	174,9	3,363	4,3941	-0,6669	-0,6626
8,2	171,8	3,4155	4,1959	-0,643	-0,6351
8,3	168,9	3,4645	3,9983	-0,6178	-0,6086
8,4	165,8	3,5169	3,8015	-0,5923	-0,5795
8,5	162,9	3,566	3,6055	-0,5656	-0,5517
8,6	161,3	3,5931	3,4102	-0,5363	-0,5363
8,7	158,2	3,6455	3,2156	-0,5091	-0,5061
8,8	155,2	3,6964	3,0218	-0,4813	-0,4769
9,0	148,7	3,8062	2,6363	-0,4247	-0,4145
9,1	147,1	3,8333	2,4446	-0,3943	-0,3994

9,2	141,6	3,9263	2,2537	-0,367	-0,3493
9,3	139,9	3,955	2,0634	-0,3363	-0,3345
9,4	136,0	4,0209	1,8739	-0,3069	-0,3015
9,5	131,9	4,0902	1,685	-0,2772	-0,269
9,6	127,6	4,1629	1,4969	-0,2473	-0,2374
9,7	125,2	4,2035	1,3094	-0,2163	-0,2209
9,8	119,8	4,2948	1,1227	-0,1863	-0,1869
9,9	113,8	4,3962	0,9366	-0,1561	-0,1539
10,0	106,6	4,5179	0,7512	-0,1258	-0,1209
10,1	97,50	4,6718	0,5665	-0,0953	-0,088
10,2	85,30	4,878	0,3825	-0,0647	-0,0566
10,3	76,00	5,0352	0,1991	-0,0333	-0,0401
10,4	36,80	5,6979	0,0164	-0,0025	-0,009
10,5	-126,2	8,4534	-0,1656	0,0286	0,0222
10,6	-153,1	8,9081	-0,347	0,0595	0,0607
10,7	-166,3	9,1312	-0,5277	0,0904	0,0975
10,9	-179,3	9,351	-0,8871	0,1526	0,152
11,0	-185,7	9,4592	-1,0659	0,1832	0,1869
11,1	-191,4	9,5556	-1,244	0,2137	0,223
11,2	-196,3	9,6384	-1,4215	0,2442	0,2578
11,3	-200,6	9,7111	-1,5984	0,2745	0,2911
11,4	-204,3	9,7736	-1,7746	0,3048	0,3217
11,5	-206,2	9,8057	-1,9501	0,3358	0,338
11,6	-209,9	9,8683	-2,1251	0,3657	0,371
11,7	-213,3	9,9258	-2,2994	0,3955	0,4024
11,8	-216,6	9,9816	-2,4731	0,425	0,4336
11,9	-219,8	10,0356	-2,6462	0,4542	0,4644
12,0	-222,8	10,0864	-2,8187	0,4833	0,4935
12,1	-225,8	10,1371	-2,9906	0,512	0,5227
12,2	-227,3	10,1624	-3,1619	0,5422	0,5373
12,3	-230,1	10,2098	-3,3325	0,5706	0,5642
12,4	-232,9	10,2571	-3,5026	0,5985	0,5908
12,5	-235,4	10,2994	-3,6721	0,6264	0,6141
12,6	-238,2	10,3467	-3,8409	0,6533	0,6396
12,7	-240,8	10,3906	-4,0092	0,6801	0,6626
12,8	-243,5	10,4363	-4,1769	0,706	0,6857
12,9	-246,0	10,4786	-4,344	0,7318	0,7062
13,0	-248,5	10,5208	-4,5106	0,757	0,726

13,1	-249,9	10,5445	-4,6765	0,7848	0,7367
13,2	-252,4	10,5867	-4,8419	0,8087	0,7552

### Estudio del sistema H<sup>+</sup>- prolina. Experimento 1.

#### Calibración.

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	310,9	10,0	271,1
2,0	304,5	12,0	256,7
4,0	298,0	14,0	226,2
6,0	290,6	14,5	207,4
8,0	282,1	<i>E<sub>0</sub></i> preliminar	369,94

**Tabla 38.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-prolina. Experimento 1.

V (ml)	E (mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0,0	270,2	1,7263	23,6394	-0,6924	-0,7001
1,0	266,7	1,7895	20,9199	-0,6821	-0,6687
2,0	263,1	1,8539	18,3173	-0,6428	-0,6351
3,0	259,3	1,9213	15,8243	-0,5837	-0,5984
4,0	254,5	2,0058	13,4341	-0,5539	-0,5509
5,0	249,4	2,095	11,1405	-0,492	-0,4997
5,5	246,3	2,1489	10,0281	-0,469	-0,4688
6,0	243,2	2,2026	8,9377	-0,4309	-0,4381
6,5	239,3	2,2701	7,8687	-0,4081	-0,4003
7,0	235,4	2,3372	6,8205	-0,366	-0,3638
7,5	230,9	2,4145	5,7924	-0,3232	-0,3237

8,0	225,6	2,5052	4,7839	-0,2788	-0,2798
8,2	223,0	2,5496	4,3859	-0,264	-0,2596
8,4	220,7	2,5889	3,9908	-0,2394	-0,2426
8,6	217,5	2,6435	3,5988	-0,2254	-0,2203
8,8	213,2	2,7167	3,2096	-0,22	-0,1927
9,0	209,9	2,7728	2,8234	-0,1946	-0,1734
9,2	206,3	2,8341	2,4401	-0,1676	-0,1541
9,4	201,1	2,9224	2,0596	-0,1491	-0,1294
9,5	198,1	2,9733	1,8705	-0,1395	-0,1168
9,6	196,4	3,0022	1,682	-0,119	-0,1101
9,7	192,7	3,0649	1,4942	-0,1098	-0,0967
9,8	188,8	3,131	1,3071	-0,0987	-0,0842
9,9	184,4	3,2056	1,1207	-0,0867	-0,0719
10,0	178,6	3,3039	0,9349	-0,0764	-0,0582
10,1	171,6	3,4224	0,7499	-0,065	-0,0449
10,2	162,0	3,5848	0,5655	-0,0535	-0,0313
10,3	149,0	3,8048	0,3818	-0,0395	-0,0191
10,4	114,3	4,3916	0,1988	-0,0278	-0,005
10,5	-14,4	6,5673	0,0164	-0,0029	0,0001
10,6	-121,6	8,3794	-0,1653	0,0286	0,0077
10,7	-163,5	9,0878	-0,3463	0,0586	0,0383
10,8	-180,3	9,3718	-0,5267	0,0882	0,0712
10,9	-190,5	9,5442	-0,7064	0,1178	0,1023
11,0	-198,9	9,6862	-0,8855	0,147	0,1365
11,1	-205,6	9,7994	-1,064	0,1759	0,1702
11,2	-211,2	9,8941	-1,2418	0,2046	0,2033
11,3	-213,9	9,9398	-1,4189	0,2348	0,2208
11,4	-218,5	10,0175	-1,5955	0,2631	0,2532
11,5	-222,6	10,0868	-1,7714	0,2913	0,2845
11,6	-226,6	10,1544	-1,9466	0,3188	0,3172

11,7	-230,0	10,2119	-2,1213	0,3465	0,3466
11,9	-234,5	10,288	-2,4687	0,4037	0,3872
12,0	-238,9	10,3624	-2,6415	0,4278	0,4285
12,1	-240,4	10,3877	-2,8137	0,4567	0,4429
12,2	-243,2	10,4351	-2,9853	0,4825	0,4699
12,3	-245,5	10,4739	-3,1563	0,5089	0,4923
12,4	-248,0	10,5162	-3,3266	0,5342	0,5166
12,5	-250,5	10,5585	-3,4964	0,5588	0,5408
12,6	-253,5	10,6092	-3,6656	0,5808	0,5697
12,8	-256,5	10,6599	-4,0022	0,6335	0,598

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>- prolina. Experimento 2.  
Calibración.**

<b>V<sub>NaOH</sub> (ml)</b>	<b>Potencial (mV)</b>	<b>V<sub>NaOH</sub> (ml)</b>	<b>Potencial (mV)</b>
0,0	310,9	10,0	271,1
2,0	304,5	12,0	256,7
4,0	298,0	14,0	226,2
6,0	290,6	14,5	207,4
8,0	282,1	<i>E<sub>o</sub></i> preliminar	370,59

**Tabla 39.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-prolina.  
Experimento 2.

V (ml)	E (mV)	pH	Htot	Z	Z*
0,0	270,2	1,7319	23,5254	-0,7103	-0,6974
1,0	267,0	1,7916	20,8083	-0,6773	-0,6676
2,0	263,6	1,8544	18,2081	-0,6287	-0,6348
3,0	259,6	1,927	15,7174	-0,591	-0,5953
4,0	255,3	2,0042	13,3294	-0,5318	-0,5518
5,0	249,9	2,1001	11,0379	-0,4906	-0,4968
5,5	246,9	2,1529	9,9266	-0,4633	-0,4664
6,0	243,7	2,209	8,8372	-0,4296	-0,4345
6,5	239,6	2,2805	7,7692	-0,4126	-0,3945
7,0	236,0	2,343	6,7219	-0,3599	-0,3607
7,5	231,6	2,4191	5,6948	-0,3138	-0,3214
8,0	226,6	2,5054	4,6872	-0,2629	-0,2797
8,5	220,2	2,6152	3,6986	-0,216	-0,2317
8,7	216,9	2,6717	3,3084	-0,2007	-0,2093
8,9	213,8	2,7246	2,9211	-0,1771	-0,1899
9,1	209,7	2,7946	2,5367	-0,1599	-0,1663
9,3	206,2	2,8542	2,1552	-0,1303	-0,1481
9,5	200,3	2,9546	1,7764	-0,1152	-0,1213
9,6	197,5	3,0022	1,5881	-0,1027	-0,1101
9,7	193,9	3,0634	1,4005	-0,0931	-0,097
9,8	191,9	3,0974	1,2136	-0,072	-0,0904
9,9	185,0	3,2145	1,0274	-0,0726	-0,0705
10,0	182,1	3,2636	0,8418	-0,0518	-0,0634
10,3	157,7	3,6769	0,2892	-0,0138	-0,0255
10,4	136,5	4,0356	0,1063	-0,0025	-0,0113
10,5	111,8	4,4533	-0,0758	0,0196	-0,0044

10,6	-155,1	8,9652	-0,2574	0,0434	0,0292
10,8	-184,3	9,4588	-0,6185	0,1034	0,0856
10,9	-195,5	9,6481	-0,798	0,1321	0,1265
11,0	-203,3	9,78	-0,977	0,1607	0,164
11,1	-209,7	9,8882	-1,1552	0,1891	0,2011
11,2	-215,0	9,9778	-1,3329	0,2173	0,2363
11,3	-217,4	10,0184	-1,5099	0,2473	0,2535
11,4	-222,8	10,1096	-1,6863	0,2741	0,2953
11,5	-226,8	10,1773	-1,862	0,3014	0,3287
11,6	-228,7	10,2094	-2,0371	0,3309	0,3452
11,7	-232,2	10,2685	-2,2116	0,3578	0,3766
11,8	-235,4	10,3226	-2,3855	0,3845	0,4063
12,0	-240,9	10,4156	-2,7314	0,4375	0,4588
12,1	-243,6	10,4613	-2,9034	0,4632	0,485
12,2	-244,8	10,4815	-3,0748	0,4921	0,4967
12,3	-248,6	10,5458	-3,2456	0,5135	0,5336
12,4	-249,8	10,5661	-3,4158	0,5417	0,5452
12,5	-252,2	10,6066	-3,5855	0,5657	0,5682

### Estudio del sistema H<sup>+</sup>- glicina. Experimento 1.

#### Calibración.

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (ml)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	307,2	10,0	270,2
2,0	301,6	12,0	255,6
4,0	295,5	14,0	225,9
6,0	288,6	14,5	207,5
8,0	280,5	<i>E</i> <sub>0</sub> preliminar	366,47

**Tabla 40.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-glicina. Experimento 1.

V (ml)	E (mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0,0	266,8	1,7544	23,7307	-0,8727	-0,8588
1,0	263,8	1,8132	21,0092	-0,8205	-0,8416
2,0	260,0	1,886	18,4047	-0,8043	-0,8179
3,0	255,6	1,9686	15,9098	-0,7846	-0,7879
4,0	250,1	2,0698	13,5179	-0,7768	-0,7463
4,5	247,7	2,1133	12,3585	-0,7302	-0,7269
5,0	244,6	2,1691	11,2226	-0,7048	-0,7006
5,5	240,9	2,2351	10,1093	-0,6866	-0,6678
6,0	237,2	2,3006	9,0182	-0,6488	-0,6336
6,5	233,5	2,3657	7,9484	-0,5943	-0,5981
7,0	228,8	2,4478	6,8994	-0,5496	-0,5519
7,5	223,5	2,5399	5,8705	-0,497	-0,4991
7,7	221,0	2,5832	5,4645	-0,4768	-0,4742
7,9	218,7	2,6231	5,0616	-0,4495	-0,4514
8,1	215,9	2,6713	4,6617	-0,426	-0,4241
8,3	213,5	2,7125	4,2649	-0,3932	-0,4011
8,5	210,8	2,7589	3,8711	-0,3612	-0,3757
8,7	207,3	2,8188	3,4802	-0,3342	-0,344
8,9	203,4	2,8855	3,0923	-0,3061	-0,3102
9,1	198,7	2,9658	2,7072	-0,2789	-0,2721
9,3	195,2	3,0254	2,325	-0,238	-0,2457
9,5	190,2	3,1106	1,9457	-0,2023	-0,2112
9,7	183,4	3,2262	1,5691	-0,1692	-0,1703
9,8	179,3	3,2958	1,3819	-0,1522	-0,1488
9,9	173,9	3,3874	1,1953	-0,1368	-0,124
10,0	168,3	3,4824	1,0095	-0,1187	-0,1021
10,2	154,4	3,7179	0,6398	-0,0785	-0,062
10,3	148,8	3,8127	0,456	-0,053	-0,0505
10,4	130,1	4,1291	0,2728	-0,0349	-0,025
10,6	-91,2	7,8704	-0,0915	0,0159	0,0164
10,7	-122,6	8,4012	-0,2727	0,0473	0,0537
10,8	-136,4	8,6345	-0,4532	0,0787	0,0885
10,9	-145,7	8,7917	-0,6331	0,11	0,1224
11,0	-155,5	8,9573	-0,8123	0,141	0,1696

11,1	-160,3	9,0385	-0,9909	0,1724	0,1975
11,2	-164,9	9,1162	-1,1688	0,2036	0,2275
11,3	-167,4	9,1585	-1,3461	0,2352	0,245
11,4	-172,0	9,2363	-1,5228	0,2662	0,2796
11,5	-175,8	9,3005	-1,6988	0,2972	0,3104
11,6	-177,8	9,3343	-1,8742	0,3286	0,3273
11,7	-181,4	9,3952	-2,049	0,3595	0,3588
11,8	-185,0	9,456	-2,2231	0,3901	0,3917
11,9	-189,8	9,5372	-2,3967	0,42	0,437
12,0	-191,6	9,5676	-2,5696	0,451	0,4543
12,1	-195,5	9,6335	-2,7419	0,4808	0,4921
12,2	-197,2	9,6623	-2,9136	0,5117	0,5087
12,3	-201,5	9,735	-3,0847	0,5406	0,5503
12,4	-204,3	9,7823	-3,2552	0,5703	0,5771
12,5	-205,9	9,8093	-3,4251	0,6008	0,5922
12,6	-209,1	9,8634	-3,5945	0,6296	0,6219
12,7	-211,9	9,9108	-3,7632	0,6585	0,6472
12,8	-215,2	9,9666	-3,9313	0,6863	0,676
12,9	-218,6	10,024	-4,0988	0,7133	0,7042
13,0	-221,8	10,0781	-4,2658	0,74	0,7295
13,2	-228,4	10,1897	-4,598	0,7906	0,7771
13,3	-232,2	10,2539	-4,7632	0,8132	0,8017
13,4	-236,1	10,3199	-4,9279	0,834	0,8247
13,5	-239,3	10,374	-5,092	0,8553	0,842
13,6	-241,3	10,4078	-5,2555	0,8799	0,8521
13,7	-245,3	10,4754	-5,4184	0,8953	0,8707
13,8	-249,1	10,5396	-5,5808	0,9089	0,8864
13,9	-253,0	10,6056	-5,7427	0,919	0,9008
14,0	-258,0	10,6901	-5,904	0,9175	0,9169
14,1	-259,8	10,7205	-6,0647	0,9355	0,9221
14,2	-263,0	10,7746	-6,2249	0,9403	0,9306
14,3	-264,6	10,8017	-6,3846	0,9572	0,9345

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>- glicina. Experimento 2.**

**Calibración.**

<b>V<sub>NaOH</sub> (ml)</b>	<b>Potencial (mV)</b>	<b>V<sub>NaOH</sub> (ml)</b>	<b>Potencial (mV)</b>
0,0	307,6	10,0	270,8
2,0	302,8	12,0	256,3
4,0	296,4	14,0	226
6,0	289,2	14,5	207
8,0	281,1	<i>E<sub>o</sub>preliminar</i>	366,95

**Tabla 41.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-glicina.  
Experimento 2.

<b>V (ml)</b>	<b>E (mV)</b>	<b>pH</b>	<b>H<sub>tot</sub></b>	<b>Z</b>	<b>Z*</b>
0,0	267,9	1,7469	23,8872	-0,8517	-0,8609
1,0	264,5	1,8107	21,1622	-0,8302	-0,8423
2,0	260,3	1,8882	18,5544	-0,8365	-0,8171
3,0	256,0	1,9665	16,0564	-0,7992	-0,7886
4,0	251,0	2,0562	13,6614	-0,757	-0,7522
5,0	244,8	2,1661	11,3632	-0,7196	-0,7021
5,5	241,8	2,2188	10,2486	-0,6733	-0,6761
6,0	237,8	2,2888	9,156	-0,6487	-0,6399
7,0	229,2	2,438	7,0345	-0,5584	-0,5575
7,5	223,7	2,5329	6,0044	-0,5116	-0,5031
7,7	222,0	2,5622	5,5979	-0,4775	-0,4863
7,9	219,5	2,6051	5,1944	-0,4549	-0,4617
8,1	217,3	2,6428	4,7941	-0,424	-0,4402
8,3	214,3	2,6941	4,3968	-0,4013	-0,4113
8,5	211,3	2,7454	4,0024	-0,3742	-0,383
8,7	207,9	2,8035	3,6111	-0,3472	-0,352
8,9	204,3	2,8649	3,2226	-0,3175	-0,3205
9,1	201,0	2,9211	2,8371	-0,281	-0,293
9,3	196,0	3,0061	2,4544	-0,2529	-0,2541

9,5	191,0	3,0911	2,0746	-0,2185	-0,2188
9,7	184,4	3,2031	1,6976	-0,1858	-0,1779
9,8	182,5	3,2354	1,5101	-0,1614	-0,1673
9,9	178,5	3,3032	1,3233	-0,1438	-0,1467
10,0	174,1	3,3778	1,1372	-0,1253	-0,1264
10,1	168,3	3,4761	0,9518	-0,108	-0,1035
10,2	157,9	3,6522	0,7671	-0,0953	-0,0715
10,3	153,5	3,7266	0,583	-0,0694	-0,0609
10,7	-109,4	8,1714	-0,1466	0,0254	0,0323
10,8	-129,5	8,5112	-0,3273	0,0568	0,0681
10,9	-140,7	8,7005	-0,5074	0,0882	0,1016
11,0	-148,2	8,8273	-0,6869	0,1196	0,1315
11,1	-155,1	8,9439	-0,8657	0,1509	0,1653
11,2	-158,0	8,9929	-1,0438	0,1825	0,1814
11,3	-163,4	9,0842	-1,2213	0,2137	0,2148
11,4	-168,2	9,1654	-1,3982	0,2448	0,248
11,5	-172,7	9,2414	-1,5745	0,2758	0,282
11,6	-176,7	9,3091	-1,7501	0,3068	0,3146
11,7	-180,6	9,375	-1,9251	0,3376	0,3482
11,8	-184,0	9,4325	-2,0995	0,3684	0,3788
11,9	-187,9	9,4984	-2,2732	0,3988	0,4151
12,0	-189,7	9,5288	-2,4464	0,4299	0,4322
12,1	-192,8	9,5812	-2,6189	0,4603	0,4621
12,2	-194,5	9,61	-2,7909	0,4914	0,4786
12,3	-199,4	9,6928	-2,9622	0,5202	0,5262
12,4	-201,1	9,7215	-3,1329	0,551	0,5427
12,5	-204,3	9,7756	-3,303	0,5804	0,5734
12,6	-208,8	9,8517	-3,4725	0,6081	0,6156
12,7	-210,4	9,8787	-3,6415	0,6384	0,6302
12,8	-213,7	9,9345	-3,8098	0,6665	0,6596
12,9	-217,1	9,992	-3,9775	0,6939	0,6887
13,0	-220,7	10,0529	-4,1447	0,7203	0,7179
13,1	-224,1	10,1103	-4,3113	0,7462	0,7439
13,2	-225,8	10,1391	-4,4773	0,7748	0,7563
13,3	-232,0	10,2439	-4,6428	0,7925	0,798
13,4	-234,0	10,2777	-4,8076	0,819	0,8103
13,5	-238,6	10,3555	-4,9719	0,8368	0,8363
13,6	-242,4	10,4197	-5,1357	0,8549	0,8555

13,8	-248,4	10,5211	-5,4614	0,8922	0,8821
13,9	-250,4	10,5549	-5,6235	0,9137	0,8899
14,0	-254,1	10,6175	-5,785	0,9241	0,9033
14,1	-260,2	10,7206	-5,9459	0,9132	0,9221
14,2	-262,0	10,751	-6,1063	0,9302	0,927
14,3	-263,7	10,7798	-6,2662	0,947	0,9314

**Estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina.**

**R= 1:1:1. Experimento 1.**

**Calibración.**

$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)	$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)
0,0	307,6	10,0	270,3
2,0	302,0	12,0	255,6
4,0	295,8	14,0	225,4
6,0	288,8	14,5	208,8
8,0	280,6	$E_0$ preliminar	366,90

**Tabla 42.** Datos experimentales para el estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina R = 1:1:1, Experimento 1.

V (ml)	E (mV)	pH	Htot	Z	Z*
0	218,9	2,491	-0,6123	-0,6053	0,0071
0,2	215,0	2,558	-0,6346	-0,648	-0,0133
0,4	211,5	2,619	-0,6899	-0,6839	0,0061
0,6	207,2	2,693	-0,7382	-0,725	0,0131
0,8	201,0	2,799	-0,7642	-0,7787	-0,0145
0,9	199,3	2,828	-0,8154	-0,792	0,0233
1	193,4	2,929	-0,7986	-0,835	-0,0364
1,1	191,4	2,963	-0,8539	-0,848	0,0059
1,2	186,2	3,052	-0,8718	-0,8792	-0,0074
1,3	180,1	3,155	-0,8935	-0,9105	-0,017
1,4	176,4	3,218	-0,9464	-0,9269	0,0195

1,5	163,4	3,439	-0,9501	-0,9718	-0,0217
1,6	156,5	3,556	-1,0054	-0,9889	0,0165
1,7	132,2	3,968	-1,0321	-1,0249	0,0072
1,8	32,0	5,661	-1,0804	-1,0732	0,0072
1,9	4,90	6,12	-1,1638	-1,1167	0,0471
2	-22,5	6,583	-1,2475	-1,2185	0,029
2,1	-40,7	6,89	-1,3313	-1,3318	-0,0005
2,2	-48,6	7,024	-1,4152	-1,3911	0,0241
2,3	-61,1	7,235	-1,4991	-1,4928	0,0063
2,4	-73,9	7,452	-1,5829	-1,599	-0,0161
2,5	-86,6	7,666	-1,6668	-1,699	-0,0322
2,6	-99,2	7,879	-1,7506	-1,7882	-0,0376
2,7	-112,6	8,106	-1,8345	-1,8712	-0,0366
2,8	-126,5	8,341	-1,9184	-1,946	-0,0276
2,9	-134,6	8,478	-2,0023	-1,9858	0,0164
3	-151,3	8,76	-2,0861	-2,0659	0,0203
3,1	-172,1	9,112	-2,17	-2,1773	-0,0073
3,2	-192,7	9,46	-2,2539	-2,318	-0,0641
3,3	-201,6	9,61	-2,3377	-2,3907	-0,0529
3,4	-209,3	9,741	-2,4216	-2,4598	-0,0382
3,5	-214,6	9,83	-2,5055	-2,511	-0,0055
3,6	-220,3	9,927	-2,5894	-2,5695	0,0199
3,7	-224,5	9,998	-2,6732	-2,6151	0,0582
3,8	-232,5	10,133	-2,7571	-2,7082	0,0489
3,9	-240,4	10,266	-2,841	-2,81	0,0309
4	-246,5	10,369	-2,9248	-2,8971	0,0277
4,1	-252,3	10,467	-3,0087	-2,9884	0,0203

**Estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina.**

**R= 1:1:1. Experimento 2.**

**Calibración**

$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)	$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)
0,0	311	10,0	272,4
2,0	304,9	12,0	257,3
4,0	298,3	14,0	227,7
6,0	291,0	14,5	210
8,0	282,5	$E_0$ preliminar	370,10

**Tabla 43.** Datos experimentales para el estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina R = 1:1:1, Experimento 2.

V (ml)	E (mV)	pH	Htot	Z	Z*
0	220,3	2,489	-0,5994	-0,604	-0,0046
0,2	216,6	2,548	-0,6383	-0,6416	-0,0033
0,3	214,5	2,582	-0,6556	-0,6623	-0,0067
0,4	212,1	2,621	-0,6687	-0,6851	-0,0165
0,5	210,8	2,643	-0,7161	-0,6975	0,0186
0,6	208,2	2,685	-0,7329	-0,7208	0,0121
0,7	205,6	2,727	-0,7555	-0,7431	0,0124
0,8	202,4	2,779	-0,7709	-0,7692	0,0017
0,9	198,8	2,838	-0,7863	-0,7968	-0,0104
1	194,9	2,903	-0,8054	-0,8244	-0,019
1,1	192,9	2,936	-0,8599	-0,8375	0,0224
1,2	188,3	3,012	-0,8827	-0,8657	0,0169
1,3	182,3	3,112	-0,9008	-0,898	0,0028
1,4	175,1	3,232	-0,9228	-0,9303	-0,0075
1,5	165,7	3,389	-0,9474	-0,9633	-0,0159

1,6	160,1	3,484	-1,0049	-0,9787	0,0262
1,7	138,8	3,842	-1,0269	-1,017	0,0099
1,8	115,3	4,238	-1,0818	-1,0363	0,0455
1,9	18,4	5,876	-1,1466	-1,0888	0,0579
2	-16,7	6,47	-1,2302	-1,1864	0,0438
2,1	-34,5	6,771	-1,314	-1,2833	0,0307
2,2	-50,1	7,034	-1,3978	-1,3959	0,0019
2,3	-62,0	7,235	-1,4817	-1,4928	-0,0111
2,4	-76,6	7,482	-1,5656	-1,6138	-0,0482
2,5	-82,5	7,582	-1,6494	-1,6606	-0,0112
2,6	-102,1	7,913	-1,7333	-1,8015	-0,0682
2,7	-109,2	8,033	-1,8172	-1,8458	-0,0287
2,8	-116,4	8,155	-1,901	-1,8875	0,0136
2,9	-131,6	8,412	-1,9849	-1,9668	0,0181
3	-149,5	8,715	-2,0688	-2,0528	0,016
3,1	-170,9	9,076	-2,1526	-2,1649	-0,0123
3,2	-191,5	9,425	-2,2365	-2,302	-0,0655
3,3	-199,6	9,562	-2,3204	-2,3662	-0,0458
3,4	-206,5	9,678	-2,4043	-2,4259	-0,0217
3,5	-214,6	9,815	-2,4881	-2,5022	-0,0141
3,6	-223,4	9,964	-2,572	-2,5931	-0,0211
3,7	-226,2	10,011	-2,6559	-2,6241	0,0318
3,8	-235,6	10,17	-2,7397	-2,7355	0,0042
3,9	-242,2	10,282	-2,8236	-2,8224	0,0012
4	-248,5	10,388	-2,9075	-2,9138	-0,0063
4,1	-250,5	10,422	-2,9914	-2,945	0,0463
4,2	-256,3	10,52	-3,0752	-3,0415	0,0337

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina.**

**R= 1:1:2. Experimento 1.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	310,6	10,0	272,7
2,0	304,6	12,0	258,1
4,0	298,5	14,0	227,7
6,0	291,5	14,5	209,2
8,0	283,5	<i>E<sub>0</sub>preliminar</i>	369,80

**Tabla 44.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina R = 1:1:2, Experimento 1.

V (ml)	E (mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0	211,5	2,644	-0,3295	-0,3316	-0,0021
0,1	209,4	2,68	-0,3532	-0,3693	-0,0161
0,2	208,2	2,701	-0,4055	-0,3902	0,0153
0,3	206,2	2,735	-0,439	-0,4243	0,0146
0,4	203,8	2,777	-0,4671	-0,4638	0,0032
0,5	201,2	2,821	-0,4961	-0,5048	-0,0087
0,6	199,9	2,844	-0,5551	-0,5244	0,0307
0,7	196,0	2,911	-0,5695	-0,5807	-0,0112
0,8	192,9	2,964	-0,6055	-0,6221	-0,0167
0,9	189,4	3,024	-0,6417	-0,6656	-0,024
1	185,6	3,088	-0,6806	-0,7088	-0,0282
1,1	181,0	3,167	-0,7181	-0,7558	-0,0377

1,2	178,4	3,211	-0,7794	-0,7798	-0,0004
1,3	172,4	3,313	-0,8187	-0,8291	-0,0104
1,4	164,8	3,442	-0,859	-0,88	-0,021
1,5	156,4	3,585	-0,9076	-0,9237	-0,0161
1,6	143,5	3,804	-0,9552	-0,9709	-0,0156
1,7	112,1	4,335	-1	-1,0257	-0,0257
1,8	39,30	5,566	-1,0684	-1,0749	-0,0065
1,9	6,50	6,12	-1,1515	-1,1431	0,0085
2	-4,20	6,301	-1,2352	-1,1857	0,0495
2,1	-19,8	6,565	-1,3189	-1,2751	0,0438
2,2	-32,7	6,783	-1,4027	-1,376	0,0267
2,3	-43,5	6,965	-1,4864	-1,4774	0,009
2,4	-52,4	7,116	-1,5702	-1,5694	0,0008
2,5	-62,0	7,278	-1,654	-1,6732	-0,0192
2,6	-66,9	7,361	-1,7378	-1,7265	0,0112
2,7	-75,7	7,51	-1,8215	-1,8219	-0,0003
2,8	-85,2	7,67	-1,9053	-1,9225	-0,0172
2,9	-93,8	7,816	-1,9891	-2,0111	-0,022
3	-103,0	7,971	-2,0729	-2,1037	-0,0308
3,1	-107,7	8,051	-2,1567	-2,1501	0,0066
3,2	-116,9	8,206	-2,2405	-2,2404	0,0001
3,3	-129,5	8,419	-2,3242	-2,3624	-0,0381
3,4	-134,7	8,507	-2,408	-2,4118	-0,0037
3,5	-144,3	8,669	-2,4918	-2,5019	-0,0101
3,6	-158,8	8,914	-2,5756	-2,6338	-0,0582
3,8	-167,4	9,06	-2,7431	-2,7087	0,0345
3,9	-177,0	9,222	-2,8269	-2,7903	0,0366
4	-189,5	9,433	-2,9107	-2,8937	0,017
4,1	-197,7	9,572	-2,9945	-2,9607	0,0338
4,2	-202,7	9,657	-3,0783	-3,0018	0,0765

4,3	-218,3	9,92	-3,1621	-3,1358	0,0263
4,4	-223,9	10,015	-3,2458	-3,1883	0,0575
4,5	-238,1	10,255	-3,3296	-3,3422	-0,0125
4,6	-241,5	10,312	-3,4134	-3,3858	0,0276
4,7	-252,1	10,492	-3,4972	-3,545	-0,0478

**Estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina.**

**R= 1:1:2. Experimento 2.**

**Calibración.**

$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)	$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)
0,0	310,4	10,0	272,6
2,0	304,3	12,0	257,9
4,0	298,1	14,0	229,6
6,0	290,7	14,5	210,7
8,0	282,7	$E_0$ preliminar	369,37

**Tabla 45.** Datos experimentales para el estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina R = 1:1:2, Experimento 2.

V (ml)	E (mV)	pH	Htot	Z	Z*
0	212,1	2,633	-0,3395	-0,3206	0,0189
0,1	209,2	2,682	-0,3408	-0,3717	-0,0309
0,2	208,1	2,701	-0,3967	-0,3904	0,0063
0,3	205,9	2,738	-0,4263	-0,4271	-0,0008
0,4	203,5	2,779	-0,4558	-0,4657	-0,0099
0,5	201,1	2,819	-0,4901	-0,5028	-0,0128
0,6	199,7	2,843	-0,5475	-0,5236	0,0238
0,7	196,7	2,894	-0,5779	-0,5667	0,0112
0,8	193,5	2,948	-0,611	-0,6099	0,0011
0,9	190,1	3,005	-0,6473	-0,6526	-0,0053
1	186,4	3,068	-0,6858	-0,6954	-0,0096
1,1	184,3	3,103	-0,747	-0,718	0,029
1,2	177,0	3,227	-0,7633	-0,7879	-0,0246
1,3	174,1	3,276	-0,8255	-0,8119	0,0135
1,4	163,7	3,451	-0,8478	-0,8832	-0,0354
1,5	158,9	3,533	-0,9107	-0,909	0,0017
1,6	147,7	3,722	-0,9582	-0,9556	0,0026
1,7	113,8	4,295	-0,993	-1,0234	-0,0303
1,8	69,9	5,037	-1,0622	-1,0515	0,0107
1,9	3,4	6,161	-1,1429	-1,1516	-0,0087
2	-5,1	6,305	-1,2267	-1,1868	0,0398
2,1	-24,2	6,628	-1,3103	-1,3019	0,0085
2,2	-36	6,827	-1,3941	-1,3995	-0,0054
2,3	-41,6	6,922	-1,4779	-1,4521	0,0258
2,4	-52,1	7,1	-1,5616	-1,5592	0,0025
2,5	-61,9	7,265	-1,6454	-1,6648	-0,0194

2,6	-66,5	7,343	-1,7292	-1,7149	0,0143
2,7	-79	7,554	-1,813	-1,8502	-0,0372
2,8	-86,5	7,681	-1,8968	-1,9292	-0,0324
2,9	-95,5	7,833	-1,9805	-2,0217	-0,0412
3	-104,6	7,987	-2,0643	-2,1131	-0,0487
3,1	-108,6	8,055	-2,1481	-2,1525	-0,0044
3,2	-117,2	8,2	-2,2319	-2,2368	-0,0049
3,4	-135,0	8,501	-2,3994	-2,4083	-0,0089
3,5	-142,3	8,624	-2,4832	-2,477	0,0062
3,6	-151,0	8,771	-2,567	-2,5573	0,0097
3,7	-160,1	8,925	-2,6508	-2,6391	0,0117
3,8	-170,1	9,094	-2,7346	-2,7263	0,0083
3,9	-179,9	9,26	-2,8184	-2,809	0,0093
4	-189,9	9,429	-2,9021	-2,8915	0,0106
4,1	-195,1	9,517	-2,9859	-2,934	0,0519
4,2	-205,6	9,694	-3,0697	-3,0204	0,0494
4,3	-219,3	9,926	-3,1535	-3,1389	0,0146
4,4	-224,6	10,016	-3,2373	-3,1887	0,0486
4,5	-235,0	10,191	-3,3211	-3,2977	0,0234
4,6	-244,4	10,35	-3,4048	-3,416	-0,0112
4,7	-251,4	10,469	-3,4886	-3,5222	-0,0336
4,8	-254,7	10,524	-3,5724	-3,5795	-0,007

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina.**

**R= 1:2:1. Experimento 1.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	309,3	10,0	271
2,0	303,5	12,0	256,1
4,0	297,2	14,0	226,9
6,0	289,9	14,5	206,3
8,0	281,4	<i>E<sub>0</sub>preliminar</i>	368,64

**Tabla 46.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina R = 1:2:1, Experimento 1.

V (ml)	E (mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0	228,3	2,366	-0,9907	-0,9735	0,0172
0,1	227,1	2,388	-1,0061	-0,9947	0,0114
0,2	225,7	2,413	-1,014	-1,0192	-0,0052
0,3	224,4	2,437	-1,0315	-1,0417	-0,0102
0,4	222,9	2,464	-1,0428	-1,0674	-0,0247
0,5	222,2	2,476	-1,0957	-1,0791	0,0167
0,6	220,5	2,507	-1,1045	-1,1078	-0,0033
0,7	219,0	2,534	-1,1267	-1,1327	-0,006
0,8	217,6	2,558	-1,1565	-1,1557	0,0008
0,9	216,1	2,585	-1,1857	-1,1801	0,0056
1	213,8	2,626	-1,1896	-1,2178	-0,0282
1,1	212,7	2,646	-1,2396	-1,235	0,0045
1,2	210,7	2,681	-1,2641	-1,2663	-0,0022

1,3	208,9	2,712	-1,2986	-1,2939	0,0047
1,4	205,8	2,766	-1,3044	-1,3407	-0,0362
1,5	204,3	2,792	-1,3545	-1,3626	-0,0081
1,6	203,0	2,815	-1,4109	-1,3814	0,0295
1,7	199,0	2,884	-1,4162	-1,4382	-0,022
1,8	197,5	2,91	-1,4743	-1,4587	0,0157
1,9	194,3	2,965	-1,5071	-1,5016	0,0055
2	190,8	3,026	-1,5419	-1,5466	-0,0047
2,1	189,0	3,056	-1,6034	-1,5688	0,0346
2,2	184,9	3,127	-1,641	-1,6176	0,0234
2,3	180,2	3,207	-1,6802	-1,6701	0,0102
2,4	174,9	3,298	-1,7226	-1,7244	-0,0018
2,5	168,7	3,403	-1,7677	-1,7816	-0,014
2,6	160,7	3,539	-1,8134	-1,8455	-0,032
2,7	150,7	3,709	-1,8637	-1,9104	-0,0467
2,8	135,4	3,969	-1,9157	-1,9822	-0,0665
2,9	102,1	4,532	-1,9713	-2,0588	-0,0876
3	47,5	5,455	-2,0456	-2,0915	-0,0459
3,1	-36,1	6,868	-2,1282	-2,1726	-0,0444
3,2	-63,4	7,33	-2,212	-2,2578	-0,0458
3,3	-84,4	7,685	-2,2957	-2,3459	-0,0502
3,4	-93,1	7,832	-2,3795	-2,3869	-0,0074
3,5	-109,0	8,101	-2,4633	-2,4687	-0,0054
3,6	-123,3	8,342	-2,5471	-2,5494	-0,0024
3,7	-137,5	8,583	-2,6309	-2,6354	-0,0046
3,8	-143,9	8,691	-2,7146	-2,6755	0,0392
3,9	-161,8	8,993	-2,7984	-2,7901	0,0083
4	-168,2	9,102	-2,8822	-2,8312	0,051
4,1	-180,4	9,308	-2,966	-2,9093	0,0567
4,2	-193,6	9,531	-3,0498	-2,9933	0,0565

4,3	-206,3	9,746	-3,1336	-3,0752	0,0584
4,4	-218,7	9,955	-3,2173	-3,1606	0,0567
4,5	-233,5	10,205	-3,3011	-3,2815	0,0196
4,6	-238,6	10,292	-3,3849	-3,3318	0,0531
4,7	-248,1	10,452	-3,4687	-3,4433	0,0254
4,8	-255,1	10,571	-3,5525	-3,5455	0,007

**Estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina.**

**R= 1:2:1. Experimento 2.**

**Calibración.**

$V_{NaOH}$	P	$V_{NaOH}$	P
0,0	309,4	10,0	270,7
2,0	303,4	12,0	256,0
4,0	297,0	14,0	224,6
6,0	289,5	14,5	205,0
8,0	281,3	$E_0$ preliminar	368,69

**Tabla 47.** Datos experimentales para el estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\alpha$ -alanina R = 1:2:1, Experimento 2

V (ml)	E (mV)	pH	Htot	Z	Z*
0	228,6	2,39	-0,9872	-0,9971	-0,0099
0,1	227,5	2,41	-1,0107	-1,0167	-0,006
0,2	226,3	2,432	-1,0317	-1,0379	-0,0062
0,3	224,8	2,46	-1,0408	-1,0642	-0,0234
0,4	224,1	2,473	-1,0929	-1,0761	0,0168
0,5	222,6	2,5	-1,1089	-1,1019	0,007
0,6	221,0	2,529	-1,1249	-1,1291	-0,0042
0,7	219,4	2,558	-1,1454	-1,1559	-0,0105
0,8	217,6	2,591	-1,1627	-1,1856	-0,0229
0,9	216,0	2,619	-1,1918	-1,2116	-0,0198
1	215,2	2,634	-1,2506	-1,2243	0,0263
1,1	213,2	2,669	-1,2725	-1,2562	0,0163
1,2	211,1	2,707	-1,2953	-1,2898	0,0055
1,3	209,2	2,741	-1,3298	-1,3188	0,011
1,4	207,2	2,776	-1,3656	-1,3488	0,0168
1,5	204,7	2,82	-1,3943	-1,3856	0,0087
1,6	203,3	2,844	-1,4501	-1,4056	0,0445
1,7	200,8	2,888	-1,4869	-1,4409	0,0459
1,8	197,7	2,941	-1,5183	-1,4834	0,0349
1,9	194,5	2,997	-1,5544	-1,5255	0,0288
2	192,7	3,028	-1,6142	-1,5483	0,0659
2,1	187,5	3,118	-1,6365	-1,6117	0,0248
2,2	185,4	3,154	-1,6991	-1,6357	0,0635
2,3	180,7	3,234	-1,7409	-1,6869	0,054
2,4	175,0	3,332	-1,7831	-1,7437	0,0394
2,5	168,4	3,444	-1,829	-1,8021	0,0268

2,6	162,2	3,55	-1,8851	-1,85	0,035
2,7	151,8	3,727	-1,935	-1,9163	0,0187
2,8	144,8	3,846	-2,0027	-1,9518	0,0509
2,9	118,8	4,286	-2,0535	-2,0352	0,0183
3	-1,7	6,323	-2,1187	-2,1191	-0,0004
3,1	-53,5	7,199	-2,2023	-2,23	-0,0276
3,2	-77,0	7,596	-2,2861	-2,3225	-0,0364
3,3	-93,6	7,877	-2,3699	-2,4003	-0,0304
3,4	-101,6	8,012	-2,4537	-2,441	0,0127
3,5	-117,5	8,281	-2,5374	-2,5285	0,0089
3,6	-132,9	8,541	-2,6212	-2,6206	0,0006
3,8	-159,8	8,996	-2,7888	-2,7914	-0,0026
3,9	-175,1	9,255	-2,8726	-2,8896	-0,017
4	-187,5	9,464	-2,9564	-2,9684	-0,0121
4,1	-203,2	9,73	-3,0401	-3,069	-0,0289
4,2	-218,8	9,994	-3,1239	-3,1771	-0,0532
4,3	-231,7	10,212	-3,2077	-3,2844	-0,0767
4,4	-237,9	10,316	-3,2915	-3,3466	-0,0552
4,5	-248,0	10,487	-3,3753	-3,4703	-0,095
4,6	-256,1	10,624	-3,4591	-3,5971	-0,138

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β-alanina.**

**R= 1:1:1. Experimento 1.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	312,2	10,0	273,9
2,0	306,3	12,0	258,6
4,0	300,0	14,0	227,1
6,0	293,0	14,5	205,3
8,0	284,6	<i>E</i> <sub>0</sub> preliminar	371,66

**Tabla 48.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β -alanina R = 1:1:1, Experimento 1

V (ml)	E (mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0	199,9	2,851	-0,1443	-0,1539	-0,0096
0,1	196,1	2,906	-0,1751	-0,1786	-0,0035
0,2	191,7	2,971	-0,204	-0,2093	-0,0052
0,3	189,4	3,005	-0,2623	-0,2261	0,0362
0,4	180,4	3,142	-0,2597	-0,2978	-0,0381
0,5	177,5	3,188	-0,3209	-0,3228	-0,0019
0,6	171,9	3,276	-0,3661	-0,3734	-0,0073
0,7	169,0	3,322	-0,4329	-0,4005	0,0324
0,8	162,9	3,42	-0,4855	-0,4596	0,0259
0,9	156,6	3,523	-0,5432	-0,5223	0,021
1	149,5	3,639	-0,6041	-0,5921	0,0119
1,1	142,0	3,763	-0,6693	-0,6634	0,0059
1,2	134,0	3,895	-0,7382	-0,7339	0,0042
1,3	124	4,062	-0,8086	-0,811	-0,0023

1,4	111,1	4,278	-0,8812	-0,8895	-0,0083
1,5	90,9	4,618	-0,9555	-0,969	-0,0135
1,6	16,0	5,883	-1,0318	-1,0461	-0,0144
1,7	-57,2	7,121	-1,1152	-1,0861	0,0291
1,8	-93,0	7,726	-1,1991	-1,1725	0,0266
1,9	-111,5	8,038	-1,2829	-1,2585	0,0245
2	-128,0	8,317	-1,3668	-1,3664	0,0004
2,1	-142,0	8,554	-1,4507	-1,483	-0,0323
2,2	-148,5	8,664	-1,5345	-1,5446	-0,01
2,3	-160,1	8,86	-1,6184	-1,6644	-0,046
2,4	-169,9	9,026	-1,7023	-1,7728	-0,0705
2,5	-178,0	9,163	-1,7862	-1,8652	-0,079
2,6	-181,1	9,215	-1,87	-1,901	-0,031
2,7	-186,2	9,301	-1,9539	-1,9606	-0,0067
2,8	-192,0	9,399	-2,0378	-2,0292	0,0086
2,9	-202,7	9,58	-2,1216	-2,1598	-0,0382
3	-205,3	9,624	-2,2055	-2,1928	0,0127
3,1	-211,5	9,729	-2,2894	-2,2741	0,0153
3,2	-216,2	9,808	-2,3733	-2,3389	0,0344
3,3	-220,9	9,888	-2,4571	-2,4069	0,0502
3,4	-226,8	9,988	-2,541	-2,4978	0,0432
3,5	-232,3	10,081	-2,6249	-2,5887	0,0362

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β-alanina.**

**R= 1:1:1. Experimento 2.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	309,8	10,0	272
2,0	304,2	12,0	256,3
4,0	298,0	14,0	223,0
6,0	291,0	14,5	204,7
8,0	282,6	<i>E<sub>o</sub></i> preliminar	369,47

**Tabla 49.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β-alanina R = 1:1:1, Experimento 2.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0,0	199,2	2,838	-0,1723	-0,1484	0,0239
0,1	195,1	2,902	-0,1931	-0,1771	0,016
0,2	188,9	3	-0,196	-0,2239	-0,0279
0,3	186,6	3,037	-0,2544	-0,2422	0,0122
0,4	181,3	3,122	-0,2858	-0,2869	-0,0011
0,5	175,8	3,212	-0,3242	-0,3366	-0,0125
0,6	170,1	3,305	-0,3699	-0,3905	-0,0206
0,7	163,9	3,407	-0,4202	-0,4516	-0,0315
0,8	160,8	3,458	-0,49	-0,4826	0,0074
0,9	155,1	3,552	-0,5517	-0,5401	0,0116
1,0	147,2	3,684	-0,6116	-0,6186	-0,007
1,1	139,9	3,806	-0,6788	-0,6872	-0,0084
1,2	131,0	3,955	-0,7477	-0,7632	-0,0155
1,3	121,2	4,12	-0,82	-0,8343	-0,0143

1,4	111,5	4,283	-0,896	-0,8909	0,005
1,5	91,8	4,615	-0,9705	-0,9684	0,0022
1,6	34,4	5,585	-1,0471	-1,0404	0,0068
1,7	-74,2	7,421	-1,1302	-1,1183	0,0118
1,8	-101,7	7,886	-1,214	-1,2123	0,0018
1,9	-119	8,178	-1,2979	-1,3087	-0,0108
2,0	-126,5	8,305	-1,3818	-1,3609	0,0209
2,1	-140,1	8,535	-1,4656	-1,4727	-0,0071
2,2	-151,6	8,729	-1,5495	-1,5833	-0,0338
2,3	-157,5	8,829	-1,6334	-1,6448	-0,0114
2,4	-171,8	9,071	-1,7172	-1,803	-0,0857
2,5	-179,3	9,198	-1,8011	-1,889	-0,0879
2,6	-186,1	9,312	-1,885	-1,9684	-0,0834
2,7	-188,8	9,358	-1,9689	-2,0002	-0,0314
2,8	-195,1	9,465	-2,0527	-2,0756	-0,0229
2,9	-200,8	9,561	-2,1366	-2,1456	-0,009
3,0	-206,3	9,654	-2,2205	-2,2155	0,0049
3,2	-214,1	9,786	-2,3882	-2,3202	0,068
3,3	-219	9,869	-2,4721	-2,3902	0,0819
3,4	-224,3	9,958	-2,556	-2,4704	0,0855
3,5	-229,6	10,048	-2,6398	-2,556	0,0838
3,6	-234,7	10,134	-2,7237	-2,644	0,0797

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β-alanina.**

**R= 1:1:2. Experimento 1.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	306,6	10,0	269,7
2,0	301,7	12,0	254,8
4,0	295,5	14,0	224,4
6,0	288,5	14,5	205,1
8,0	280,1	<i>E<sub>0</sub>preliminar</i>	366,37

**Tabla 50.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β-alanina R = 1:1:2, Experimento 1.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0,0	164,5	3,318	0,2307	0,256	0,0253
0,1	160,8	3,38	0,1684	0,185	0,0166
0,2	157,1	3,443	0,1032	0,1125	0,0093
0,3	153,3	3,507	0,036	0,0372	0,0012
0,4	149,5	3,57	-0,0336	-0,0372	-0,0037
0,5	146,0	3,629	-0,1058	-0,1065	-0,0006
0,6	144,0	3,663	-0,1838	-0,1455	0,0383
0,7	137,7	3,77	-0,2514	-0,2658	-0,0144
0,8	135,4	3,809	-0,3303	-0,308	0,0223
0,9	130,5	3,891	-0,4049	-0,3945	0,0104
1,0	125,1	3,983	-0,4803	-0,4831	-0,0028
1,1	119,0	4,086	-0,5565	-0,5738	-0,0173
1,2	112,2	4,201	-0,6337	-0,6624	-0,0287

1,3	104,2	4,336	-0,7117	-0,7497	-0,0381
1,4	98,8	4,427	-0,7924	-0,799	-0,0065
1,5	78,4	4,772	-0,869	-0,9269	-0,0578
1,6	63,7	5,021	-0,9502	-0,9778	-0,0276
1,7	-23,3	6,491	-1,0308	-1,0596	-0,0288
1,8	-69,5	7,272	-1,1145	-1,1227	-0,0083
1,9	-90,5	7,627	-1,1982	-1,1929	0,0054
2,0	-104,7	7,867	-1,282	-1,264	0,018
2,1	-117,4	8,082	-1,3658	-1,3466	0,0192
2,2	-123,4	8,183	-1,4496	-1,3922	0,0574
2,3	-137,9	8,429	-1,5334	-1,5197	0,0137
2,4	-142,8	8,511	-1,6171	-1,5678	0,0493
2,5	-152,1	8,669	-1,7009	-1,6657	0,0352
2,6	-161,0	8,819	-1,7847	-1,7663	0,0184
2,7	-169,1	8,956	-1,8685	-1,8633	0,0052
2,8	-176,5	9,081	-1,9523	-1,9563	-0,004
2,9	-183,8	9,205	-2,0361	-2,0527	-0,0166
3,0	-187,3	9,264	-2,1198	-2,1008	0,0191
3,1	-193,9	9,375	-2,2036	-2,1956	0,008
3,2	-199,9	9,477	-2,2874	-2,2875	-0,0001
3,3	-205,5	9,571	-2,3712	-2,3791	-0,0079
3,4	-211,1	9,666	-2,455	-2,4776	-0,0226
3,5	-213,6	9,708	-2,5388	-2,5241	0,0146
3,6	-218,4	9,789	-2,6225	-2,6183	0,0043
3,8	-227,5	9,943	-2,7901	-2,8167	-0,0266
3,9	-230,8	9,999	-2,8739	-2,8959	-0,022
4,0	-234,2	10,057	-2,9577	-2,9819	-0,0242
4,1	-238,0	10,121	-3,0414	-3,0834	-0,0419
4,2	-241,1	10,173	-3,1252	-3,1705	-0,0452
4,3	-242,5	10,197	-3,209	-3,2113	-0,0023

4,4	-245,5	10,248	-3,2928	-3,301	-0,0082
4,5	-248,2	10,293	-3,3766	-3,3847	-0,0081
4,6	-250,5	10,332	-3,4604	-3,4582	0,0022
4,7	-251,8	10,354	-3,5441	-3,5008	0,0434
4,8	-254,6	10,401	-3,6279	-3,5938	0,0341

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β-alanina.**

**R= 1:1:2. Experimento 2.**

**Calibración.**

<b>V<sub>NaOH</sub> (ml)</b>	<b>Potencial (mV)</b>	<b>V<sub>NaOH</sub> (ml)</b>	<b>Potencial (mV)</b>
0,0	309,2	10,0	271,1
2,0	303,0	12,0	255,9
4,0	296,8	14,0	225,5
6,0	289,8	14,5	203,8
8,0	281,3	<i>E<sub>0</sub></i> preliminar	368,40

**Tabla 51.** Datos experimentales para el estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico- $\beta$  - alanina R = 1:1:2, Experimento 2.

V(ml)	E(mV)	pH	Htot	Z	Z*
0,0	164,4	3,339	0,2408	0,2323	-0,0085
0,1	161,2	3,393	0,1749	0,1703	-0,0046
0,2	157,6	3,454	0,1088	0,0994	-0,0094
0,3	155,7	3,486	0,0333	0,0619	0,0286
0,4	152,0	3,549	-0,0358	-0,0118	0,024
0,6	143,8	3,687	-0,1772	-0,1732	0,004
0,7	139,6	3,758	-0,2505	-0,2532	-0,0027
0,8	137,3	3,797	-0,3293	-0,2957	0,0336
0,9	132,6	3,877	-0,404	-0,3794	0,0246
1	124,5	4,014	-0,4754	-0,5114	-0,036
1,1	121,4	4,066	-0,5554	-0,5571	-0,0017
1,2	114,7	4,179	-0,6324	-0,6468	-0,0144
1,3	107,7	4,298	-0,7107	-0,7267	-0,016
1,4	97,4	4,472	-0,7887	-0,8203	-0,0316
1,5	81,8	4,735	-0,8671	-0,9169	-0,0498
1,7	-31,9	6,657	-1,0283	-1,0668	-0,0386
1,8	-72,6	7,345	-1,112	-1,1343	-0,0223
1,9	-83,8	7,535	-1,1958	-1,1709	0,0249
2	-107,2	7,93	-1,2795	-1,2863	-0,0068
2,1	-113,4	8,035	-1,3633	-1,3269	0,0364
2,2	-125,1	8,233	-1,4471	-1,416	0,0311
2,3	-135,3	8,405	-1,5309	-1,5066	0,0243
2,4	-143,4	8,542	-1,6147	-1,5864	0,0283
2,5	-152,5	8,696	-1,6984	-1,6836	0,0148
2,6	-161,1	8,841	-1,7822	-1,7819	0,0003
2,7	-165,1	8,909	-1,866	-1,8294	0,0366

2,8	-173,3	9,048	-1,9498	-1,931	0,0188
2,9	-180,5	9,169	-2,0336	-2,0247	0,0089
3	-187,4	9,286	-2,1174	-2,1194	-0,002
3,1	-193,9	9,396	-2,2011	-2,2139	-0,0128
3,2	-200,0	9,499	-2,2849	-2,3086	-0,0237
3,3	-202,8	9,546	-2,3687	-2,3544	0,0143
3,4	-208,4	9,641	-2,4525	-2,451	0,0015
3,6	-218,3	9,808	-2,6201	-2,6413	-0,0212
3,7	-222,5	9,879	-2,7038	-2,731	-0,0271
3,8	-224,7	9,917	-2,7876	-2,7804	0,0072
3,9	-228,7	9,984	-2,8714	-2,8746	-0,0032
4	-232,7	10,052	-2,9552	-2,9748	-0,0196
4,1	-234,2	10,077	-3,039	-3,0142	0,0248
4,2	-239,7	10,17	-3,1228	-3,1655	-0,0427
4,3	-241,2	10,196	-3,2065	-3,2091	-0,0026
4,4	-244,1	10,245	-3,2903	-3,2957	-0,0054
4,5	-247,0	10,294	-3,3741	-3,3855	-0,0114
4,6	-249,8	10,341	-3,4579	-3,4752	-0,0173
4,7	-250,8	10,358	-3,5417	-3,5082	0,0335
4,8	-253,8	10,409	-3,6255	-3,6081	0,0173

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β-alanina.**

**R= 1:2:1. Experimento 1.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	310,8	10,0	271,5
2,0	304,7	12,0	256,5
4,0	298,2	14,0	224,9
6,0	290,7	14,5	202,3
8,0	282,3	<i>E<sub>0</sub>preliminar</i>	370,18

**Tabla 52.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β -alanina R = 1:2:1, Experimento 1.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0	219,1	2,522	-0,6587	-0,6611	-0,0024
0,1	217,1	2,553	-0,6727	-0,6824	-0,0097
0,2	214,4	2,597	-0,6687	-0,7114	-0,0427
0,4	210,9	2,653	-0,7351	-0,7487	-0,0136
0,5	208,5	2,692	-0,7555	-0,7747	-0,0192
0,6	207,1	2,715	-0,8041	-0,7903	0,0139
0,7	204,5	2,757	-0,8281	-0,8186	0,0095
0,8	203,1	2,78	-0,8825	-0,8338	0,0487
0,9	200,1	2,829	-0,9064	-0,8672	0,0392
1	197,0	2,88	-0,9346	-0,9021	0,0325
1,1	193,6	2,936	-0,964	-0,9411	0,023
1,2	190,0	2,995	-0,997	-0,9831	0,0139
1,3	186,3	3,056	-1,0351	-1,0272	0,008
1,4	182,4	3,121	-1,077	-1,0746	0,0024
1,5	178,2	3,191	-1,1218	-1,1268	-0,005

1,6	173,9	3,263	-1,1716	-1,1814	-0,0099
1,7	171,8	3,298	-1,2408	-1,2083	0,0325
1,8	165,8	3,398	-1,2882	-1,2866	0,0016
1,9	160,7	3,484	-1,347	-1,3538	-0,0068
2	158,1	3,527	-1,4198	-1,3879	0,032
2,1	152,4	3,623	-1,4829	-1,4623	0,0206
2,2	146,3	3,726	-1,549	-1,5398	0,0092
2,3	143,1	3,78	-1,6251	-1,579	0,046
2,4	132,9	3,951	-1,6895	-1,6956	-0,0061
2,5	124,3	4,096	-1,762	-1,7803	-0,0183
2,6	119,0	4,185	-1,8404	-1,8261	0,0143
2,7	105,7	4,41	-1,9147	-1,9186	-0,0039
2,8	84,9	4,762	-1,9907	-2,0082	-0,0174
2,9	-15,4	6,457	-2,0684	-2,0912	-0,0229
3	-117,8	8,188	-2,152	-2,1608	-0,0087
3,1	-144,3	8,636	-2,2358	-2,2493	-0,0135
3,2	-153,5	8,792	-2,3196	-2,2942	0,0254
3,3	-169,8	9,067	-2,4034	-2,3936	0,0098
3,4	-182,3	9,279	-2,4872	-2,4869	0,0003
3,5	-193,1	9,461	-2,5709	-2,5798	-0,0089
3,6	-202,6	9,622	-2,6547	-2,6716	-0,0169
3,7	-211,6	9,774	-2,7385	-2,7682	-0,0297
3,8	-215,7	9,843	-2,8223	-2,8157	0,0066
3,9	-223,5	9,975	-2,9061	-2,9128	-0,0067
4	-230,8	10,099	-2,9899	-3,0125	-0,0226
4,1	-234,3	10,158	-3,0736	-3,0637	0,0099
4,2	-240,7	10,266	-3,1574	-3,1634	-0,006
4,3	-248,9	10,405	-3,2412	-3,3038	-0,0626
4,4	-251,1	10,442	-3,325	-3,3443	-0,0193

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β-alanina.**

**R= 1:2:1. Experimento 2.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	309,8	10,0	272,6
2,0	304,3	12,0	257,8
4,0	298,2	14,0	226,9
6,0	291,1	14,5	208,4
8,0	283,1	<i>E<sub>0</sub>preliminar</i>	369,24

**Tabla 53.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-β - alanina R = 1:2:1, Experimento 2.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0	221,2	2,509	-0,6405	-0,6523	-0,0118
0,1	219,4	2,537	-0,66	-0,6714	-0,0114
0,2	217,5	2,567	-0,6797	-0,6915	-0,0118
0,3	215,4	2,601	-0,6971	-0,7139	-0,0168
0,4	214,3	2,619	-0,7489	-0,7254	0,0235
0,5	211,9	2,657	-0,7645	-0,7512	0,0133
0,6	209,5	2,696	-0,7855	-0,7771	0,0084
0,7	207,0	2,737	-0,808	-0,8049	0,0031
0,8	204,2	2,783	-0,8305	-0,8356	-0,0051
0,9	201,4	2,828	-0,8587	-0,8666	-0,008
1	199,8	2,854	-0,9136	-0,8844	0,0292
1,1	196,6	2,907	-0,9432	-0,9207	0,0225
1,2	193,1	2,964	-0,9743	-0,9611	0,0132
1,4	185,3	3,093	-1,0459	-1,054	-0,0082

1,5	183,3	3,126	-1,1094	-1,0784	0,0311
1,6	179,0	3,198	-1,1538	-1,1319	0,0219
1,7	174,6	3,271	-1,2034	-1,1879	0,0155
1,8	170,0	3,348	-1,2568	-1,2474	0,0094
1,9	165,1	3,43	-1,3136	-1,3117	0,0019
2	160,0	3,516	-1,3741	-1,3789	-0,0048
2,1	157,3	3,561	-1,4473	-1,4142	0,0331
2,2	151,6	3,657	-1,5119	-1,4881	0,0238
2,3	145,6	3,758	-1,5795	-1,5633	0,0162
2,4	138,8	3,872	-1,6489	-1,6438	0,0051
2,5	131,1	4,002	-1,7203	-1,7268	-0,0065
2,6	123,9	4,123	-1,7955	-1,7947	0,0008
2,7	118,7	4,211	-1,8743	-1,8381	0,0362
2,8	96,1	4,593	-1,9451	-1,9723	-0,0272
2,9	58,0	5,237	-2,0217	-2,0624	-0,0406
3	-74,8	7,482	-2,1034	-2,1068	-0,0033
3,1	-122,9	8,295	-2,1872	-2,1767	0,0105
3,2	-147,7	8,714	-2,271	-2,2707	0,0003
3,3	-164,4	8,997	-2,3548	-2,3656	-0,0108
3,4	-177,1	9,211	-2,4385	-2,4554	-0,0169
3,5	-188,7	9,407	-2,5223	-2,5511	-0,0287
3,6	-194,1	9,499	-2,6061	-2,6002	0,006
3,7	-203,3	9,654	-2,6899	-2,6912	-0,0013
3,8	-212,1	9,803	-2,7737	-2,7877	-0,014
3,9	-216,3	9,874	-2,8575	-2,8374	0,0201
4	-224,1	10,006	-2,9412	-2,9367	0,0046
4,1	-231,5	10,131	-3,025	-3,0402	-0,0151
4,2	-238,3	10,246	-3,1088	-3,1443	-0,0354
4,3	-243,4	10,332	-3,1926	-3,2286	-0,036

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina.**

**R= 1:1:1. Experimento 1.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	310,6	10,0	267,3
2,0	304,0	12,0	256,8
4,0	295,5	14,0	227,0
6,0	290,1	14,5	206,3
8,0	281,7	<i>E<sub>o</sub> preliminar</i>	369,33

**Tabla 54.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina R = 1:1:1, Experimento 1.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	Z	Z*
0	224,4	2,465	-0,7922	-0,8002	-0,0079
0,2	220,1	2,531	-0,8085	-0,828	-0,0195
0,3	217,8	2,567	-0,8193	-0,842	-0,0227
0,4	215,5	2,603	-0,8352	-0,8552	-0,0201
0,5	214,3	2,622	-0,8865	-0,8618	0,0247
0,6	211,6	2,664	-0,8992	-0,8762	0,023
0,7	208,7	2,71	-0,9134	-0,8907	0,0226
0,8	205,4	2,763	-0,9255	-0,906	0,0195
0,9	201,6	2,824	-0,936	-0,9222	0,0138
1	197,2	2,896	-0,9454	-0,9392	0,0062
1,1	192,6	2,971	-0,9637	-0,9546	0,0091
1,2	189,5	3,022	-1,0093	-0,9639	0,0454
1,4	173,6	3,284	-1,0344	-1	0,0344

1,5	159,3	3,523	-1,045	-1,0198	0,0253
1,6	147,1	3,727	-1,0913	-1,0304	0,0609
1,7	39,2	5,549	-1,1132	-1,0597	0,0535
1,8	-26,6	6,661	-1,1962	-1,1761	0,0201
1,9	-45,3	6,977	-1,28	-1,2752	0,0047
2	-61,1	7,244	-1,3638	-1,3902	-0,0264
2,1	-70,1	7,397	-1,4477	-1,4647	-0,017
2,2	-84,2	7,635	-1,5316	-1,5856	-0,054
2,3	-93,2	7,787	-1,6154	-1,6604	-0,045
2,4	-99,4	7,892	-1,6993	-1,7093	-0,01
2,5	-117,5	8,198	-1,7832	-1,8363	-0,0531
2,6	-128,5	8,384	-1,8671	-1,9019	-0,0349
2,7	-135,7	8,505	-1,9509	-1,9411	0,0099
2,8	-151,5	8,773	-2,0348	-2,021	0,0138
2,9	-172,2	9,123	-2,1187	-2,1254	-0,0067
3	-196,3	9,53	-2,2025	-2,2706	-0,0681
3,1	-204,3	9,665	-2,2864	-2,3291	-0,0427
3,2	-210,2	9,765	-2,3703	-2,3768	-0,0065
3,3	-216,0	9,863	-2,4541	-2,4279	0,0262
3,4	-223,7	9,993	-2,538	-2,5033	0,0347
3,5	-232,5	10,142	-2,6219	-2,602	0,0199
3,6	-240,7	10,28	-2,7058	-2,7089	-0,0031
3,7	-244,1	10,338	-2,7896	-2,7584	0,0312
3,8	-254,6	10,515	-2,8735	-2,9343	-0,0608

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina.**

**R= 1:1:1. Experimento 2.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	310,9	10,0	272,2
2,0	304,8	12,0	257,4
4,0	298,4	14,0	227,8
6,0	291,1	14,5	207,8
8,0	282,9	<i>E</i> <sub>0</sub> preliminar	370,08

**Tabla 55.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina R = 1:1:1, Experimento 2.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	z	Z*
0	224,8	2,451	-0,7655	-0,7937	-0,0282
0,2	221,6	2,501	-0,8128	-0,8156	-0,0028
0,4	217,3	2,57	-0,8357	-0,8429	-0,0073
0,6	213,6	2,63	-0,895	-0,8643	0,0307
0,8	207,8	2,724	-0,9153	-0,8947	0,0206
0,9	204,3	2,781	-0,9243	-0,9109	0,0134
1	200,4	2,845	-0,9347	-0,9272	0,0075
1,1	195,9	2,919	-0,9455	-0,9439	0,0016
1,2	193,2	2,963	-0,9913	-0,953	0,0384
1,3	187,5	3,058	-1,0052	-0,9699	0,0353
1,4	179,5	3,191	-1,0126	-0,9892	0,0234
1,5	169,3	3,361	-1,0269	-1,0074	0,0194
1,6	150,0	3,686	-1,0342	-1,0285	0,0057
1,7	131,1	4,004	-1,0821	-1,039	0,0432

1,8	10,4	6,044	-1,1329	-1,0833	0,0497
1,9	-27,8	6,689	-1,2166	-1,1831	0,0334
2	-47,0	7,014	-1,3004	-1,2893	0,0111
2,1	-61,9	7,266	-1,3843	-1,4002	-0,016
2,2	-68,5	7,377	-1,4681	-1,4549	0,0133
2,3	-81,6	7,599	-1,552	-1,5671	-0,0151
2,4	-93,6	7,802	-1,6359	-1,6672	-0,0313
2,5	-106,2	8,015	-1,7197	-1,7631	-0,0434
2,6	-118,8	8,228	-1,8036	-1,8472	-0,0436
2,7	-125,6	8,343	-1,8875	-1,8878	-0,0003
2,8	-147,7	8,716	-1,9714	-2,0045	-0,0331
2,9	-157,1	8,875	-2,0552	-2,0508	0,0045
3	-179,3	9,25	-2,1391	-2,167	-0,0279
3,1	-200,3	9,605	-2,223	-2,3025	-0,0795
3,2	-205,7	9,697	-2,3068	-2,3438	-0,0369
3,3	-210,5	9,778	-2,3907	-2,3833	0,0074
3,4	-219,4	9,928	-2,4746	-2,4646	0,01
3,5	-224,5	10,015	-2,5585	-2,5167	0,0418
3,6	-234,1	10,177	-2,6423	-2,6275	0,0148
3,7	-241,6	10,304	-2,7262	-2,7285	-0,0023
3,8	-248,1	10,413	-2,8101	-2,8288	-0,0187
3,9	-254,0	10,513	-2,8939	-2,9321	-0,0382

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina.**

**R= 1:1:2. Experimento 1.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	310,2	10,0	273,2
2,0	304,5	12,0	258,6
4,0	298,3	14,0	228,9
6,0	291,3	14,5	209,3
8,0	283,2	<i>E<sub>0</sub> preliminar</i>	369,39

**Tabla 56.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina R = 1:1:2, Experimento 1.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	z	Z*
0	219,6	2,51	-0,5911	-0,5906	0,0005
0,2	216,8	2,557	-0,6554	-0,6262	0,0292
0,4	211,4	2,647	-0,6494	-0,6886	-0,0392
0,5	210,1	2,669	-0,697	-0,7026	-0,0056
0,6	207,4	2,715	-0,709	-0,7303	-0,0213
0,7	206,0	2,739	-0,7592	-0,7439	0,0152
0,8	203,1	2,788	-0,7771	-0,7707	0,0064
0,9	199,8	2,843	-0,7941	-0,7987	-0,0046
1	196,0	2,908	-0,8106	-0,8279	-0,0173
1,1	191,6	2,982	-0,8276	-0,858	-0,0304
1,2	186,7	3,065	-0,8491	-0,8872	-0,0381
1,3	183,5	3,119	-0,8983	-0,904	-0,0057
1,4	176,6	3,236	-0,9199	-0,935	-0,0151

1,5	167,1	3,396	-0,941	-0,9676	-0,0266
1,6	151,8	3,655	-0,9616	-1,0022	-0,0406
1,7	109,3	4,373	-0,9823	-1,0395	-0,0572
1,8	43,3	5,489	-1,0523	-1,0604	-0,0081
1,9	-0,2	6,224	-1,1351	-1,1172	0,0179
2	-22,7	6,605	-1,2188	-1,2005	0,0183
2,1	-37,0	6,846	-1,3025	-1,2881	0,0145
2,2	-48,1	7,034	-1,3863	-1,3774	0,0089
2,3	-58,5	7,21	-1,4701	-1,4765	-0,0065
2,4	-63,1	7,288	-1,5539	-1,524	0,0299
2,5	-72,5	7,447	-1,6376	-1,6257	0,012
2,6	-81,4	7,597	-1,7214	-1,7244	-0,003
2,7	-90,6	7,752	-1,8052	-1,8259	-0,0207
2,8	-99,0	7,894	-1,889	-1,9162	-0,0272
2,9	-103,2	7,965	-1,9728	-1,9601	0,0126
3	-112,4	8,121	-2,0565	-2,0544	0,0022
3,1	-121,5	8,275	-2,1403	-2,1447	-0,0044
3,2	-126,4	8,358	-2,2241	-2,1922	0,0319
3,4	-148,3	8,728	-2,3917	-2,3975	-0,0059
3,5	-159,2	8,912	-2,4755	-2,4944	-0,0189
3,6	-168,9	9,076	-2,5592	-2,5768	-0,0176
3,7	-174,8	9,176	-2,643	-2,625	0,018
3,8	-186,5	9,374	-2,7268	-2,7171	0,0097
3,9	-198,6	9,578	-2,8106	-2,8081	0,0025
4	-210,5	9,779	-2,8944	-2,8961	-0,0017
4,1	-220,4	9,947	-2,9781	-2,9716	0,0066
4,2	-230,6	10,119	-3,0619	-3,056	0,0059
4,3	-238,7	10,256	-3,1457	-3,1322	0,0135
4,4	-242,8	10,325	-3,2295	-3,1755	0,054

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina.**

**R= 1:1:2. Experimento 2.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	311,6	10,0	273,6
2,0	305,3	12,0	258,3
4,0	299,0	14,0	227,8
6,0	291,9	14,5	210,0
8,0	283,6	<i>E</i> <sub>0</sub> preliminar	370,64

**Tabla 57.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina R = 1:1:2, Experimento 2.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	z	Z*
0	219,7	2,507	-0,6358	-0,5887	0,0472
0,2	214,6	2,593	-0,62	-0,6519	-0,0319
0,3	213,4	2,613	-0,6661	-0,6658	0,0003
0,4	211,1	2,652	-0,6804	-0,6916	-0,0111
0,5	208,7	2,692	-0,6978	-0,717	-0,0191
0,6	206,0	2,738	-0,7136	-0,7438	-0,0301
0,7	204,4	2,765	-0,7609	-0,7587	0,0022
0,8	201,4	2,816	-0,7807	-0,7852	-0,0045
0,9	197,7	2,878	-0,7947	-0,815	-0,0204
1	193,7	2,946	-0,8133	-0,844	-0,0307
1,1	188,9	3,027	-0,8308	-0,8745	-0,0437
1,2	186,0	3,076	-0,8804	-0,8909	-0,0105
1,3	180,2	3,174	-0,9055	-0,9195	-0,014
1,4	172,5	3,304	-0,929	-0,9502	-0,0212

1,5	161,2	3,495	-0,9511	-0,9831	-0,032
1,6	135,1	3,937	-0,9633	-1,0236	-0,0603
1,7	99,5	4,538	-1,0166	-1,0428	-0,0263
1,8	12,5	6,009	-1,0905	-1,091	-0,0006
1,9	-15,0	6,474	-1,174	-1,1653	0,0087
2	-31,5	6,753	-1,2577	-1,2506	0,0071
2,1	-43,6	6,957	-1,3415	-1,3388	0,0027
2,2	-52,5	7,108	-1,4253	-1,4175	0,0078
2,3	-57,5	7,192	-1,509	-1,4661	0,0429
2,4	-67,0	7,353	-1,5928	-1,5653	0,0275
2,5	-75,8	7,502	-1,6766	-1,6619	0,0147
2,6	-84,7	7,652	-1,7604	-1,7607	-0,0004
2,7	-93,4	7,799	-1,8442	-1,856	-0,0118
2,8	-102,2	7,948	-1,9279	-1,9496	-0,0217
2,9	-110,8	8,093	-2,0117	-2,0382	-0,0264
3	-115,2	8,168	-2,0955	-2,0822	0,0133
3,1	-124,6	8,327	-2,1793	-2,1748	0,0045
3,2	-136,5	8,528	-2,2631	-2,2886	-0,0255
3,3	-141,4	8,611	-2,3469	-2,3341	0,0128
3,4	-155,4	8,847	-2,4306	-2,461	-0,0304
3,5	-160,7	8,937	-2,5144	-2,5071	0,0073
3,6	-170,4	9,101	-2,5982	-2,589	0,0092
3,7	-181,7	9,292	-2,682	-2,6798	0,0022
3,8	-192,9	9,481	-2,7658	-2,7655	0,0003
3,9	-203,5	9,66	-2,8496	-2,8441	0,0055
4	-214,8	9,851	-2,9333	-2,9282	0,0052
4,1	-220,1	9,941	-3,0171	-2,9689	0,0482
4,2	-234,0	10,176	-3,1009	-3,0864	0,0145
4,3	-238,2	10,247	-3,1847	-3,1269	0,0578

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina.**

**R= 1:2:1. Experimento 1.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	311,8	10,0	273,7
2,0	306,3	12,0	259,1
4,0	300,1	14,0	229,9
6,0	292,9	14,5	210,1
8,0	284,5	<i>E<sub>0</sub>preliminar</i>	371,28

**Tabla 58.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina R = 1:2:1, Experimento 1.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	z	Z*
0	233,6	2,328	-1,118	-1,1203	-0,0023
0,2	231,3	2,371	-1,1427	-1,156	-0,0133
0,4	229,4	2,407	-1,204	-1,1846	0,0194
0,6	226,4	2,462	-1,2174	-1,2288	-0,0114
0,8	223,9	2,507	-1,272	-1,2643	0,0076
1	220,5	2,569	-1,3024	-1,3114	-0,009
1,2	216,9	2,633	-1,3447	-1,3595	-0,0149
1,4	213,8	2,689	-1,4176	-1,4	0,0176
1,6	209,3	2,768	-1,4685	-1,4558	0,0127
1,8	204,7	2,848	-1,5369	-1,5102	0,0267
2	198,4	2,958	-1,5945	-1,5806	0,0139
2,1	194,6	3,023	-1,624	-1,6207	0,0034
2,2	190,7	3,09	-1,6601	-1,6599	0,0002
2,3	188,5	3,128	-1,7203	-1,681	0,0393
2,4	183,5	3,214	-1,7568	-1,7269	0,0299

2,5	177,7	3,313	-1,7962	-1,7759	0,0202
2,6	170,2	3,441	-1,8356	-1,8326	0,003
2,7	159,6	3,621	-1,8752	-1,8999	-0,0247
2,8	153,1	3,732	-1,9397	-1,9339	0,0058
2,9	134,2	4,053	-1,9884	-2,0064	-0,018
3	84,8	4,888	-2,0448	-2,0781	-0,0333
3,1	-39,9	6,996	-2,1239	-2,1636	-0,0397
3,2	-69,3	7,493	-2,2077	-2,252	-0,0444
3,3	-80,7	7,686	-2,2914	-2,2971	-0,0057
3,4	-99,0	7,995	-2,3752	-2,3786	-0,0034
3,5	-115,0	8,266	-2,459	-2,4572	0,0018
3,6	-130,2	8,523	-2,5428	-2,5378	0,005
3,7	-145,4	8,78	-2,6266	-2,6236	0,0029
3,8	-153,4	8,915	-2,7104	-2,6702	0,0402
3,9	-169,3	9,184	-2,7941	-2,7645	0,0296
4	-183,8	9,429	-2,8779	-2,8514	0,0265
4,1	-199,7	9,698	-2,9617	-2,9488	0,0129
4,2	-214,8	9,953	-3,0455	-3,0482	-0,0027
4,3	-227,8	10,173	-3,1293	-3,1474	-0,0181
4,4	-237,3	10,333	-3,2131	-3,236	-0,023
4,5	-246,2	10,484	-3,2968	-3,3399	-0,043
4,6	-250,1	10,55	-3,3806	-3,3945	-0,0139

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina.**

**R= 1:2:1. Experimento 2.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	311,4	10,0	273,5
2,0	305,3	12,0	258,7
4,0	298,9	14,0	228,2
6,0	291,7	14,5	209,1
8,0	283,6	<i>E<sub>0</sub>preliminar</i>	370,48

**Tabla 59.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-prolina R = 1:2:1, Experimento 2.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	z	Z*
0	233,4	2,334	-1,1622	-1,1247	0,0375
0,2	230,1	2,394	-1,1318	-1,175	-0,0432
0,4	228,1	2,43	-1,1951	-1,2042	-0,0091
0,6	225,1	2,485	-1,2191	-1,2472	-0,0281
0,8	222,8	2,526	-1,2895	-1,2791	0,0105
1	219,6	2,583	-1,3347	-1,3225	0,0123
1,2	215,7	2,653	-1,3715	-1,3742	-0,0027
1,4	211,4	2,728	-1,4184	-1,4282	-0,0098
1,6	208,1	2,786	-1,5073	-1,4681	0,0393
1,8	202,5	2,883	-1,5613	-1,5331	0,0283
1,9	198,1	2,959	-1,5716	-1,5816	-0,01
2	196,3	2,99	-1,6293	-1,6006	0,0287
2,1	192,6	3,053	-1,6642	-1,6386	0,0256
2,2	188,3	3,127	-1,6993	-1,6806	0,0187

2,3	183,4	3,211	-1,7368	-1,7256	0,0112
2,4	177,6	3,31	-1,7761	-1,7747	0,0014
2,5	171,1	3,421	-1,8206	-1,8243	-0,0037
2,6	166,9	3,492	-1,8839	-1,8532	0,0307
2,7	156,3	3,672	-1,9285	-1,9163	0,0122
2,8	131,0	4,102	-1,964	-2,0145	-0,0505
2,9	109,5	4,465	-2,0316	-2,0559	-0,0243
3	-26,5	6,764	-2,103	-2,1377	-0,0347
3,1	-63,0	7,381	-2,1867	-2,2283	-0,0416
3,2	-75,5	7,593	-2,2705	-2,2747	-0,0042
3,3	-93,5	7,897	-2,3543	-2,3518	0,0025
3,4	-109,7	8,171	-2,438	-2,4289	0,0091
3,5	-125,5	8,438	-2,5218	-2,5107	0,0111
3,6	-140,5	8,691	-2,6056	-2,5938	0,0118
3,7	-153,3	8,908	-2,6894	-2,6679	0,0215
3,8	-169,6	9,183	-2,7732	-2,7646	0,0086
3,9	-185,9	9,459	-2,857	-2,8623	-0,0054
4	-201,8	9,728	-2,9407	-2,9601	-0,0193
4,1	-213,9	9,932	-3,0245	-3,0396	-0,0151
4,2	-220,9	10,05	-3,1083	-3,0899	0,0184
4,3	-233,1	10,257	-3,1921	-3,1914	0,0007
4,4	-243,7	10,436	-3,2759	-3,3039	-0,028
4,5	-247,7	10,504	-3,3597	-3,3555	0,0042
4,6	-254,6	10,62	-3,4434	-3,46	-0,0166

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-glicina.**

**R= 1:1:1. Experimento 1.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	309,5	10,0	272,5
2,0	304,3	12,0	257,9
4,0	297,9	14,0	229,2
6,0	290,9	14,5	210,1
8,0	282,6	<i>E<sub>0</sub> preliminar</i>	368,88

**Tabla 60.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-glicina R = 1:1:1, Experimento 1.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	z	Z*
0	220,0	2,526	-0,5509	-0,5794	-0,0286
1	196,9	2,905	-0,8394	-0,7955	0,0439
1,1	192,3	2,982	-0,8577	-0,8286	0,0291
1,2	187,0	3,07	-0,8786	-0,8625	0,0161
1,3	183,8	3,124	-0,9303	-0,8808	0,0495
1,4	176,5	3,246	-0,9531	-0,9171	0,036
1,5	166,6	3,412	-0,977	-0,9555	0,0215
1,6	151,2	3,671	-1,0027	-0,9956	0,0071
1,7	113,2	4,312	-1,0314	-1,0384	-0,007
1,8	62,3	5,173	-1,1011	-1,066	0,0351
1,9	18,4	5,915	-1,1832	-1,1432	0,0399
2	-3,8	6,29	-1,2668	-1,2397	0,0271
2,1	-19,8	6,561	-1,3506	-1,3412	0,0093
2,2	-33,8	6,797	-1,4344	-1,4467	-0,0123

2,3	-46,7	7,016	-1,5183	-1,5491	-0,0308
2,4	-53,2	7,125	-1,6021	-1,5998	0,0023
2,5	-71,9	7,442	-1,686	-1,7354	-0,0495
2,7	-88,4	7,72	-1,8537	-1,836	0,0177
2,8	-113,8	8,15	-1,9376	-1,9568	-0,0192
2,9	-124,8	8,336	-2,0215	-1,9983	0,0231
3	-152,1	8,797	-2,1053	-2,0903	0,015
3,1	-189	9,421	-2,1892	-2,2644	-0,0752
3,2	-203,3	9,663	-2,2731	-2,3639	-0,0909
3,3	-206,4	9,715	-2,3569	-2,3883	-0,0313
3,4	-214,1	9,845	-2,4408	-2,4532	-0,0124
3,5	-220,5	9,954	-2,5247	-2,5127	0,012
3,6	-231,3	10,136	-2,6085	-2,6262	-0,0176
3,7	-238,4	10,256	-2,6924	-2,7119	-0,0195
3,8	-245,2	10,371	-2,7763	-2,8046	-0,0284
3,9	-247,8	10,415	-2,8602	-2,8436	0,0166
4	-253,5	10,511	-2,944	-2,9361	0,008

**Estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-glicina.**

**R= 1:1:1. Experimento 2.**

**Calibración.**

$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)	$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)
0,0	309,7	10,0	272,1
2,0	304,1	12,0	257,8
4,0	297,9	14,0	227,7
6,0	290,9	14,5	206,7
8,0	282,2	$E_0$ preliminar	369,08

**Tabla 61.** Datos experimentales para el estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-glicina R = 1:1:1, Experimento 2.

V(ml)	E(mV)	pH	Htot	z	Z*
0	219,8	2,543	-0,5654	-0,5911	-0,0258
0,1	217,8	2,574	-0,5881	-0,6115	-0,0234
0,3	214,7	2,622	-0,6692	-0,642	0,0272
0,5	208,6	2,718	-0,6863	-0,6994	-0,0131
0,6	207,3	2,738	-0,7427	-0,7109	0,0318
0,7	202,6	2,813	-0,7329	-0,7511	-0,0182
0,8	200,9	2,84	-0,7873	-0,7648	0,0225
0,9	197,1	2,902	-0,8096	-0,794	0,0156
1	192,7	2,974	-0,8311	-0,8254	0,0057
1,1	190,3	3,013	-0,8855	-0,841	0,0445
1,2	181,3	3,16	-0,8772	-0,8926	-0,0154
1,3	177,5	3,223	-0,9307	-0,911	0,0197
1,4	168,3	3,376	-0,9558	-0,9481	0,0076
1,5	154,2	3,611	-0,9809	-0,9881	-0,0072
1,6	143,0	3,799	-1,0361	-1,009	0,0271
1,7	86,4	4,753	-1,0726	-1,0513	0,0213
1,8	26,7	5,763	-1,1511	-1,1178	0,0333
1,9	2,7	6,168	-1,2346	-1,2027	0,0319
2	-14,5	6,459	-1,3184	-1,3003	0,0181
2,1	-29	6,704	-1,4022	-1,4041	-0,0019
2,2	-42,2	6,927	-1,486	-1,5078	-0,0218
2,3	-48,6	7,036	-1,5699	-1,5585	0,0114
2,4	-61,6	7,255	-1,6537	-1,6581	-0,0043
2,5	-74,5	7,473	-1,7376	-1,748	-0,0104
2,6	-88,7	7,714	-1,8215	-1,834	-0,0125
2,7	-104,8	7,986	-1,9053	-1,9153	-0,0099

2,8	-113,7	8,136	-1,9892	-1,9535	0,0357
2,9	-148,2	8,719	-2,0731	-2,0746	-0,0015
3	-182	9,291	-2,1569	-2,2188	-0,0618
3,1	-197,2	9,548	-2,2408	-2,314	-0,0732
3,2	-204,8	9,676	-2,3247	-2,37	-0,0453
3,3	-212,3	9,803	-2,4086	-2,4312	-0,0227
3,4	-220,7	9,945	-2,4924	-2,5076	-0,0152
3,5	-223,7	9,996	-2,5763	-2,5372	0,0391
3,6	-238,2	10,241	-2,6602	-2,7001	-0,0399
3,7	-240,8	10,285	-2,744	-2,7338	0,0102
3,8	-247,4	10,396	-2,8279	-2,8265	0,0014
3,9	-252,7	10,486	-2,9118	-2,9102	0,0016
4	-257,8	10,572	-2,9957	-3	-0,0043

### Estudio del sistema $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-glicina.

R= 1:1:2. Experimento 1.

#### Calibración.

$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)	$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)
0,0	305,7	10,0	270,5
2,0	301,3	12,0	255,9
4,0	295,8	14,0	226,1
6,0	289,0	14,5	208,1
8,0	281,0	$E_0$ preliminar	365,62

**Tabla 62.** Datos experimentales para el estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-glicina R = 1:1:2, Experimento 1.

V(ml)	E(mV)	pH	Htot	z	Z*
0	211,4	2,67	-0,2978	-0,2991	-0,0013
0,5	201,1	2,837	-0,4923	-0,4702	0,0221
0,7	195,1	2,934	-0,5614	-0,558	0,0034
0,8	191,8	2,988	-0,5991	-0,6024	-0,0032
0,9	188,1	3,049	-0,6373	-0,6488	-0,0115
1	183,7	3,121	-0,6741	-0,6993	-0,0252
1,1	181,4	3,159	-0,7364	-0,7236	0,0128
1,3	169,7	3,354	-0,8176	-0,8274	-0,0098
1,4	161,7	3,488	-0,8606	-0,8808	-0,0202
1,5	150,7	3,672	-0,9051	-0,9356	-0,0305
1,6	131,1	4,002	-0,9491	-0,9949	-0,0458
1,7	111,4	4,334	-1,0142	-1,0259	-0,0117
1,8	52,1	5,336	-1,0832	-1,0856	-0,0024
1,9	24,7	5,799	-1,166	-1,1556	0,0104
2	7,8	6,085	-1,2495	-1,2365	0,013
2,1	-5,2	6,305	-1,3331	-1,3249	0,0082
2,2	-11,1	6,405	-1,4169	-1,3725	0,0444
2,3	-24,4	6,629	-1,5006	-1,4945	0,0061
2,4	-34,4	6,798	-1,5844	-1,5949	-0,0106
2,5	-39,4	6,883	-1,6681	-1,6463	0,0218
2,6	-48,8	7,042	-1,7519	-1,7432	0,0087
2,7	-58,5	7,206	-1,8357	-1,8413	-0,0057
2,8	-67,3	7,355	-1,9195	-1,9277	-0,0082
2,9	-76,7	7,513	-2,0032	-2,0172	-0,014
3	-86,5	7,679	-2,087	-2,1085	-0,0215
3,1	-91,7	7,767	-2,1708	-2,1563	0,0145

3,2	-101,6	7,934	-2,2546	-2,2469	0,0077
3,3	-111,8	8,107	-2,3384	-2,3393	-0,001
3,4	-122,5	8,288	-2,4221	-2,4347	-0,0126
3,5	-133,2	8,469	-2,5059	-2,5274	-0,0215
3,6	-138,9	8,565	-2,5897	-2,5751	0,0147
3,7	-150,0	8,753	-2,6735	-2,6646	0,0089
3,8	-161,5	8,947	-2,7573	-2,752	0,0053
3,9	-173,9	9,157	-2,8411	-2,84	0,0011
4	-180,2	9,263	-2,9248	-2,8823	0,0425
4,1	-200,3	9,603	-3,0086	-3,0103	-0,0017
4,2	-207,8	9,73	-3,0924	-3,0567	0,0357
4,3	-221,9	9,968	-3,1762	-3,148	0,0282
4,4	-233,9	10,171	-3,26	-3,2386	0,0213
4,5	-244,3	10,347	-3,3438	-3,3379	0,0058
4,6	-252,6	10,487	-3,4275	-3,44	-0,0125
4,7	-262,0	10,646	-3,5113	-3,5918	-0,0805

### Estudio del sistema $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-glicina.

R= 1:1:2. Experimento 2.

#### Calibración.

$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)	$V_{NaOH}$ (ml)	Potencial (mV)
0,0	311,1	10,0	274,2
2,0	305,4	12,0	259,6
4,0	299,3	14,0	228,7
6,0	292,5	14,5	209,9
8,0	284,4	$E_0$ preliminar	370,37

**Tabla 63.** Datos experimentales para el estudio del sistema  $H^+$ -Ni(II)-ácido picolínico-glicina R = 1:1:2, Experimento 2.

V(ml)	E(mV)	pH	Htot	z	Z*
0	212,5	2,663	-0,2907	-0,291	-0,0003
0,2	208,6	2,729	-0,358	-0,362	-0,004
0,4	204,4	2,799	-0,4325	-0,4342	-0,0016
0,6	200,1	2,872	-0,5188	-0,503	0,0158
0,8	193,6	2,981	-0,5858	-0,5965	-0,0108
0,9	190,1	3,04	-0,6243	-0,6422	-0,0179
1	185,8	3,113	-0,66	-0,6935	-0,0335
1,1	180,9	3,195	-0,6978	-0,7455	-0,0477
1,2	178,1	3,243	-0,7591	-0,7722	-0,0131
1,3	171,7	3,351	-0,7993	-0,8261	-0,0268
1,4	164	3,481	-0,843	-0,8786	-0,0356
1,5	148,8	3,738	-0,8752	-0,9508	-0,0757
1,6	140,1	3,885	-0,9406	-0,9783	-0,0376
1,7	69,1	5,085	-0,9814	-1,0662	-0,0848
1,8	48,3	5,437	-1,0636	-1,0962	-0,0327
1,9	24,9	5,833	-1,1466	-1,1632	-0,0166
2	8,8	6,105	-1,2301	-1,2435	-0,0134
2,1	-3,7	6,316	-1,3138	-1,3301	-0,0163
2,2	-9,3	6,411	-1,3975	-1,3757	0,0219
2,3	-19,5	6,583	-1,4813	-1,468	0,0133
2,4	-29,5	6,752	-1,565	-1,567	-0,0019
2,5	-39,6	6,923	-1,6488	-1,6709	-0,0221
2,6	-48,6	7,075	-1,7326	-1,7634	-0,0309
2,7	-57,7	7,229	-1,8163	-1,855	-0,0387
2,8	-62,4	7,308	-1,9001	-1,901	-0,0009
2,9	-72,3	7,476	-1,9839	-1,9961	-0,0122

3	-81,6	7,633	-2,0677	-2,0831	-0,0155
3,1	-86,3	7,712	-2,1515	-2,1264	0,0251
3,2	-101,2	7,964	-2,2352	-2,263	-0,0278
3,3	-106,3	8,051	-2,319	-2,3091	0,0099
3,4	-116,8	8,228	-2,4028	-2,4034	-0,0006
3,5	-126,8	8,397	-2,4866	-2,491	-0,0044
3,6	-137,4	8,576	-2,5704	-2,5806	-0,0102
3,7	-148,2	8,759	-2,6542	-2,6675	-0,0134
3,8	-153,6	8,85	-2,7379	-2,709	0,0289
3,9	-164,8	9,039	-2,8217	-2,7914	0,0303
4	-176,6	9,239	-2,9055	-2,8728	0,0327
4,1	-188,5	9,44	-2,9893	-2,9501	0,0392
4,2	-201,3	9,656	-3,0731	-3,0299	0,0432
4,3	-208,1	9,771	-3,1569	-3,0722	0,0847
4,4	-221,3	9,995	-3,2406	-3,159	0,0816
4,5	-233,8	10,206	-3,3244	-3,2567	0,0678
4,6	-244,1	10,38	-3,4082	-3,3603	0,0479
4,7	-248,4	10,453	-3,492	-3,4133	0,0787
4,8	-258,1	10,617	-3,5758	-3,5611	0,0146
4,9	-263,5	10,708	-3,6596	-3,6659	-0,0064

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-glicina.**

**R= 1:2:1. Experimento 1.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	312,5	10,0	273,6
2,0	305,7	12,0	258,9
4,0	299,3	14,0	227,7
6,0	292,2	14,5	207,9
8,0	283,8	E <sub>0</sub> preliminar	371,35

**Tabla 64.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-glicina R = 1:2:1, Experimento 1.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	z	Z*
0,3	226	2,466	-1,0022	-1,0543	-0,0521
0,4	225,3	2,477	-1,0572	-1,0658	-0,0086
0,5	224,5	2,491	-1,1086	-1,079	0,0296
0,6	222,1	2,532	-1,0957	-1,1193	-0,0236
0,7	220,6	2,557	-1,1243	-1,1441	-0,0198
0,8	219,7	2,572	-1,1773	-1,1586	0,0187
0,9	217,9	2,603	-1,2004	-1,1879	0,0124
1	216,0	2,635	-1,2243	-1,2185	0,0058
1,1	214,0	2,669	-1,2494	-1,2503	-0,0009
1,2	212,0	2,703	-1,2789	-1,2816	-0,0028
1,3	209,8	2,74	-1,3073	-1,3156	-0,0083
1,4	208,6	2,761	-1,3622	-1,3344	0,0279
1,5	206,2	2,802	-1,3932	-1,3702	0,0229
1,6	203,5	2,848	-1,4228	-1,4097	0,0131
1,7	200,7	2,895	-1,4559	-1,4494	0,0066

1,8	197,5	2,949	-1,488	-1,4933	-0,0053
1,9	194,2	3,005	-1,5246	-1,5368	-0,0123
2	192,4	3,035	-1,5854	-1,5596	0,0258
2,1	188,6	3,099	-1,6247	-1,6062	0,0185
2,2	184,0	3,177	-1,6626	-1,6592	0,0034
2,3	178,8	3,265	-1,7033	-1,7143	-0,011
2,4	172,7	3,368	-1,7463	-1,7725	-0,0262
2,5	165,3	3,493	-1,7918	-1,8339	-0,0421
2,6	155,5	3,659	-1,8392	-1,9007	-0,0616
2,7	148,7	3,774	-1,9047	-1,9381	-0,0334
2,8	128,6	4,114	-1,9555	-2,0146	-0,0591
2,9	61,8	5,243	-2,0135	-2,0905	-0,077
3	12,0	6,085	-2,0955	-2,1233	-0,0279
3,1	-28,9	6,776	-2,179	-2,206	-0,027
3,2	-51,5	7,158	-2,2628	-2,2842	-0,0215
3,3	-69,7	7,466	-2,3465	-2,361	-0,0144
3,4	-86,3	7,747	-2,4303	-2,4404	-0,01
3,5	-94,5	7,885	-2,5141	-2,4828	0,0313
3,6	-117,2	8,269	-2,5979	-2,6106	-0,0127
3,7	-125,2	8,404	-2,6817	-2,6578	0,0239
3,8	-141,1	8,673	-2,7654	-2,7528	0,0126
3,9	-149,0	8,806	-2,8492	-2,7994	0,0498
4	-172,5	9,204	-2,933	-2,932	0,001
4,1	-192,3	9,538	-3,0168	-3,0338	-0,017
4,2	-193,3	9,555	-3,1006	-3,0387	0,0618
4,3	-209,7	9,833	-3,1844	-3,12	0,0644
4,4	-225,8	10,105	-3,2681	-3,2104	0,0577
4,5	-238,6	10,321	-3,3519	-3,3064	0,0455
4,6	-248,4	10,487	-3,4357	-3,4079	0,0278
4,7	-255,8	10,612	-3,5195	-3,509	0,0105

**Estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-glicina.**

**R= 1:2:1. Experimento 2.**

**Calibración.**

V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)	V <sub>NaOH</sub> (ml)	Potencial (mV)
0,0	308,2	10,0	270,1
2,0	302,2	12,0	255,7
4,0	296,0	14,0	225,2
6,0	288,8	14,5	209,0
8,0	280,4	<i>E</i> <sub>0</sub> preliminar	367,34

**Tabla 65.** Datos experimentales para el estudio del sistema H<sup>+</sup>-Ni(II)-ácido picolínico-glicina R = 1:2:1, Experimento 2.

V(ml)	E(mV)	pH	H <sub>tot</sub>	z	Z*
0	229,1	2,377	-0,9801	-0,9646	0,0154
0,2	226,5	2,424	-1,0063	-1,0128	-0,0065
0,4	223,7	2,475	-1,038	-1,0636	-0,0256
0,6	221,7	2,511	-1,1195	-1,0989	0,0206
0,8	218,2	2,574	-1,1492	-1,16	-0,0109
1	214,7	2,637	-1,1962	-1,2201	-0,024
1,2	211,8	2,688	-1,2783	-1,2676	0,0108
1,4	207,3	2,767	-1,33	-1,3391	-0,0091
1,6	203,1	2,84	-1,407	-1,4028	0,0041
1,8	199,2	2,907	-1,5031	-1,4593	0,0439
2	192,8	3,018	-1,5739	-1,5464	0,0275
2,1	189,3	3,078	-1,6142	-1,5908	0,0234
2,2	185,1	3,15	-1,653	-1,6409	0,0121
2,3	180,3	3,232	-1,6937	-1,6941	-0,0004
2,4	175,7	3,311	-1,7431	-1,7407	0,0024

2,5	169,1	3,423	-1,7871	-1,8005	-0,0134
2,6	165,3	3,488	-1,8524	-1,8312	0,0212
2,7	155,7	3,651	-1,8996	-1,8976	0,002
2,8	133,1	4,035	-1,9361	-2,0007	-0,0646
2,9	119,2	4,27	-2,0059	-2,0365	-0,0306
3	25,2	5,859	-2,0707	-2,1104	-0,0397
3,1	-25,7	6,719	-2,154	-2,1962	-0,0422
3,2	-49,1	7,115	-2,2378	-2,2743	-0,0365
3,3	-58,4	7,272	-2,3216	-2,3112	0,0103
3,4	-75,1	7,554	-2,4053	-2,3849	0,0205
3,5	-101,3	7,997	-2,4891	-2,5188	-0,0297
3,6	-109,1	8,129	-2,5729	-2,5625	0,0104
3,7	-121,7	8,342	-2,6567	-2,6359	0,0207
3,8	-137,2	8,604	-2,7405	-2,7285	0,0119
3,9	-145,7	8,748	-2,8242	-2,779	0,0453
4	-171,0	9,176	-2,908	-2,923	-0,015
4,1	-179,7	9,323	-2,9918	-2,9691	0,0227
4,2	-197,7	9,627	-3,0756	-3,0596	0,016
4,3	-215,8	9,933	-3,1594	-3,151	0,0084
4,4	-231,5	10,198	-3,2432	-3,248	-0,0048
4,5	-243,0	10,393	-3,3269	-3,3463	-0,0194
4,6	-247,3	10,465	-3,4107	-3,393	0,0177
4,7	-255,0	10,596	-3,4945	-3,4944	0,0001