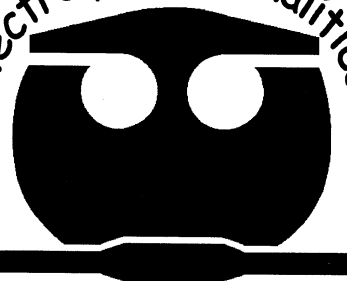


Electroquímica Analítica



FACULTAD DE QUÍMICA
U N A M

*Laboratorios
3E y3F*

Laboratorio de
Electroquímica Analítica
Investigación y
Enseñanza Experimental

*Sensores
y
biosensores
electroquímicos*

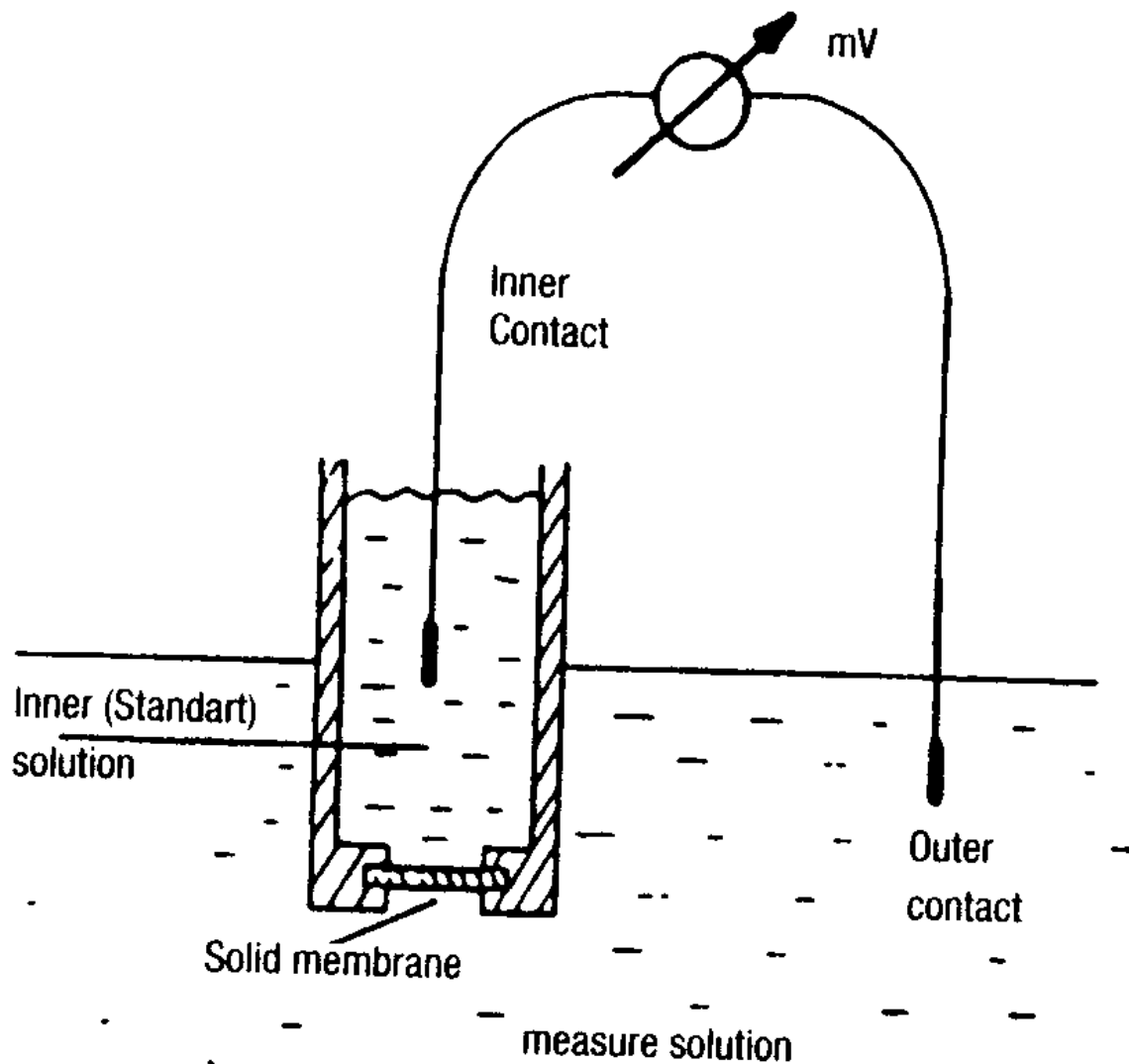
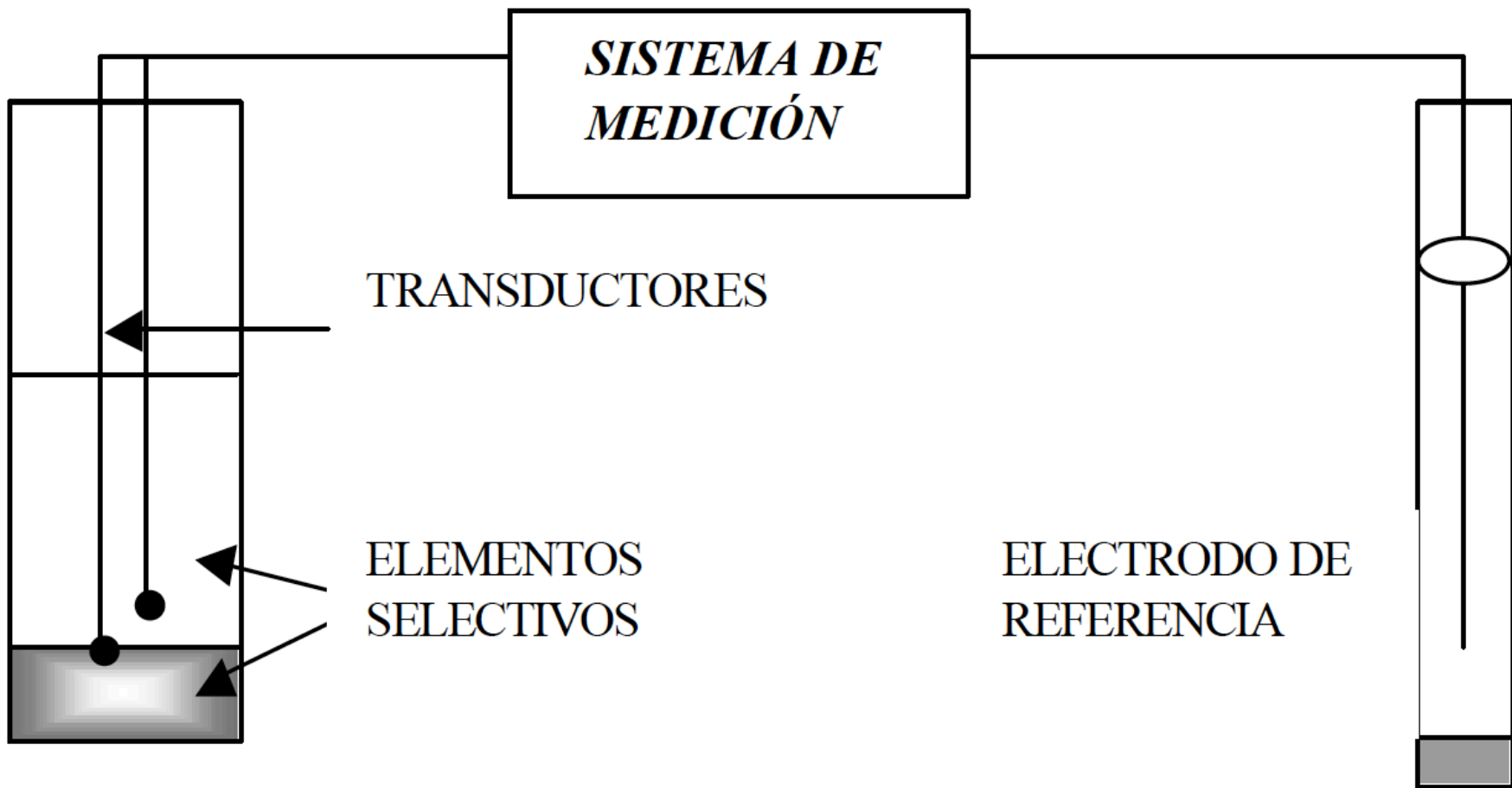
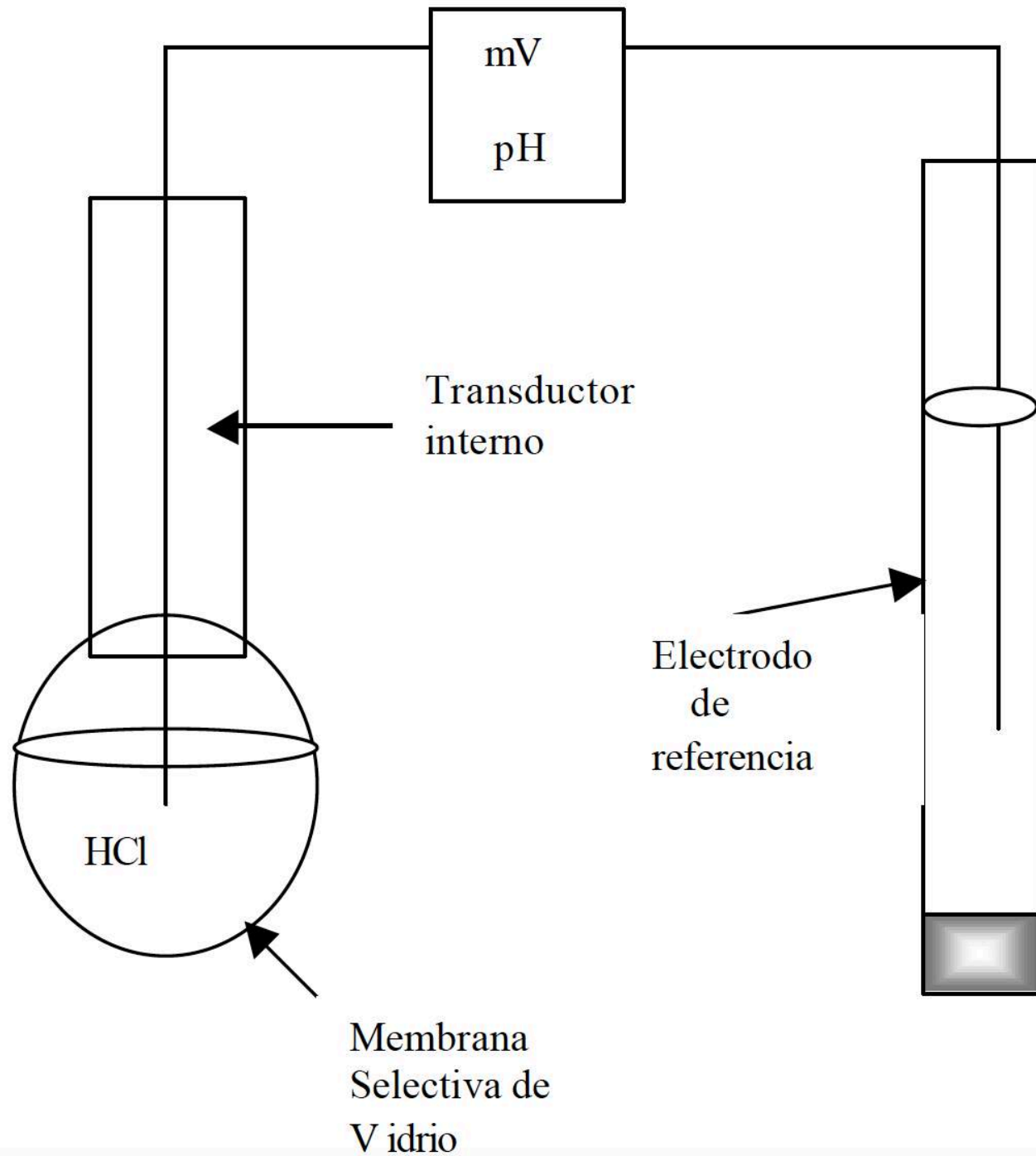


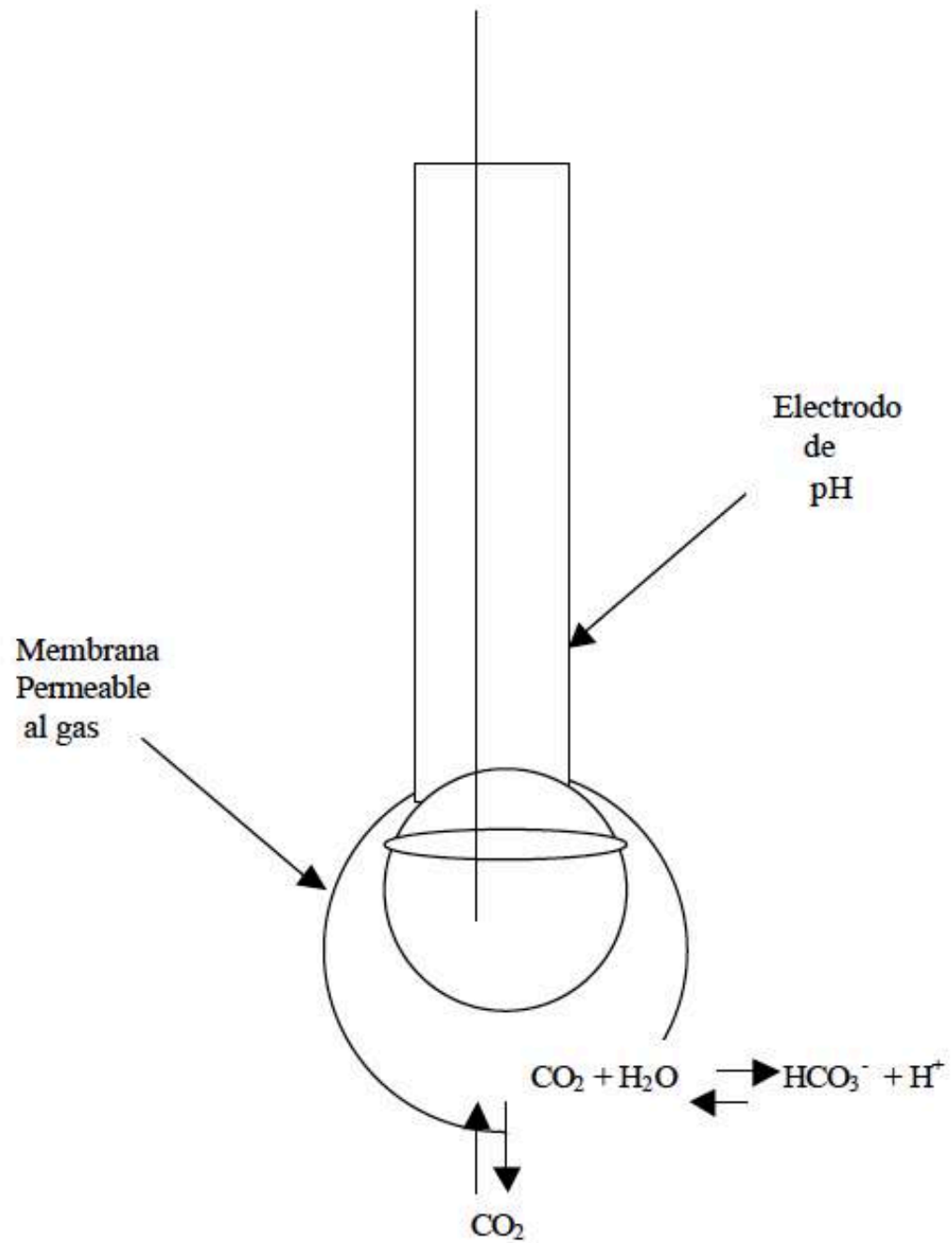
Fig. 10-14 Use of a solid membrane as an example of an ion-selective electrode.



PRIMERA ETAPA:

Elementos selectivos cristalinos inorgánicos





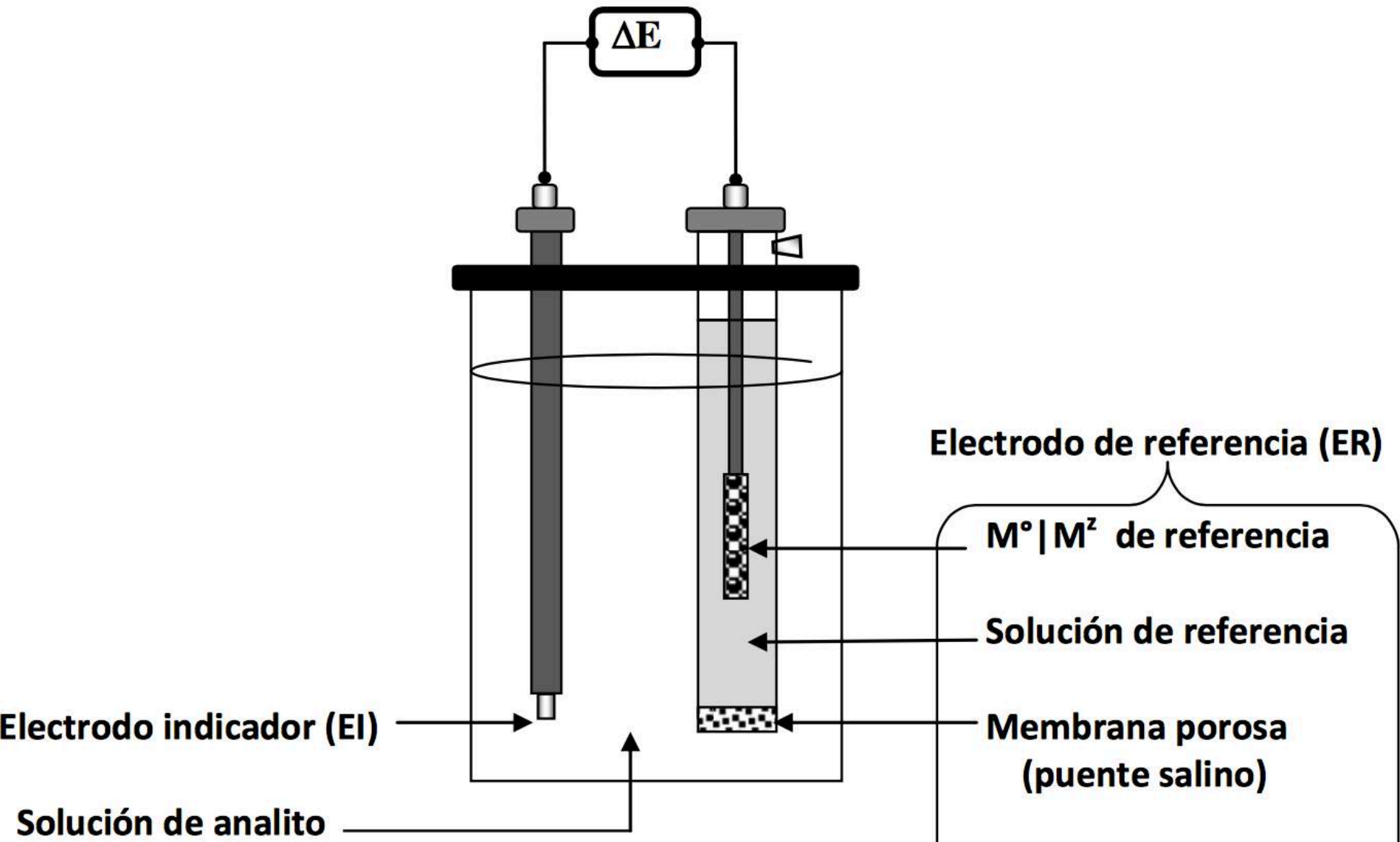
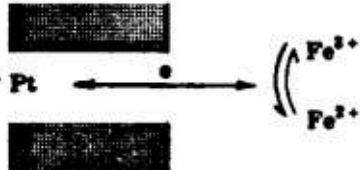
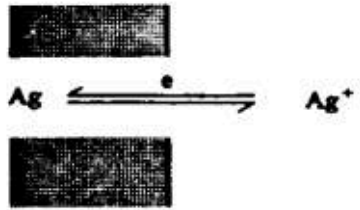
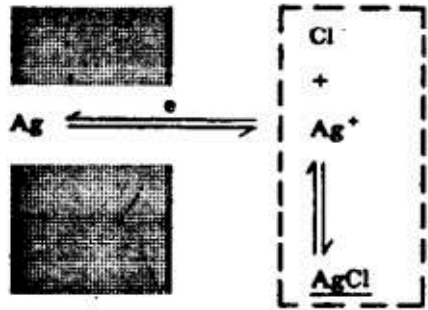
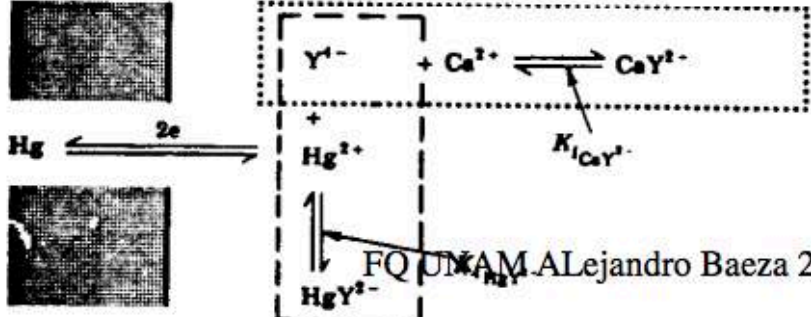


Table 28.1 Metal Indicator Electrodes

Type	Representative Electrode Reaction Mechanism	Nernst Equation
Redox		$E_{\text{ind}} = E_{\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}}^0 - \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{\text{Fe}^{2+}}}{a_{\text{Fe}^{3+}}}$
First kind		$E_{\text{ind}} = E_{\text{Ag}^+, \text{Ag}}^0 - \frac{RT}{F} \ln \frac{1}{a_{\text{Ag}^+}}$
Second kind		<p>Substitute $K_{\text{sp}} = a_{\text{Ag}^+} \cdot a_{\text{Cl}^-}$ into above equation:</p> $E_{\text{ind}} = E_{\text{Ag}^+, \text{Ag}}^0 - \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{\text{Cl}^-}}{K_{\text{sp}}}$ $= E_{\text{AgCl}, \text{Ag}}^0 - \frac{RT}{F} \ln a_{\text{Cl}^-}$
Third kind		$E_{\text{ind}} = E_{\text{HgY}_2^-, \text{Hg}}^0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{\text{HgY}_2^-} \cdot K_{1\text{CaY}_2^-}}{a_{\text{CaY}_2^-}} + \frac{RT}{2F} \ln a_{\text{Ca}^{2+}}$

ION DIANA	MATERIAL SELECTIVO	INTERFERENCIAS
FLORUROS	CRISTAL DE FLORURO DE LANTANO	HIDROXILOS
CLORUROS	CLORURO DE PLATA	HALOGENUROS, CIANUROS, AMONIACO DITIONATO, SULFUROS
BROMUROS	BROMURO DE PLATA	CIANUROS, SULFUROS
YODUROS	YODURO DE PLATA	CIANUROS,, SULFUROS
CIANUROS	YODURO DE PLATA	YUDUROS, SULFUROS
SULFUROS	SULFOCIANURO DE PLATA Y SULFURO DE PLATA	PLATA(I)
PLATA (I)	SULFURO DE PLATA	SULFUROS
CADMIO(II)	SULFURO DE CADIMIO	ACIDOS, MANGANESO, PLOMO, FIERRO, DICROMATO
PLOMO(II)	SULFURO DE PLOMO	COBRE, CADMIO
COBRE(II)	SULFURO DE COBRE	COBRE(I)
TALIO (I)	MOLIBDOFOSFATO DE TALIO EN RESINA EPOXICA	NINGUNA

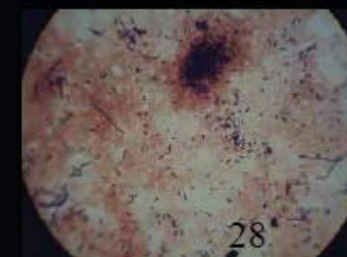
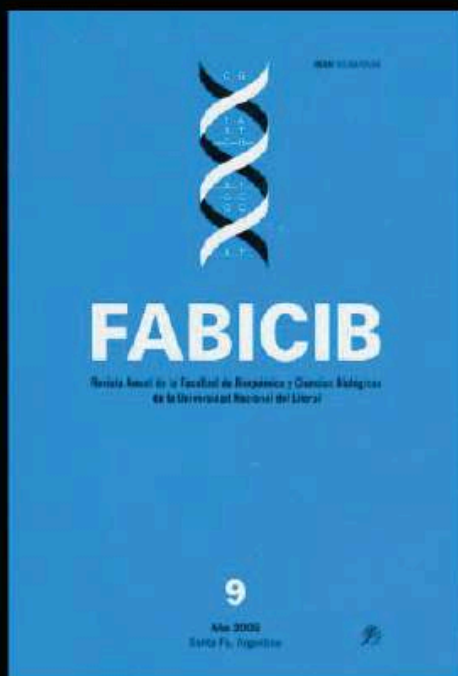
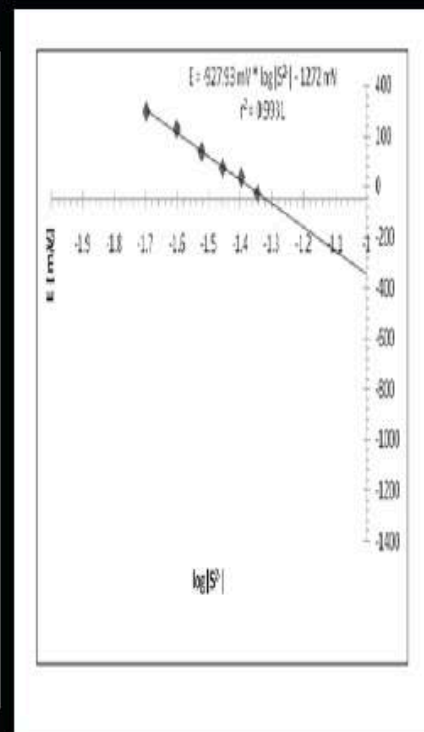
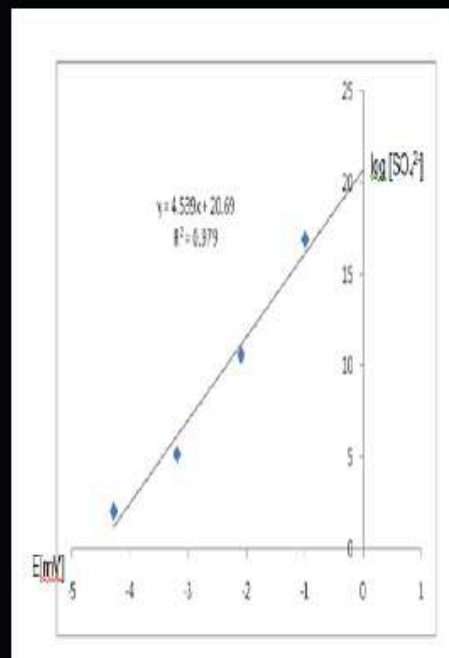
Trabajo completo

Microelectrodo selectivo de fácil construcción para la determinación de ácido sulfhídrico en un sistema microbiano

RECIBIDO: 12/08/10
ACEPTADO: 27/08/10

Vierna García, L. * • Baeza Reyes, A. **

Departamento de Química Analítica**, Departamento de Biología*
Lab. I-A Edificio A Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Ciudad Universitaria # 3000 Colonia Copilco Universidad, Coyoacán Ciudad de México DF 04360 México;
Tel-fax 525556223696 - lvierna@servidor.unam.mx*;
tel-fax 525556223750 - baeza@servidor.unam.mx**



SEGUNDA ETAPA:

Elementos selectivos :

POLI-ÓXIDOS METÁLICOS



Microcelda múltiple

*"ESTUDIO DE
DEGRADACION Y TÉCNICAS
DE CONSERVACIÓN DE
MATERIALES FÍLMICOS"*

Laboratorio 3-E/F,
Electroquímica Analítica.

Presenta: Mónica Acela
Canalizo Hernández.

Asesor: Dr. Alejandro Baeza
Reyes.

Noviembre, 2002

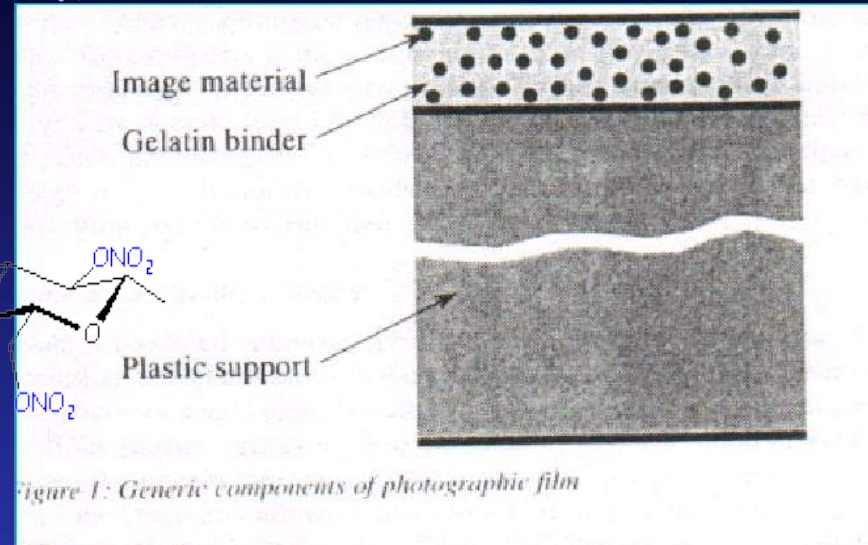
Filmoteca de la UNAM Cineteca Nacional CNA

Métodos para controlar esta reacción:

- ❖ Físicos:
 - Control de temperatura (6° C).
 - Control de humedad (RH 45%)
- ❖ Químicos:
 - **NINGUNO**

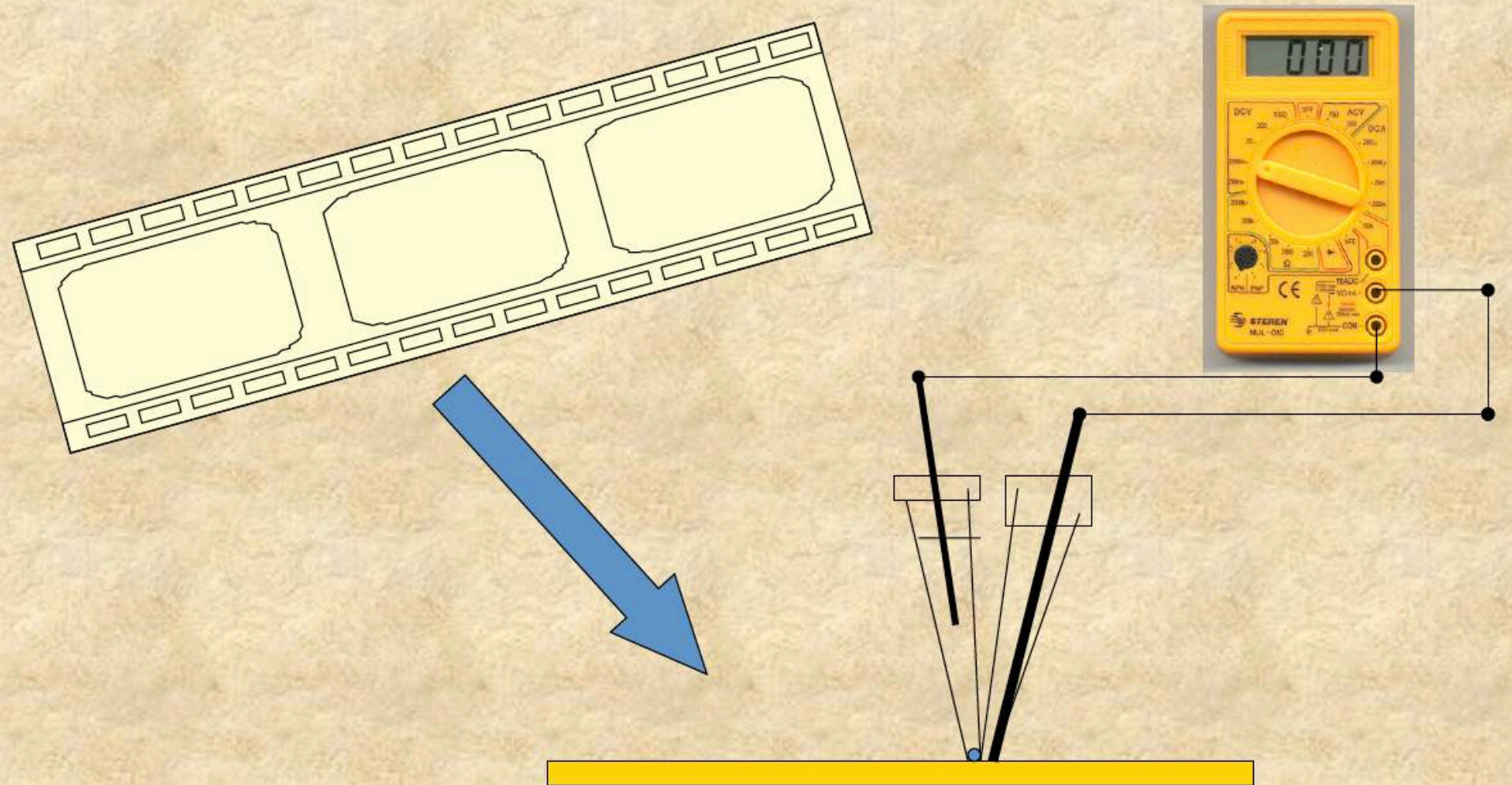
INTRODUCCIÓN

❖ Composición material fílmico:



❖ Soportes

- Nitrato de celulosa
- Acetato de celulosa
- Poliéster



Non destructive solid state pH films!

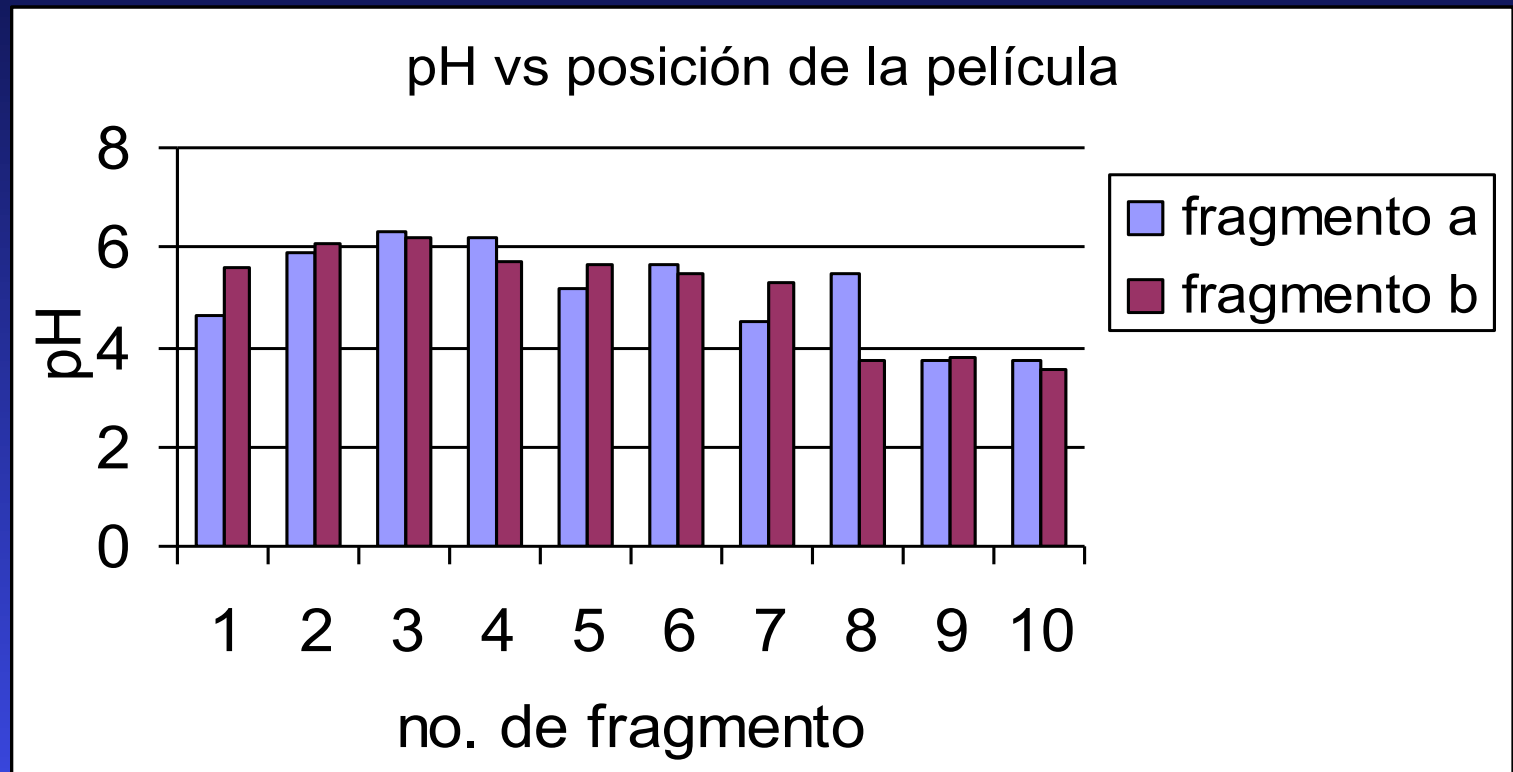
El pH asignado con el multímetro, parece no ser preciso. Los rangos de pH para la muestra en nivel dos y tres, se traslapan en algunos casos.

Por eso, se utiliza el potencióstato, empleando la misma metodología antes mencionada.

Así tenemos:

NIVEL DE DEGRADACIÓN	pH MULTÍMETRO	pH POTENCIÓSTATO
0	4.1-5.2	3.5 - 5.0
2	1.9 - 2.6	1.5 - 5
3	2.6 - 3.0	1.8 - 3

La asignación de pH se realizó con el multímetro comercial. Se opta por emplear éste por ser el más práctico y adaptable para las condiciones de las bóvedas de la Cineteca. La determinación del pH para este muestreo es:



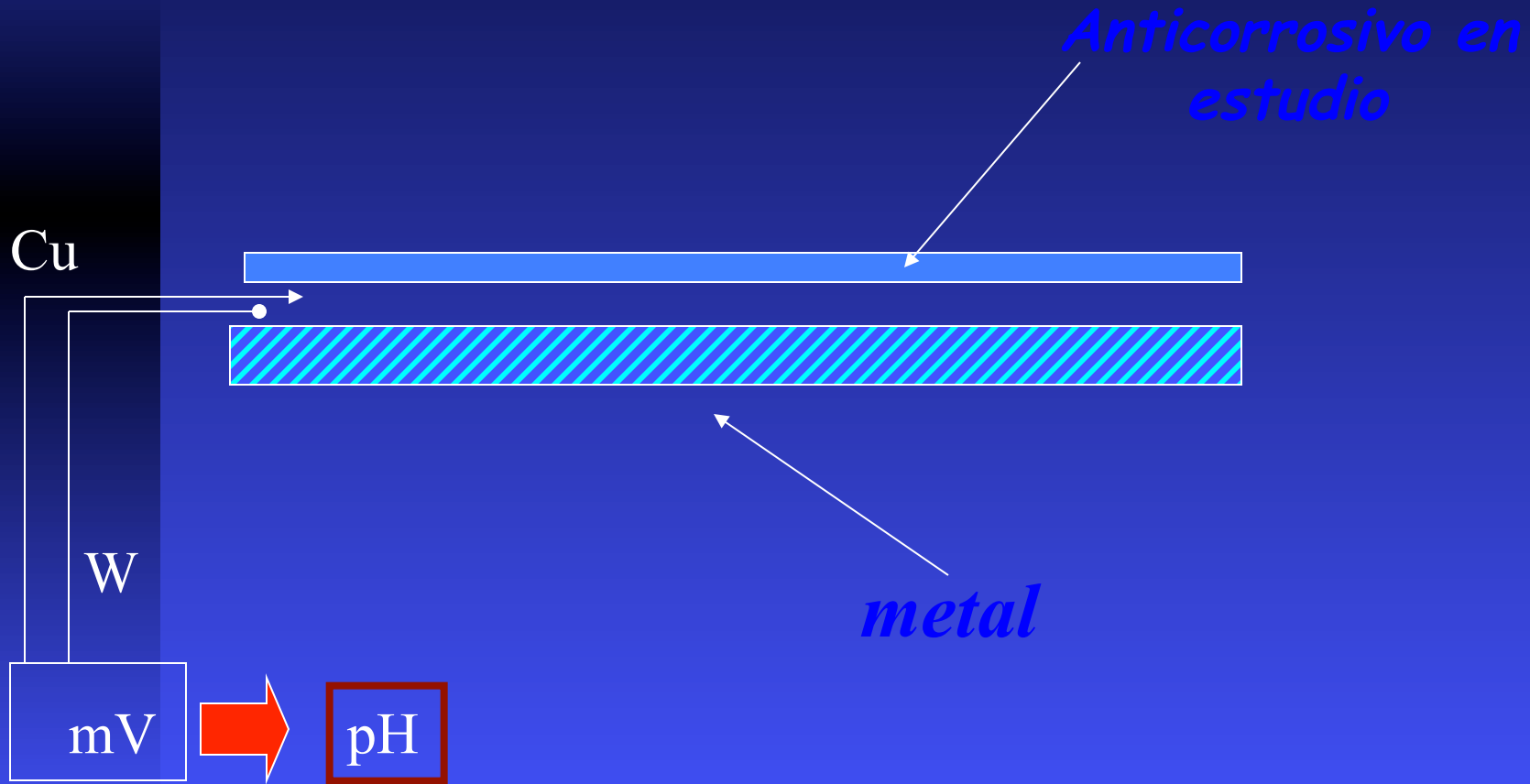
Mismo método, medición a 5 minutos.

Microsensores de W para Control de la Corrosión (Tesis doctoral)

Miguel Muñoz, Joan Genescá,, A. Baeza

Facultad de Química. Departamento de Metalurgia

2004



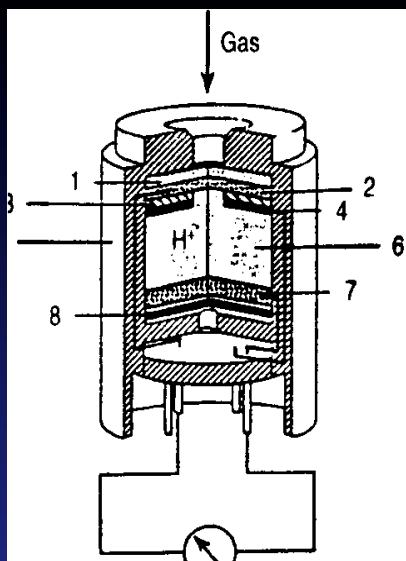


Fig. 10-18 Indirect amperometric three-electrode sensor for H_2S (after loc. cit, ref. 10-17); (1) membrane as diffusion barrier; (2) working electrode (porous silver); (3) separator; (4) reference electrode; (5) outer housing; (6) organic electrolyte; (7) O_2 -diffusion electrode; (8) membrane for pressure equal-

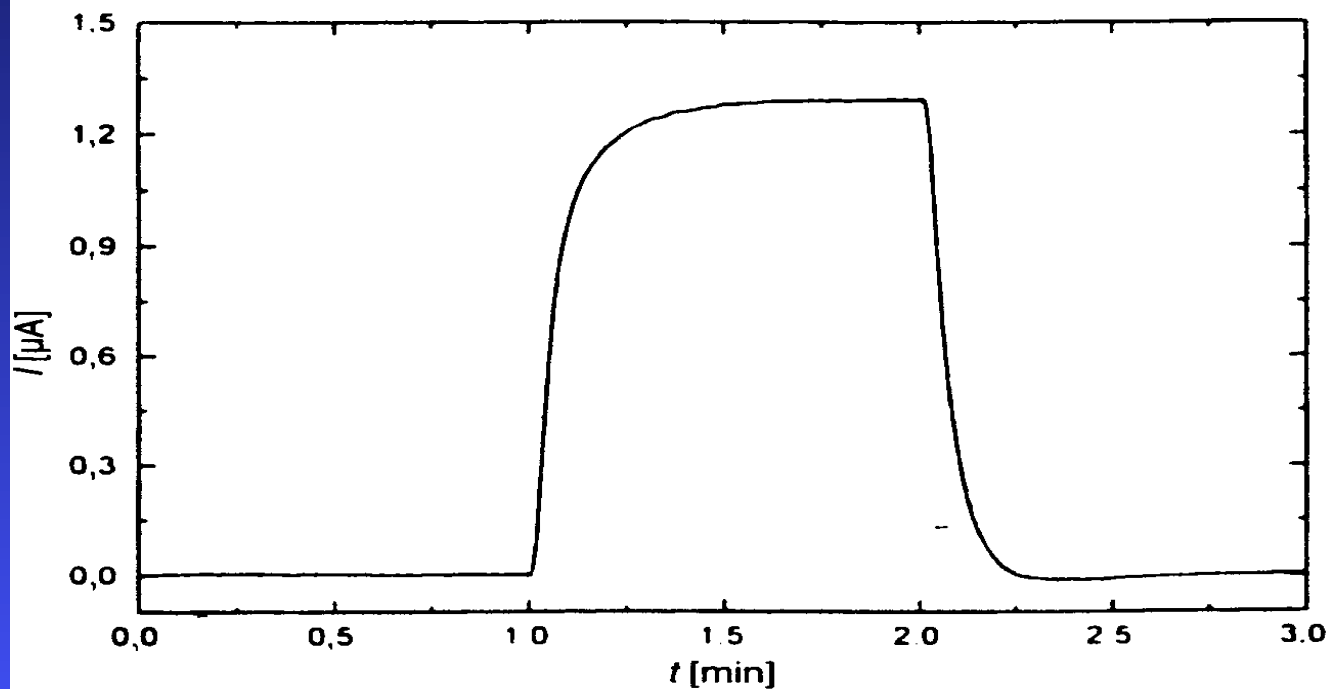


Fig. 10-19 Signal-time transient of the H_2S sensor of Fig. 10-18 following introduction of 20 ppm H_2S .

TERCERA ETAPA:

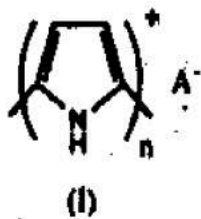
Elementos selectivos :

POLÍMEROS CONDUCTORES

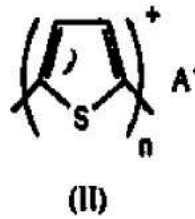
POLIMEROS CONDUCTORES INTELIGENTES

Los primeros electropolímeros básicos son:

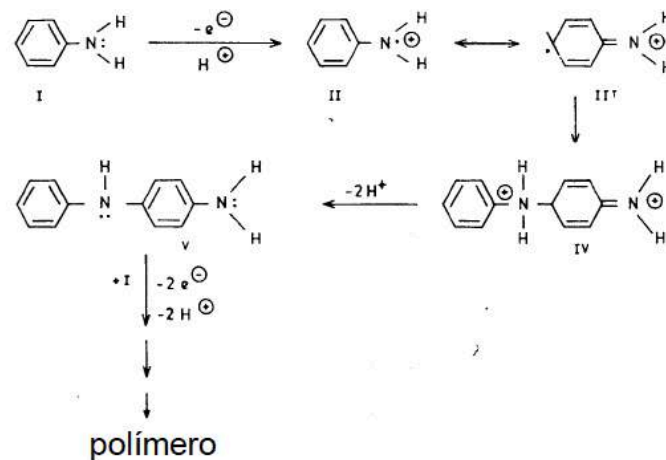
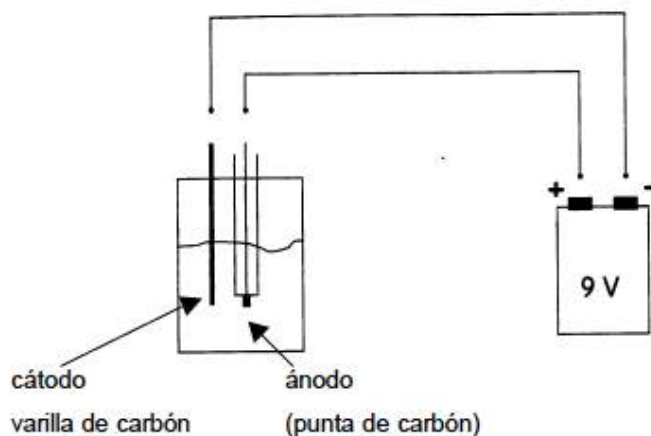
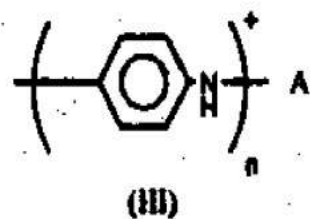
el polipirrol (I)



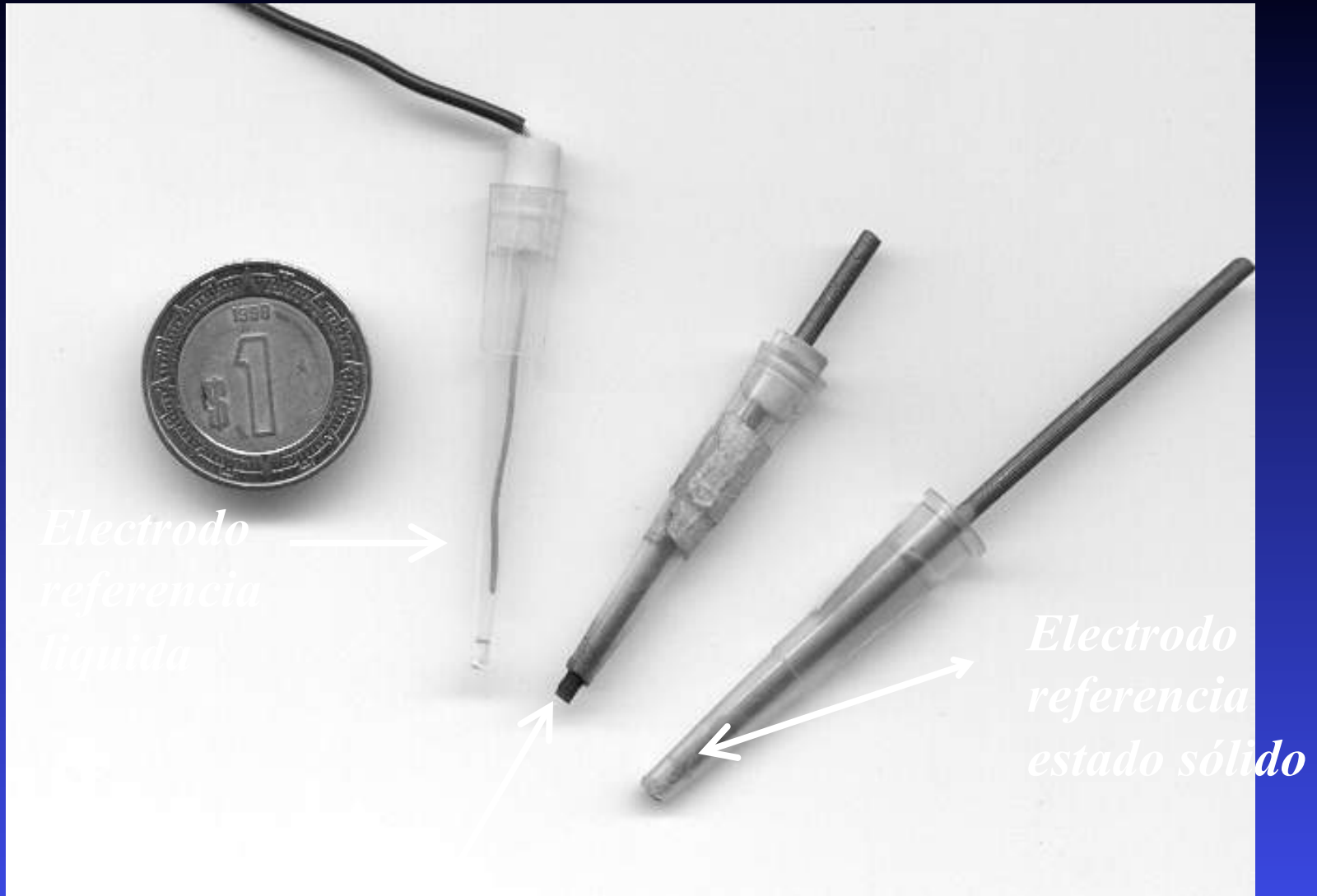
el politiofeno (II),



y la polianilina (III):



ISE microelectrodos para pH



*Electrodo
referencia
liquida*

*Electrodo
referencia
estado sólido*

*Polimero
conductor*

computo Voltmaster I (ambos utilizados para voltamperometría cíclica).

Como se puede ver en las figuras 1 y 2 se colocó la barra de carbón-grafito, es decir, el electrodo de trabajo, sobre el fondo de la microcelda, a manera de formar un microdisco (de 1.5 mm de Φ), el electrodo auxiliar rodeando al de trabajo para obtener un campo eléctrico mas uniforme posible y el electrodo de referencia se introdujo por la pared de la microcelda. Cabe mencionar que al colocar a los electrodos auxiliar y de referencia por la pared de la microcelda y no por abajo se evito escurrimiento de la muestra.

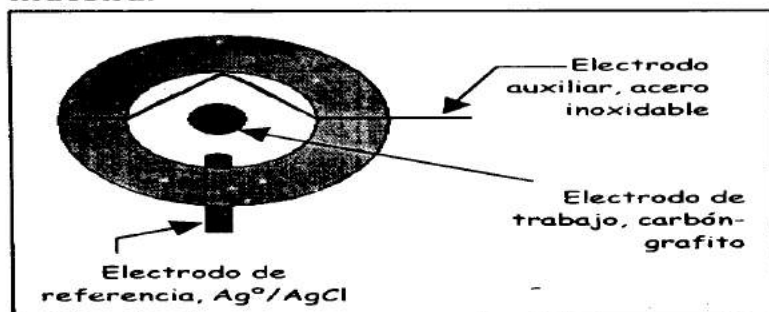


Fig. 1 Vista superior de la microcelda

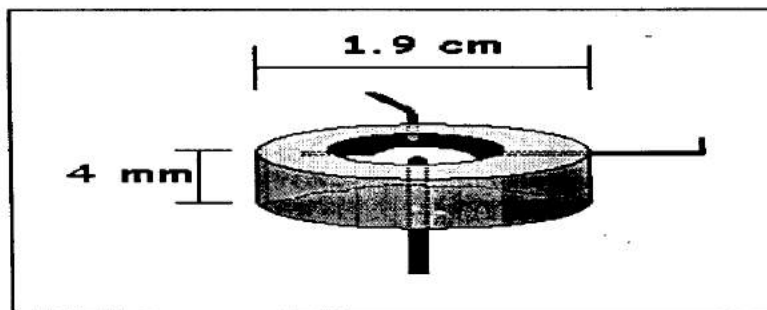


Fig. 2 Dimensiones de la microcelda, hecha de acrílico

Para determinar el volumen de la microcelda se dejaba dos minutos en la estufa hasta peso constante, se agregaba la muestra y se volvía a pesar, entonces por diferencia de

pesos se determinaba el peso real de la muestra.

Para trazar los voltamperogramas se colocó en la microcelda un medio de H_2SO_4 1 M con [anilina] 1 mM para el caso de la polianilina con un dominio de -400 a 1000 mV y una velocidad de barrido de 100 mV/s. Respecto al pirrol, se trazó su voltamperograma en un medio de NaOH 0.5 M con [pirrol] 0.1 M, cuyo dominio fue de -500 a 1500 mV con velocidad de barrido de 50 mV/s, cabe mencionar que para este caso se utilizó un electrodo de trabajo de platino (3).

RESULTADOS

Como se aprecia en la figura 2, se obtuvo una microcelda de 1.9 cm de diámetro y 4 mm de grosor con una capacidad volumétrica promedio de 100.3 μ L.

Se muestra un voltamperograma de polianilina en la figura 3, donde se aprecian 13 ciclos que se trazaron en el dominio señalado anteriormente.

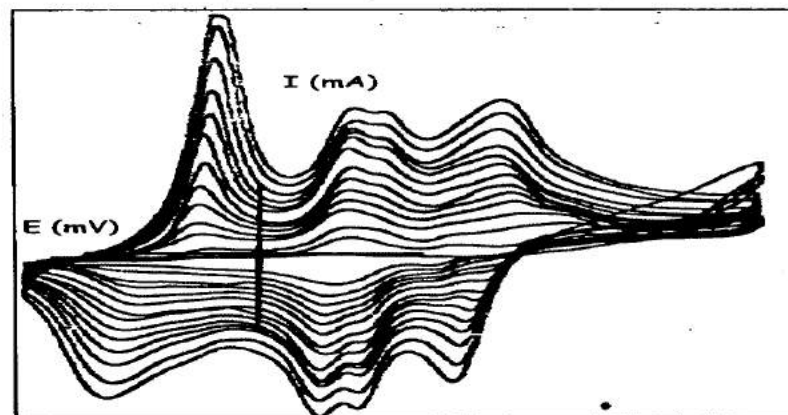


Fig. 3 voltamperograma cíclico de polianilina 1 mM, dominio de -0.4 a 1 V y velocidad de barrido de 100 mV/s.

Title: The use of Wo micro sensor to measure the site-specific pH changes in the rhizosphere of Lupinus-Silvestries fertilized with different sources

**Muhammad Akhtar¹, Dr Vicente Espinosa Hernandez, Dr Alejandro Baeza,
Dr Abdul Mujeeb Qazi² and Dr Roberto Núñez Escobar**

1. Colegio de Postgrduado, Texcoco edo de mex, México

2. CIMMyT, Texcoco edo de mex, Mexico

Dated: Octubre 20, 2003

In press

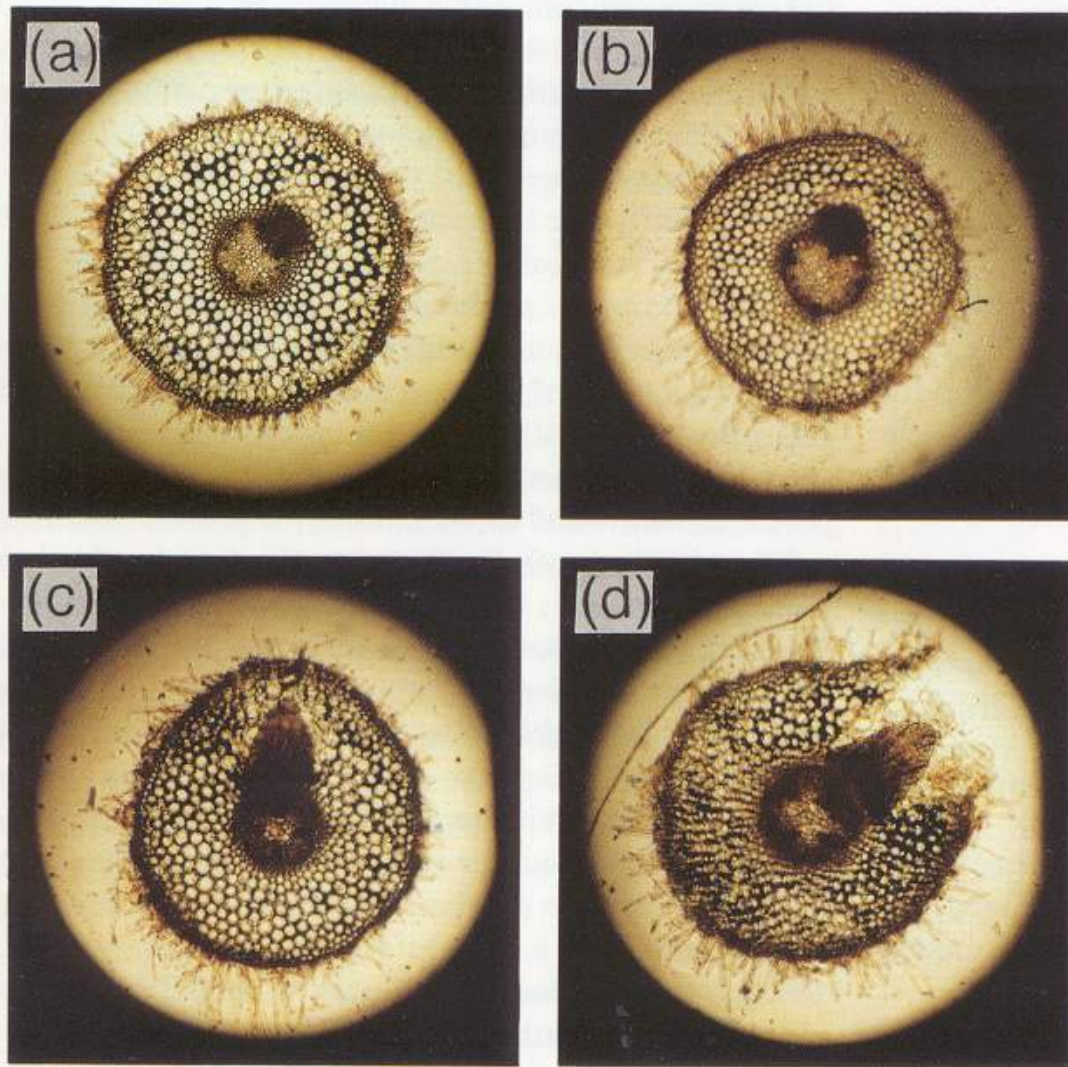


Fig. 4

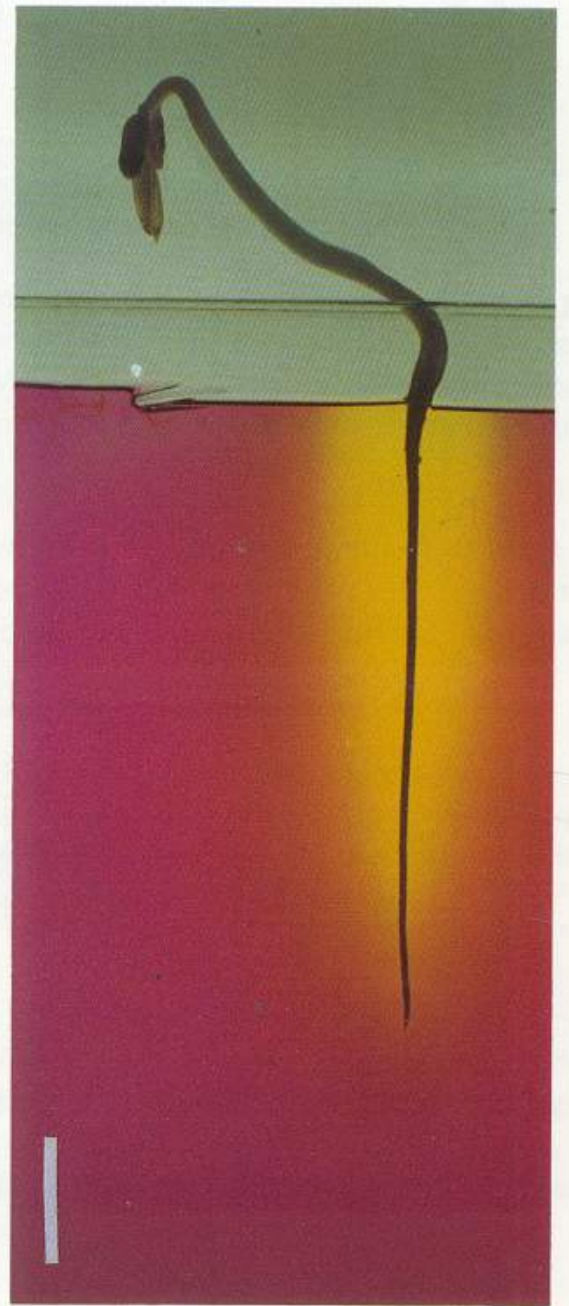


Fig. 5



2003

el artículo mediante una entrevista personal.

Verónica Guerrero Mothelet

La alimentación mundial es una cuestión no resuelta, pues actualmente existen 840 millones de personas con hambre crónica, de las cuales 799 millones viven en los países en desarrollo, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Asimismo, otro informe del mismo organismo advierte que la erosión y acidificación de los suelos reducen la productividad de más de tres millones de kilómetros cuadrados de tierras agrícolas en el planeta. En México, por ejemplo, la erosión y otros procesos de degradación han dañado 64 por ciento de las tierras agropecuarias y forestales. Así, cuando los suelos se debilitan, se desequilibra su nivel de acidez o alcalinidad (pH), por lo que los cultivos tienen más dificultad para tomar de ellos nutrientes esenciales como fósforo, hierro o calcio.

Un viejo problema en la agricultura es que deben agregarse muchos fertilizantes químicos a la tierra, que si bien nutren a las plantas, también provocan un desequilibrio ecológico. "Con la agricultura intensiva que se efectuó desde la llamada *revolución verde*, se incorporó un exceso de fertilizantes químicos. Efectivamente ello elevó la producción de maíz y trigo, pero con el tiempo su efecto se hizo reversible: los suelos se contaminaron, bajaron sus índices de fertilidad y se hicieron insostenibles", refiere el doctor Vicente Espinosa Hernández, especialista en ecología nutricional y profesor investigador del Colegio de Posgraduados (Colpos).

Agrega que, no obstante, existen soluciones ofrecidas por la propia naturaleza, como constató al estudiar una leguminosa de origen mediterráneo denominada *Lupinus arboreus*, una de las muchas variedades de lupinos silvestres que actualmente se cultiva en países como Australia, Estados Unidos e Inglaterra. En principio se sabe que esta especie, como todas las leguminosas, es capaz de fijar el nitrógeno del aire y utilizarlo para su crecimiento; sin embargo, el investigador demostró que el *Lupinus* también puede obtener y aprovechar el fósforo atrapado en el suelo en forma de fosfatos, poniéndolo a disposición de las plantas que están a su alrededor.

La idea de estudiar los mecanismos de estas leguminosas para absorber nutrientes que tienen baja movilidad en el suelo surgió durante su estancia en la Universidad de Oxford, Inglaterra. "Básicamente trabajaba con

el aumento, sobre todo entre la población con es-

de ellos forman parte de las generaciones de in-

LEGUMINOSA COOPERATIVA

Un investigador del Colegio de Posgraduados demostró que una especie leguminosa puede obtener y aprovechar el fósforo atrapado en el suelo en forma de fosfatos y que lo pone a disposición de las plantas que están a su alrededor, lo que posibilita beneficiar el cultivo de básicos

ecología nutricional", indica, y se enfocó en las leguminosas y su relación con otros cultivos porque sentía curiosidad por la tradición de los campesinos mexicanos de asociar maíz o calabaza con frijol (otra leguminosa), bajo la creencia empírica de que mejora sus cosechas.

Después de asociar exitosamente al *Lupinus* con cultivos de avena y otras especies, entre las que figuran un cardo (hierba) llamado *Urtica dioica*, que necesita grandes cantidades de nitrógeno y fósforo para crecer, el siguiente paso fue averiguar cómo funciona este mecanismo. Ex-



Leguminosa de origen mediterráneo denominada *Lupinus arboreus*

plica que, de acuerdo con una teoría, muchas leguminosas secretan ácidos orgánicos a través de sus raíces. Así, cuando el *Lupinus* encuentra una deficiencia de fósforo en la tierra, desarrolla un proceso metabólico interno que produce la neutralidad eléctrica de las partículas cargadas del suelo —llamadas cationes (positivas) y aniones (negativas)—, con lo que equilibra el pH de éste.

En los suelos alcalinos, ricos en carbonato o fosfato de calcio, el fósforo está atrapado con el calcio, por lo que las plantas en general no logran romper estos complejos y liberarlo para su nutrición. El doctor Espinosa Hernández colocó bandas de fosfato de calcio en cajas especiales con arena estéril y una solución nutritiva estándar, y observó cómo el *Lupinus* liberaba el

fósforo atrapado. Empero, precisa que esta leguminosa no sólo ayuda a los suelos alcalinos, sino también a los ácidos, donde el fósforo está atrapado en fosfatos de hierro.

Por otro lado, tiene la ventaja de crecer desde el nivel del mar hasta en zonas con altitudes de tres mil metros, lugares donde se encuentra en forma silvestre. Además, presenta un extenso rango de adaptación climática, aunque prefiere suelos ácidos. Por ejemplo, en el Ajusco o cualquier parte montañosa de México, se localiza en la transición de pastos y herbáceas a la región forestal. "Esto brinda una explicación ecológica del equilibrio del sistema. Si a esto añadimos que su semilla tiene un elevado contenido de proteína, incluso comparado con el frijol o alfalfa, resulta que sus variedades comestibles también proporcionan ventajas desde el punto de vista nutricional para la población", afirma el experto del Colpos.

Más tarde, al asociar *Lupinus* con maíz, Espinosa Hernández encontró que igualmente beneficia a este grano. En el futuro, señala, el reto es elevar la producción de maíz en relación con los cultivos actuales. Para ello, trabaja con suelos del estado de Morelos, la parte alta de Texcoco y en algunas tierras del Valle de México. La relevancia de su trabajo es que con esta especie puede nutrirse el cultivo sin agregarle fertilizantes químicos, lo que baja costos y ayuda a recuperar o mejorar la fertilidad del suelo, contribuyendo a una agricultura realmente sustentable.

Actualmente, los doctores Mujeeb Kasib del Centro de Investigación para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo, Alejandro Baeza de la Universidad Nacional Autónoma de México y el doctor Espinosa Hernández, evalúan unos sensores cerca de la raíz para cuantificar los cambios de pH en *Lupinus silvestris* en su asociación con trigo.

estudio, do, pla los la s obs tica co e gub

liza finit con biot tra mita mer tan den que

con biot Cua cas e co e las Méx mer de e

entr se e ante bio, ron en c to a

son biot siste tanto que cos, com

com to a siva, temz en u cont que direc y así

* El Amé estu

TERCERA ETAPA:

Elementos selectivos :
BIOMOLÉCULAS

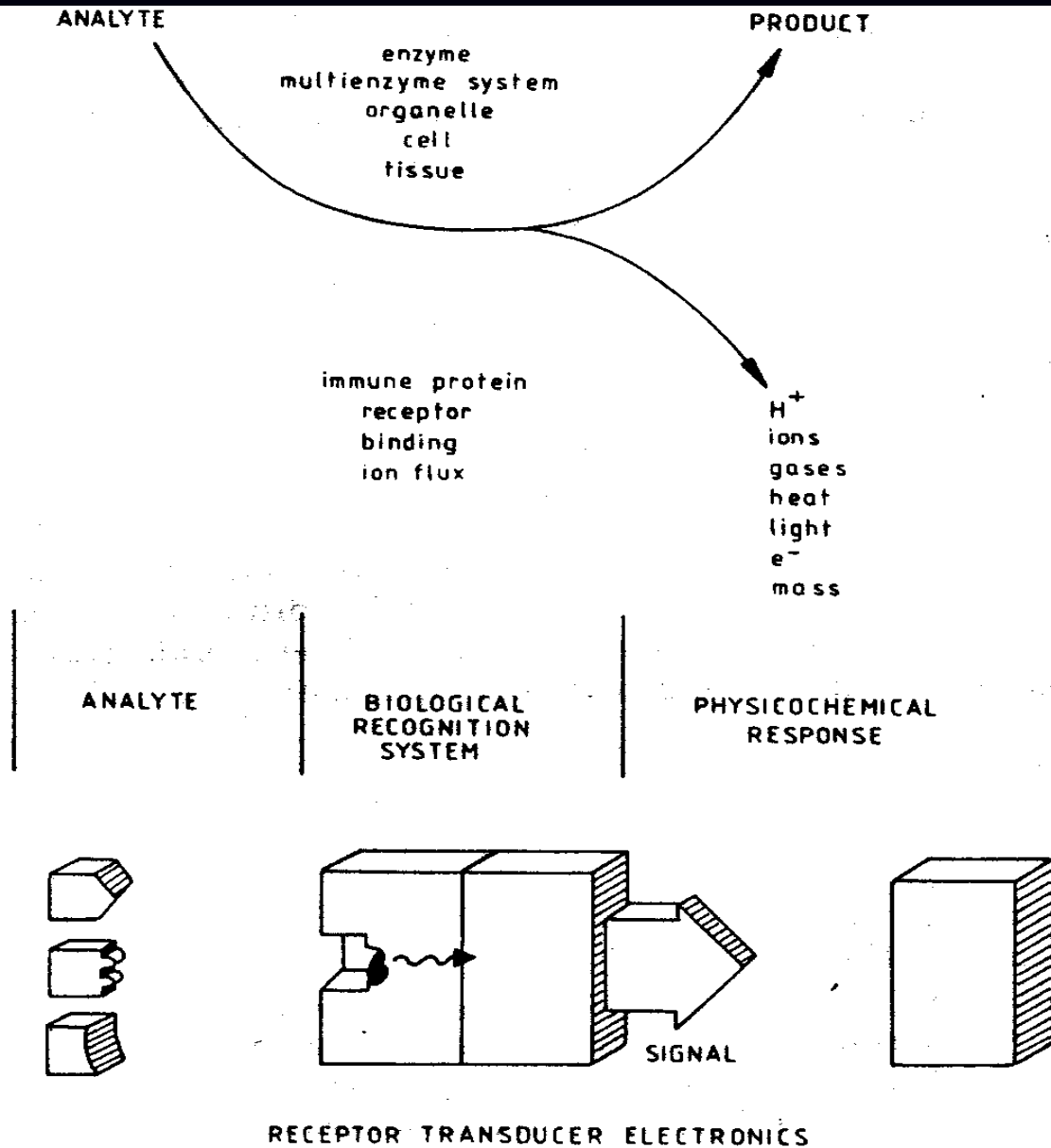


Fig. 8.2. Generalised biosensor configuration.

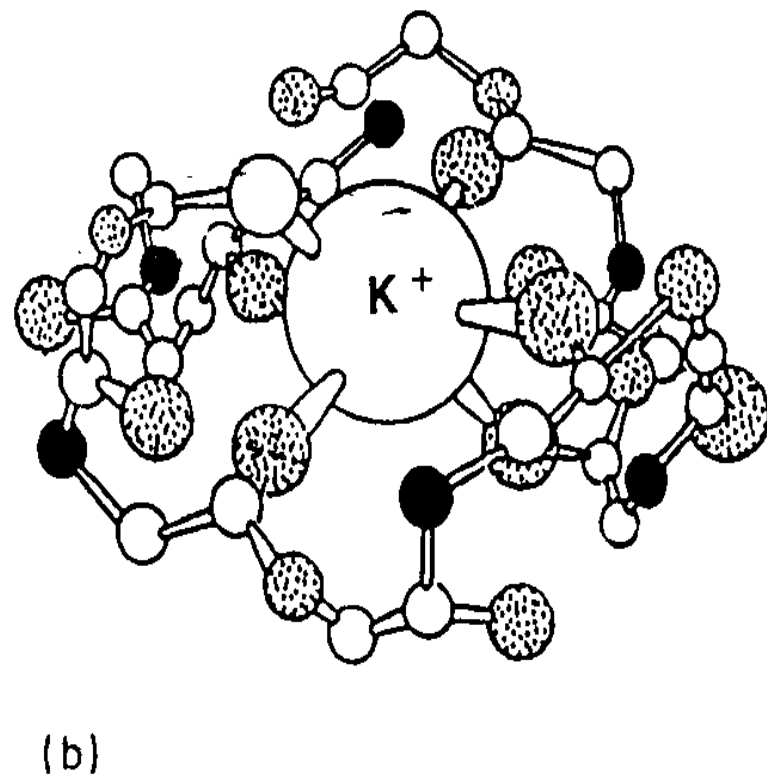
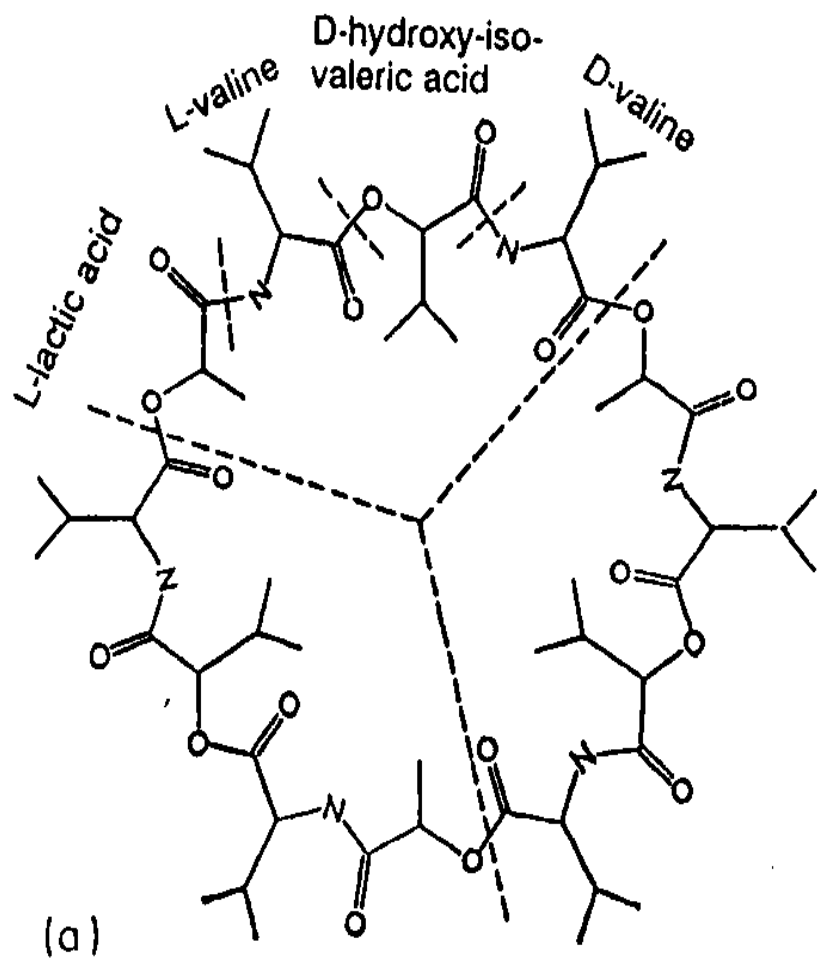


Figure 75. Structure of (a) valinomycin and of (b) its potassium complex. (According to W. L. Duax and coworkers)

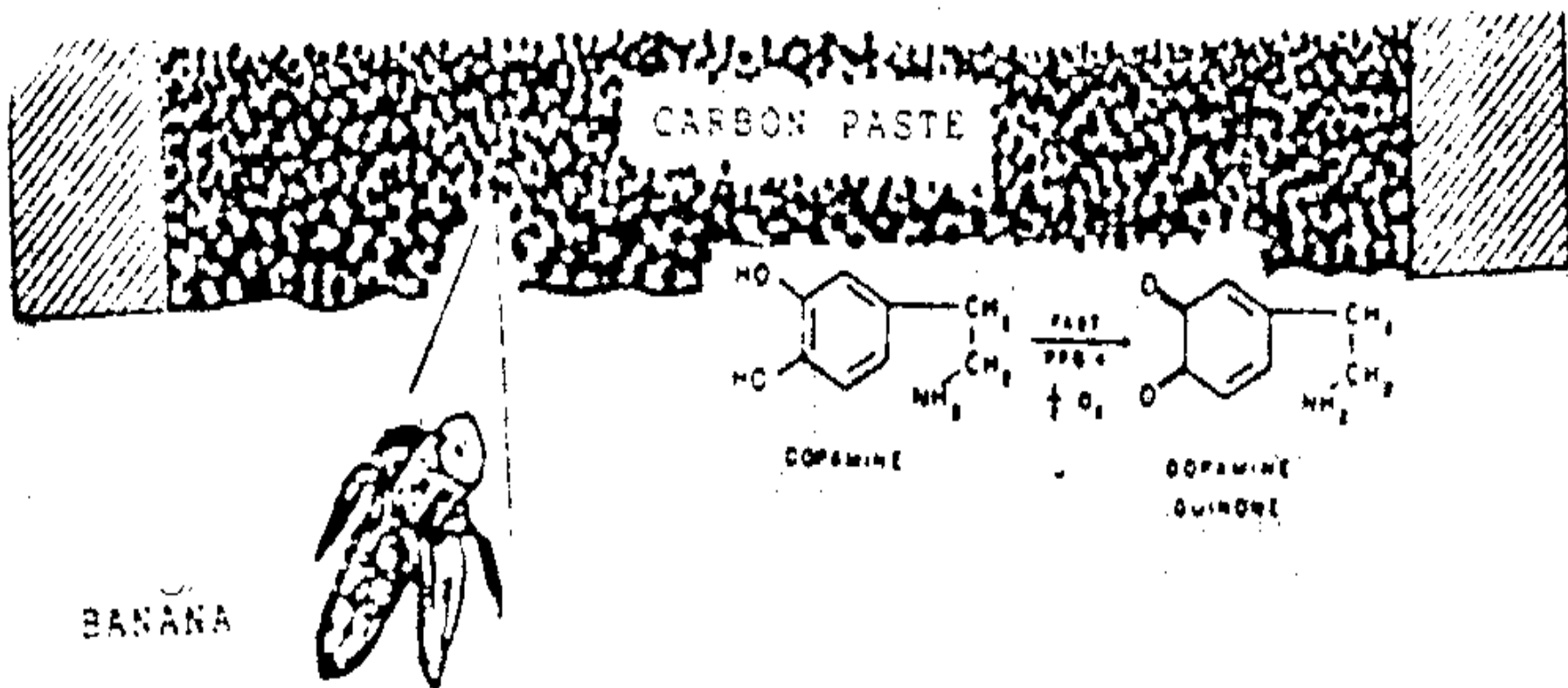


Figure 1. Schematic diagram of the banana tissue-carbon paste electrode for dopamine, along with the biocatalytic activity at the electrode surface.

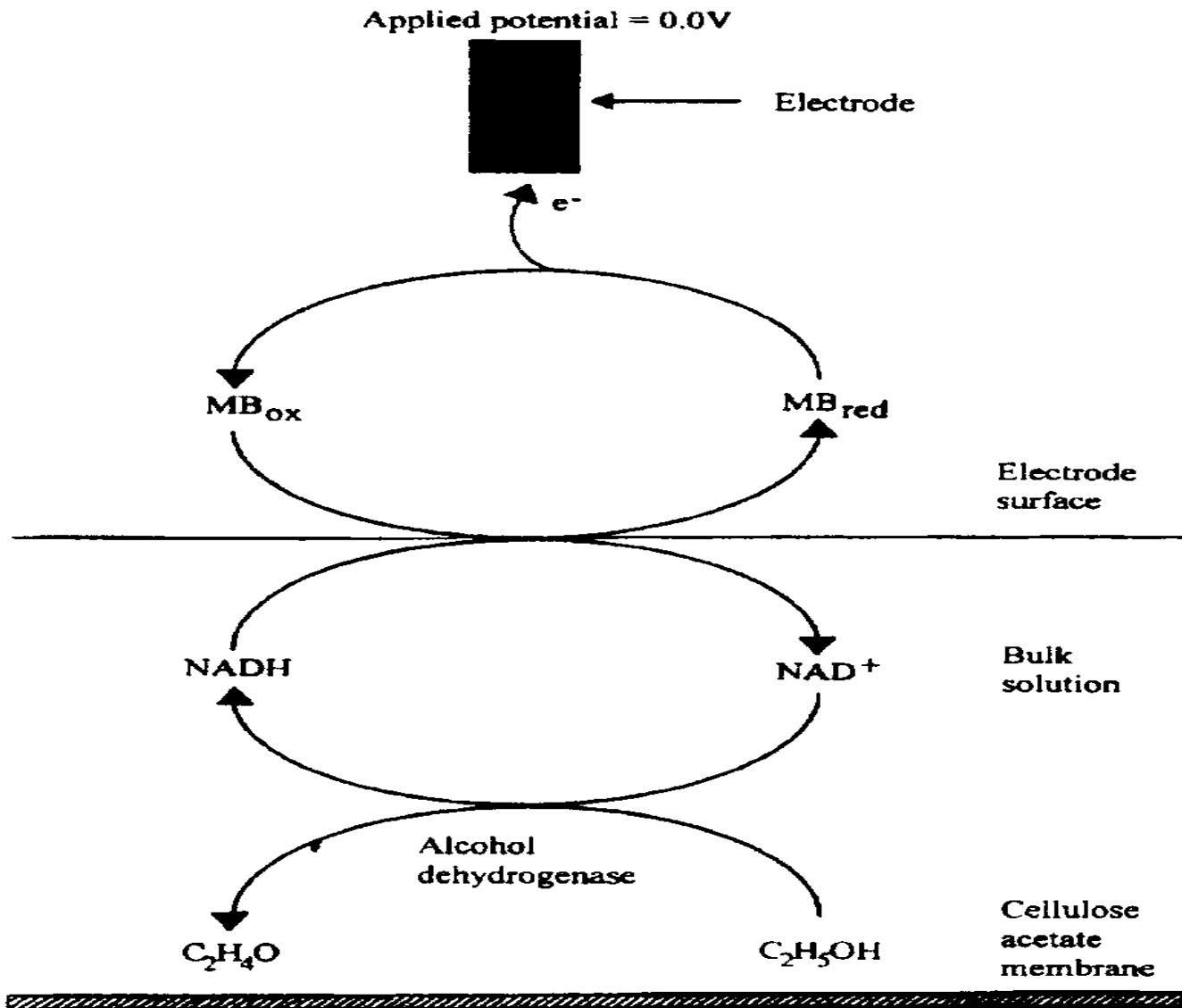


Fig. 3. Diagrammatic representation of the sequence of events during operation of the ethanol biosensor. Reproduced with permission from Ref. [49].

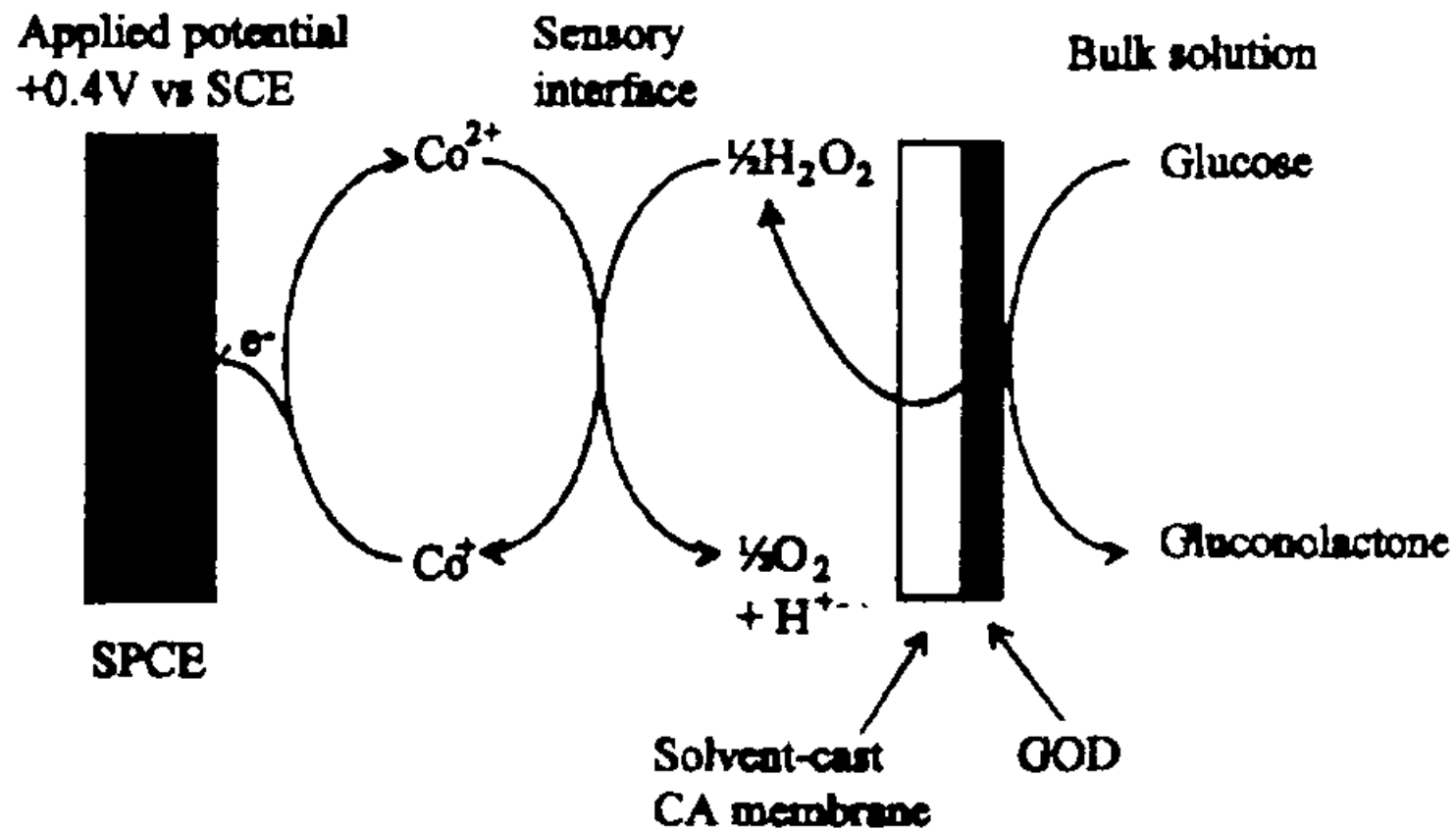
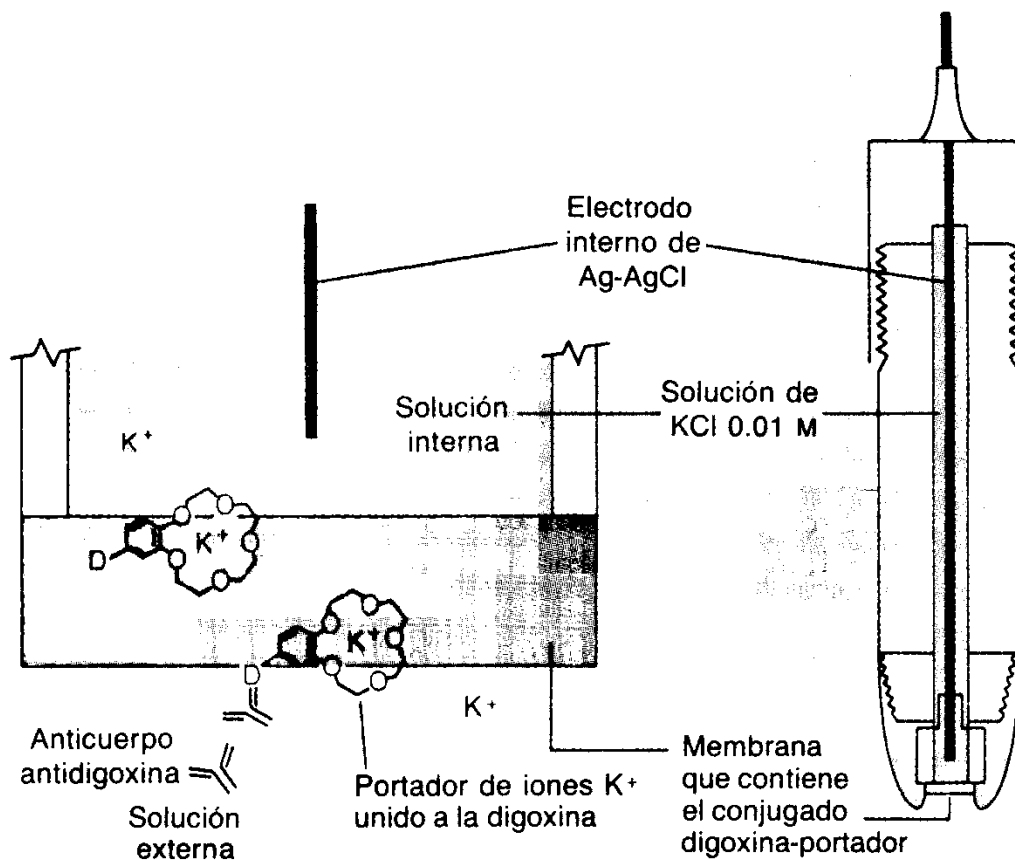


Fig. 1. Diagrammatic representation of the sequence of extra- and intra-electron transfer events during bio-sensor operation. Reproduced with permission from Ref. [30].

Recuadro 15-4 ELECTRODO PARA ANTICUERPOS

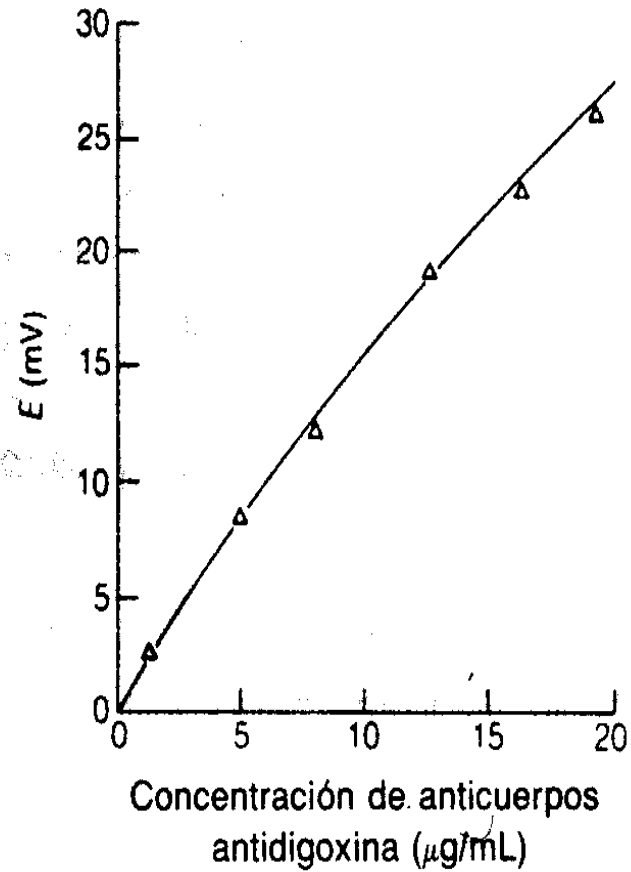
La variedad y las capacidades de los electrodos sólo están limitadas por la imaginación de los químicos. En este recuadro se describe un electrodo construido para determinar la concentración de anticuerpos en una solución.† Un anticuerpo es una proteína producida por un organismo para que se una a moléculas extrañas



Representación esquemática de un electrodo para el anticuerpo antidigoxina.

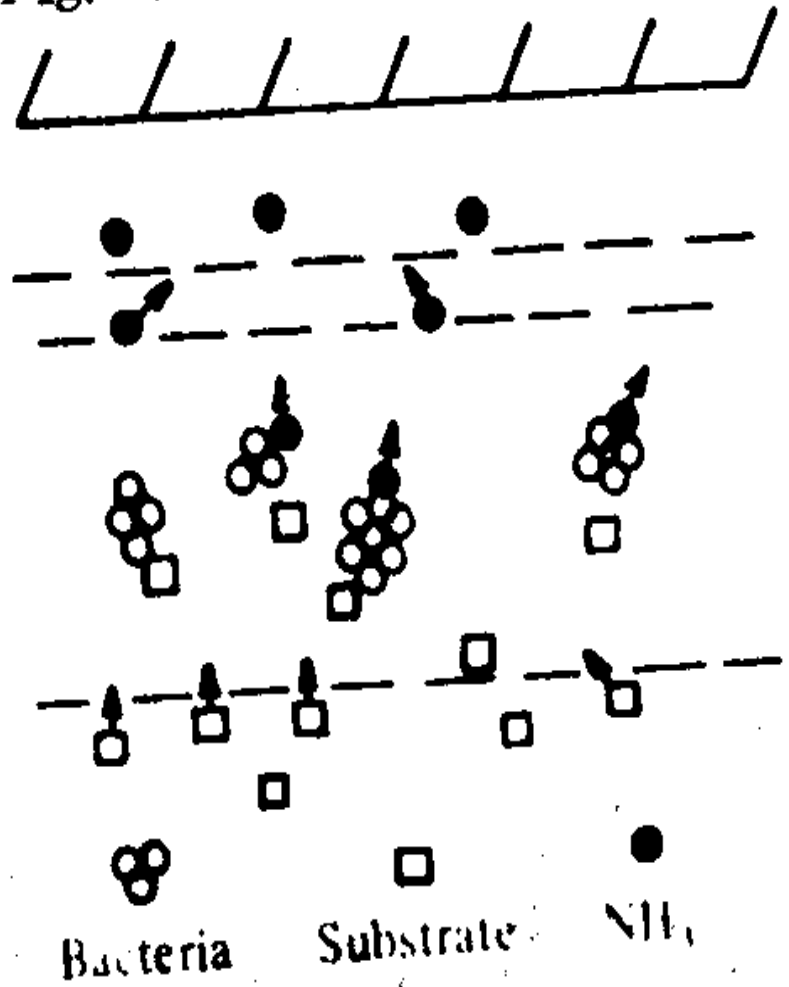
† M. Y. Keating y G. A. Rechnitz, *Anal. Chem.*, 56, 801 (1984).

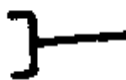





de la membrana.



Respuesta del electrodo al anticuerpo antidigoxina a concentración constante de K^+ .

Fig. 8.3. A bacterium electrode. (After D'Orazio *et al.* [11].)



-  Inner glass electrode
-  Inner electrolyte
-  NH₃ permeable membrane
-  Layer of bacteria
-  Dialysis membrane
-  Substrate layer

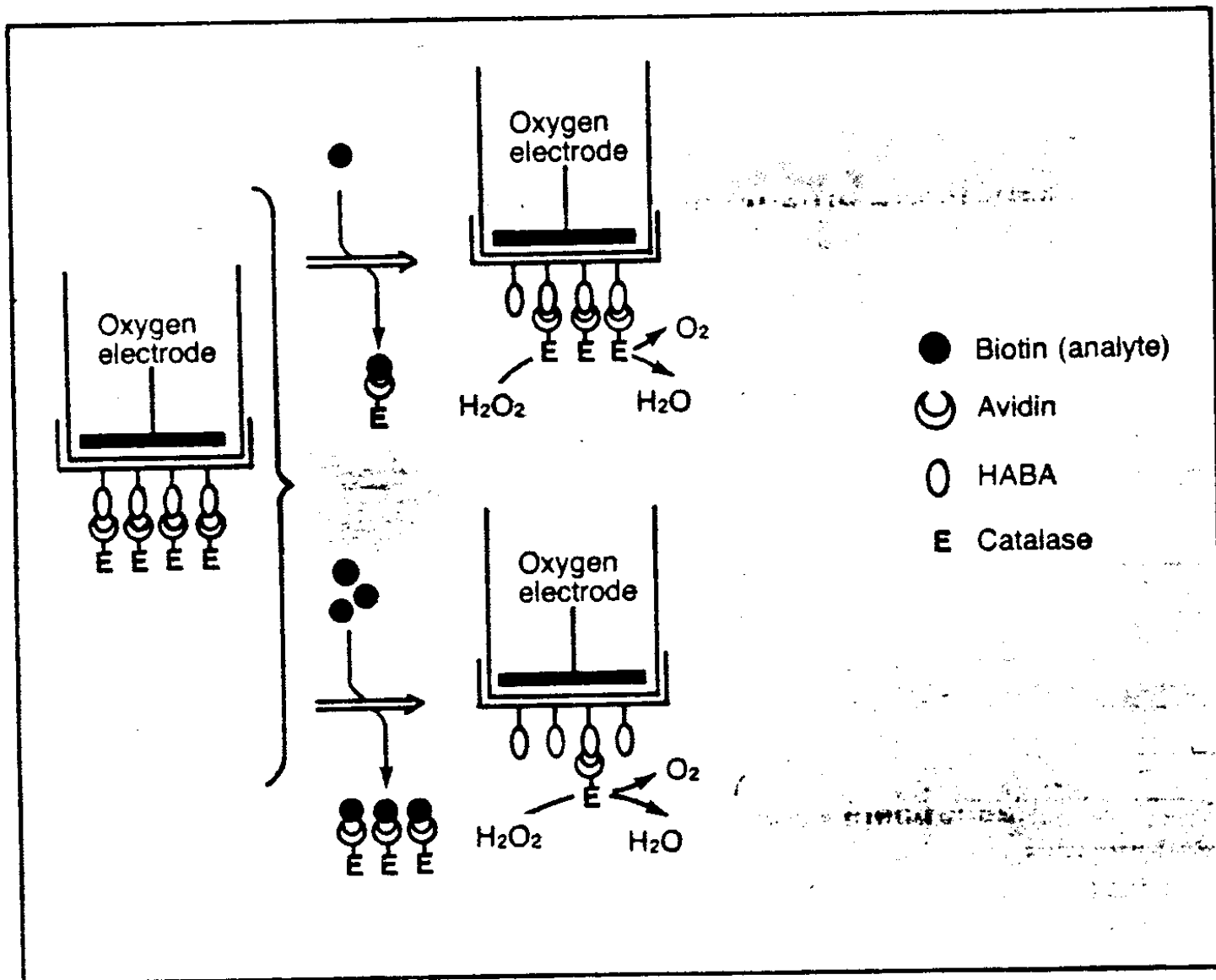
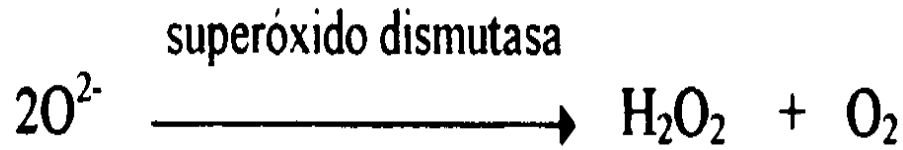
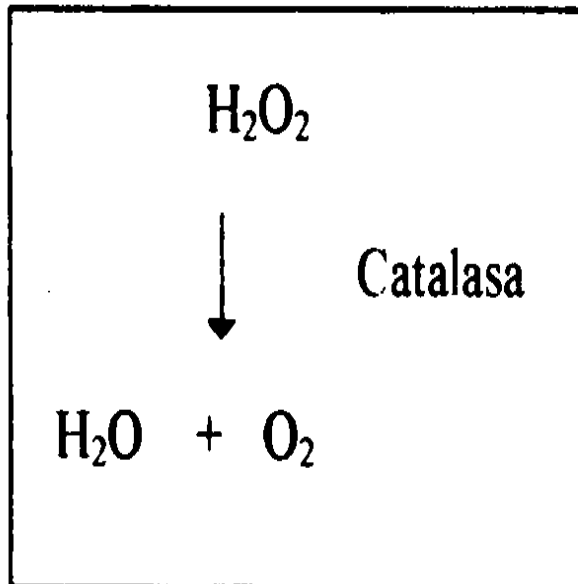


Figure 9. Bioaffinity sensor

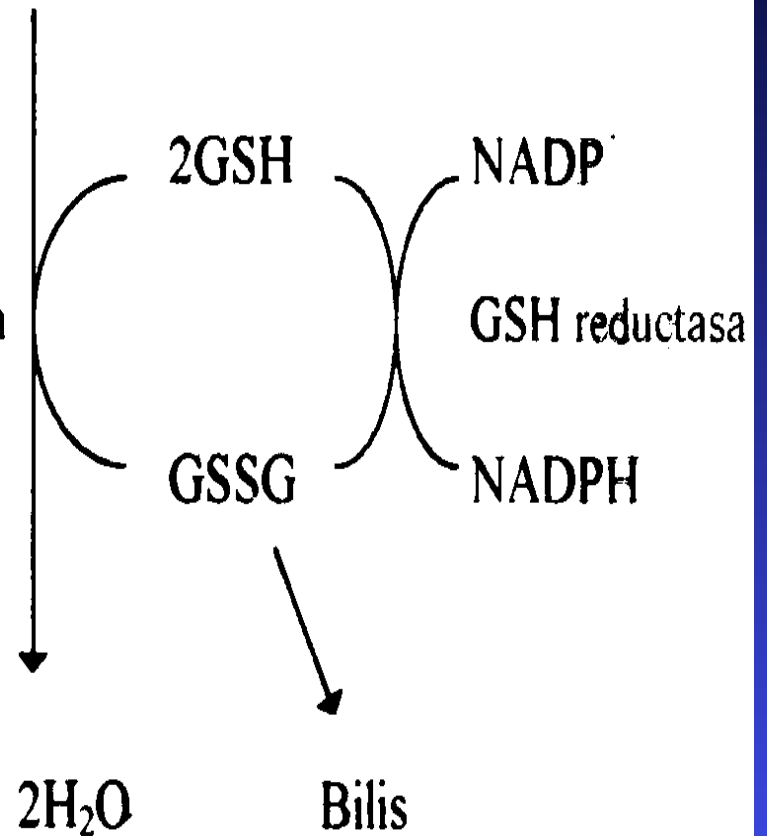
Adapted from: Ikariyama, Yoshihito. In "Proceedings of the International Meeting on Chemical Sensors, Fukuoka, Japan, Sept. 19-22, 1983"; Kodanasha: Tokyo, 1983; pp. 693-98

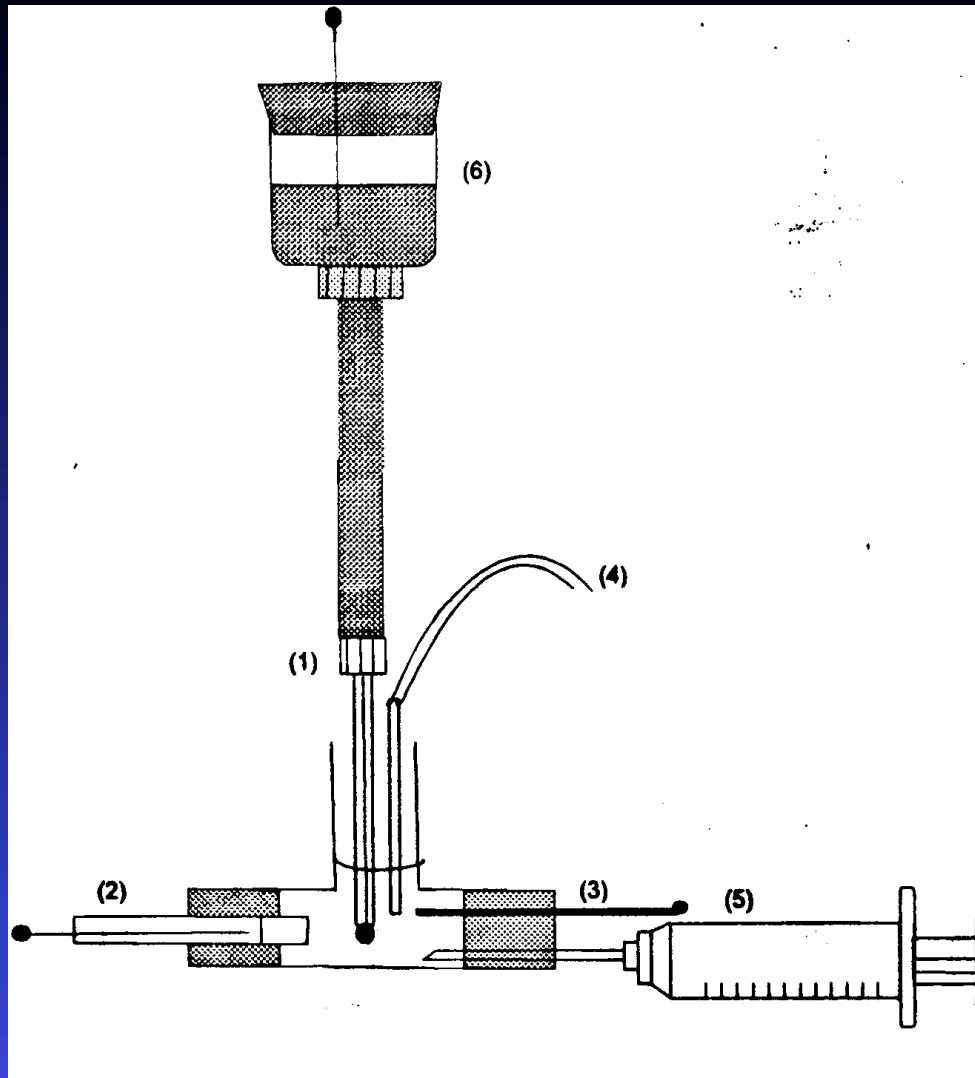


Peroxisomas



GSH Peroxidasa

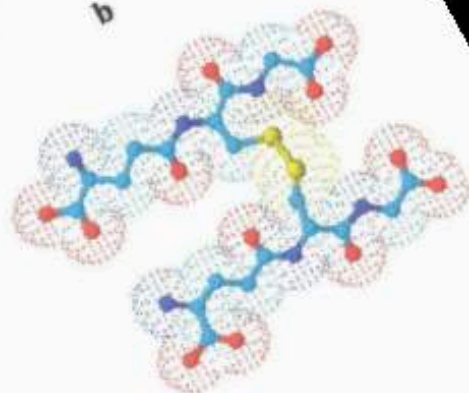
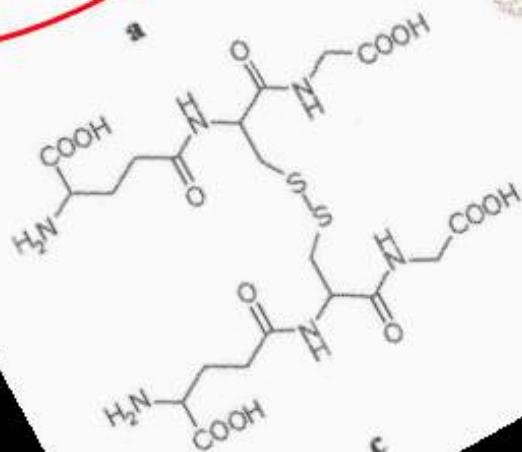
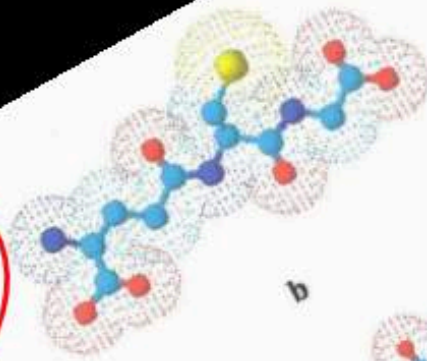
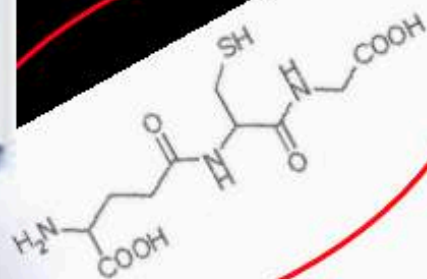


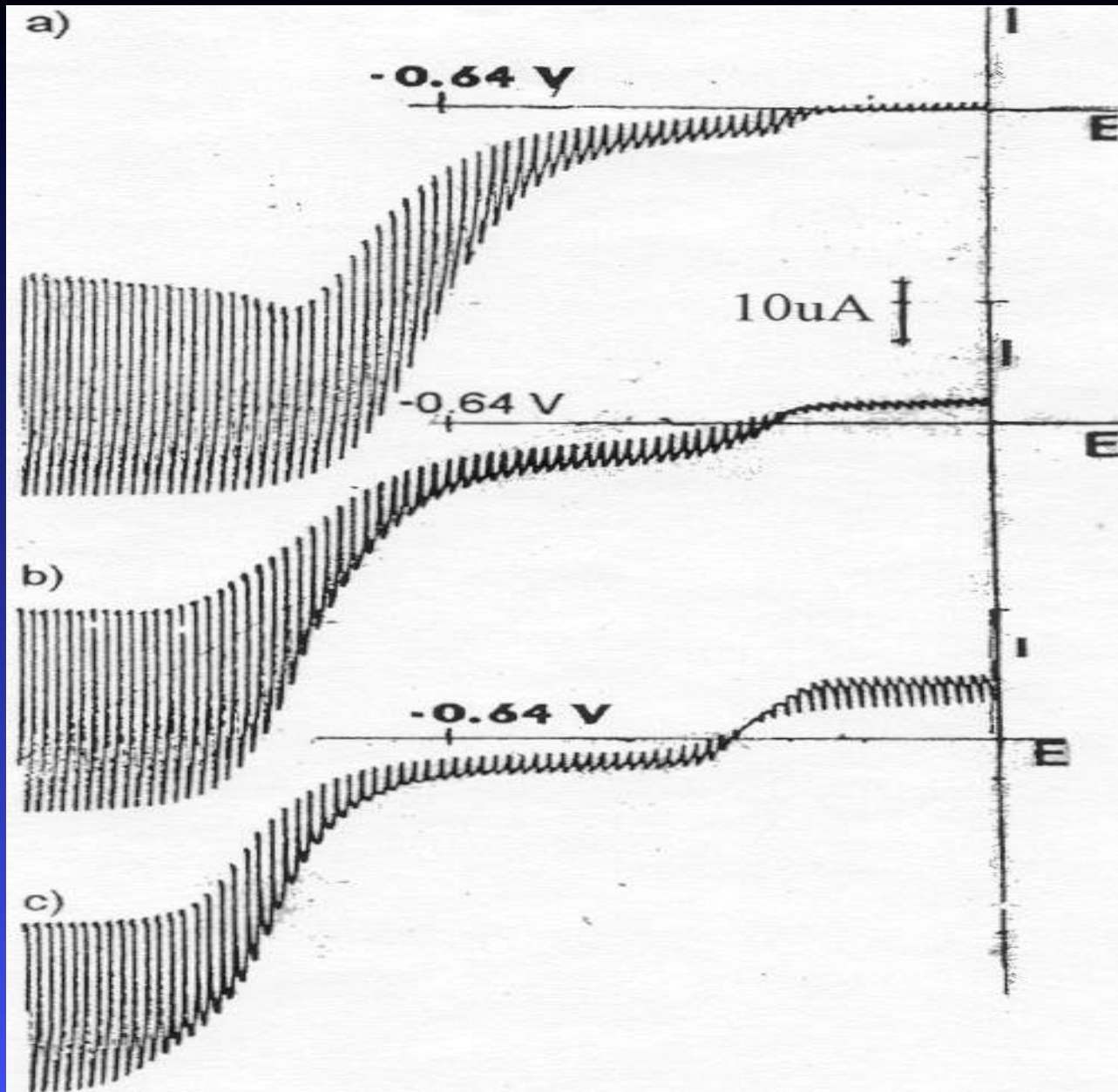


*Micropolarographic
cell ($v < 1$ mL)*

H.Prado, P. Diaz. J.L. Ortiz and Alejandro Baeza
Current Separations 20-4(2004)117-122

Sensores y biosensores





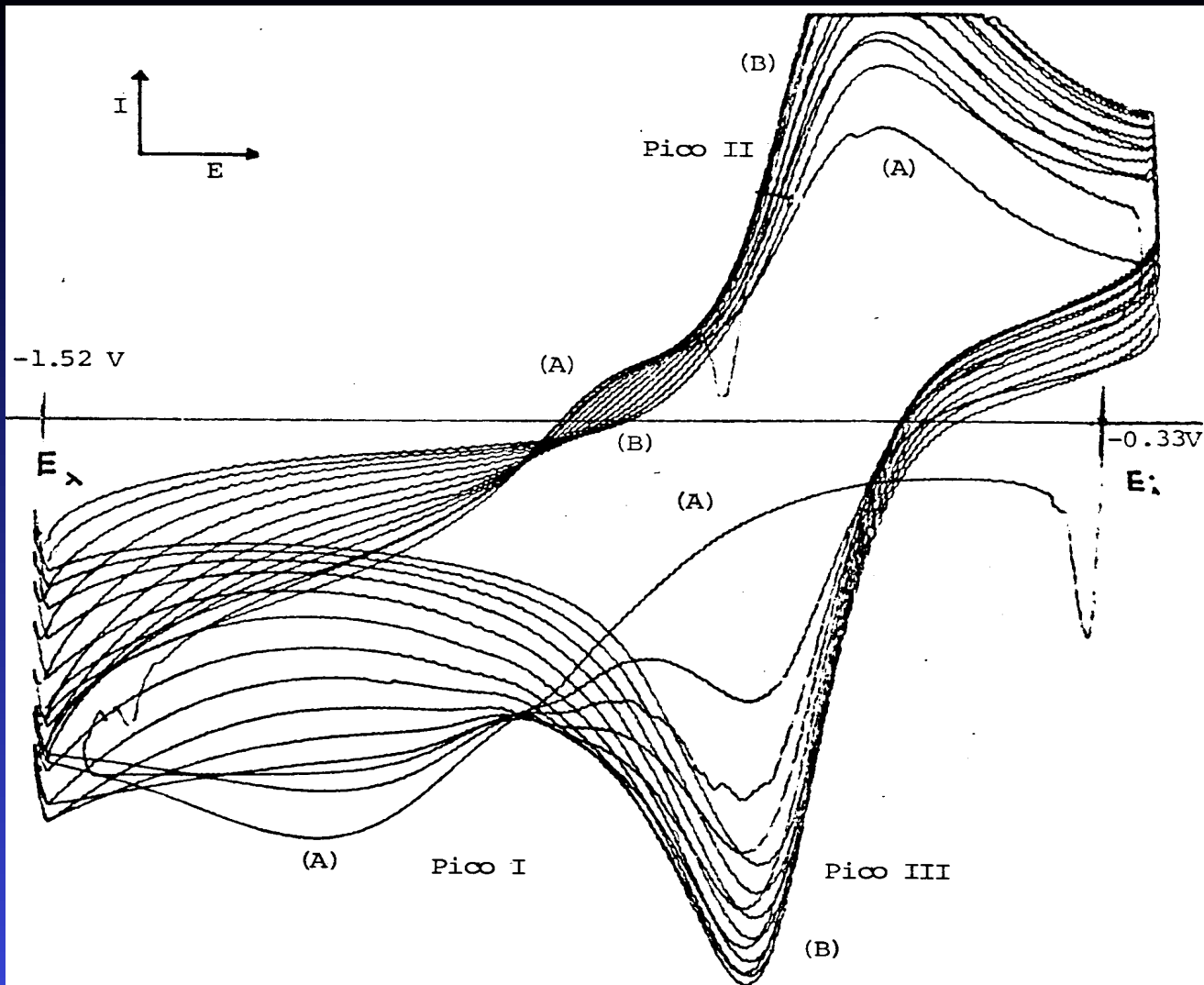


Figura 3.5 Voltamperograma cíclico para la electroreducción de GSSG 0.33 mM generado *in situ* mediante una reacción química con H_2O_2 y con burbujeo de aire en un amortiguador de Tris pH 8, agregando posteriormente una alícuota de enzima peróxido dismutasa para eliminar el exceso de H_2O_2 . Se muestra que la señal de reducción desaparece gradualmente y que el sistema reversible aumenta de tamaño. Se utilizó como electrodo de trabajo una capa de mercurio amalgamada sobre un electrodo giratorio de oro, velocidad de barrido 500 mV/s, $E_i = -0.33V$., $E_{\lambda} = -1.52V$. a) la onda de reducción; b) después de varios ciclos sucesivos.

La figura 5.16 muestra el efecto de variar el tiempo de enriquecimiento del precursor de la capa del complejo $[\text{Hg}(\text{GS})_x]$.

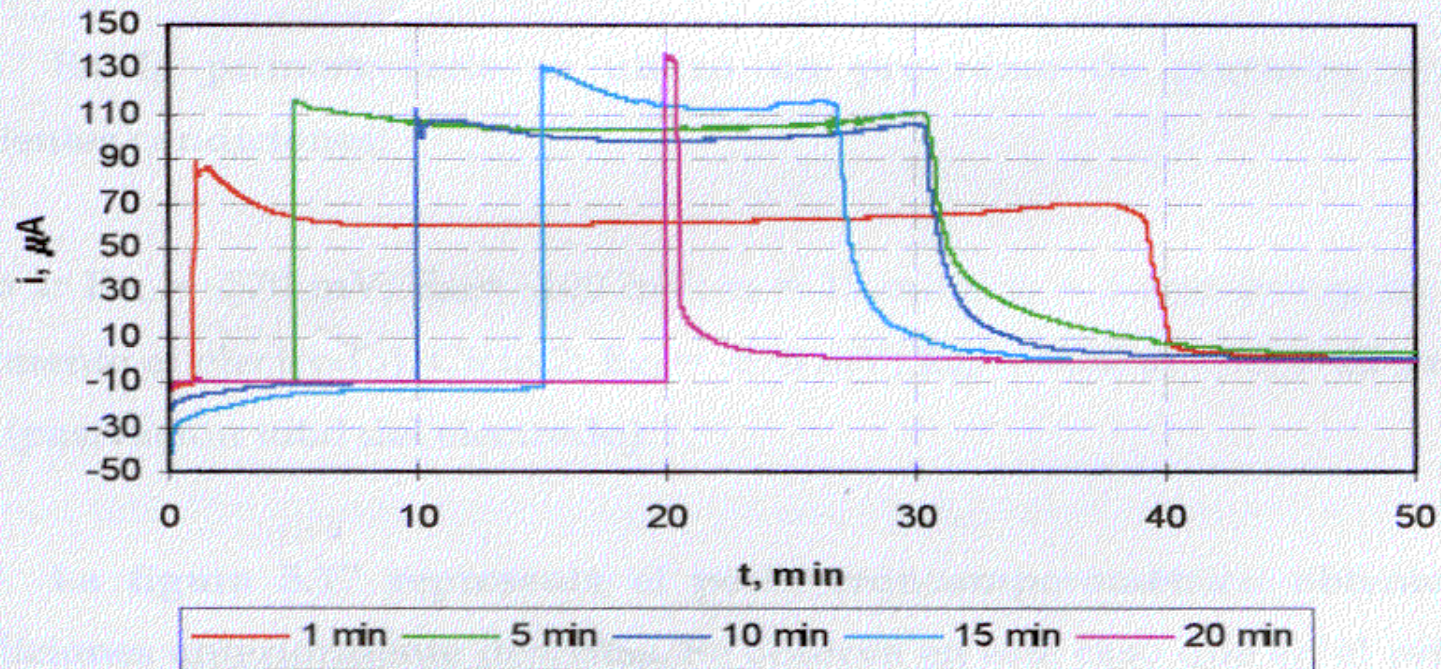
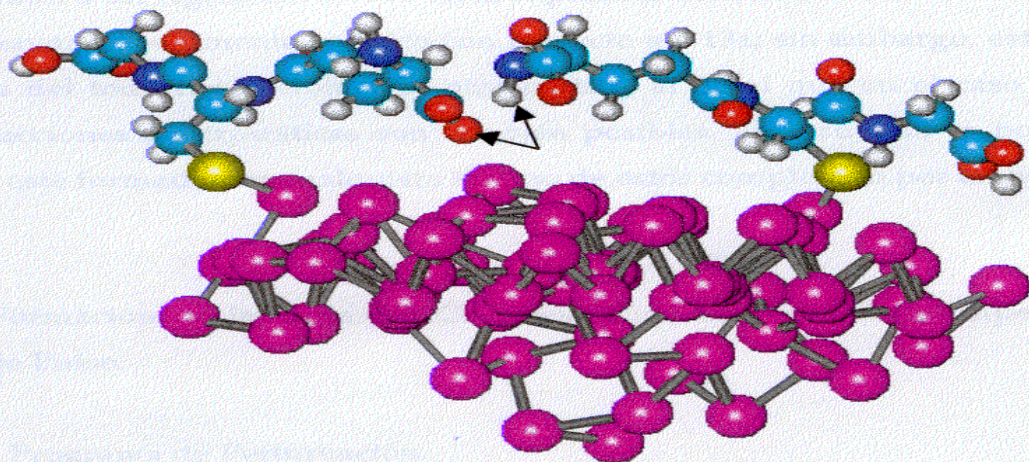
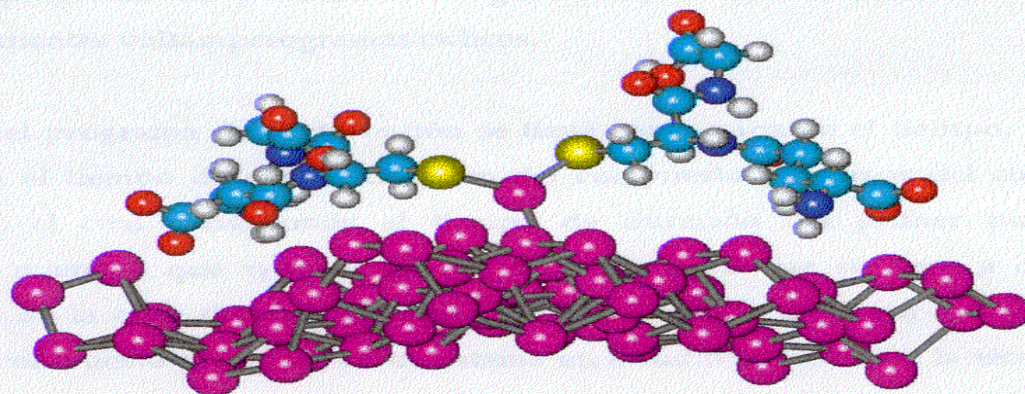


Figura 5.16. Efecto del enriquecimiento del precursor de la capa del complejo $[\text{Hg}(\text{GS})_x]$. Electrodo de trabajo: TLME, electrodo de referencia: Ag/AgCl , electrodo auxiliar: acero. $[\text{GSH}] = 10 \text{ mM}$, $\text{pH} = 4$.

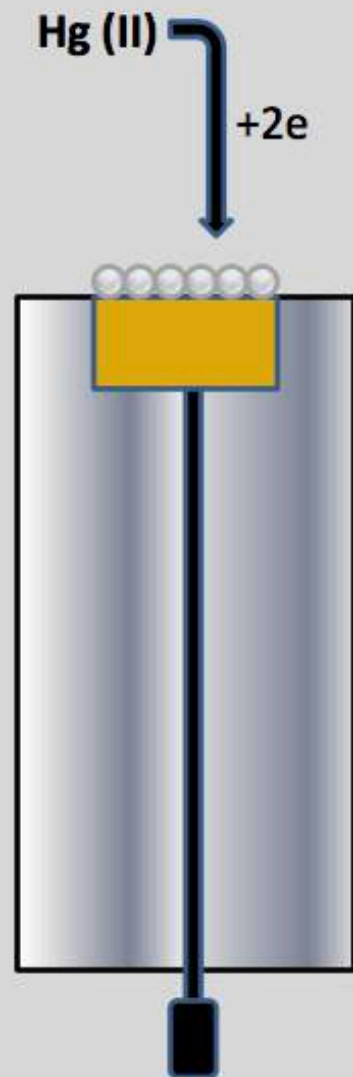


a)

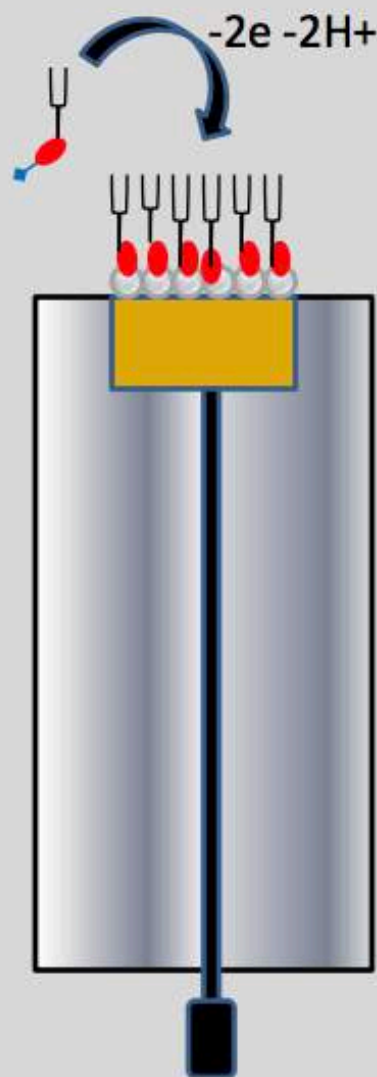


b)

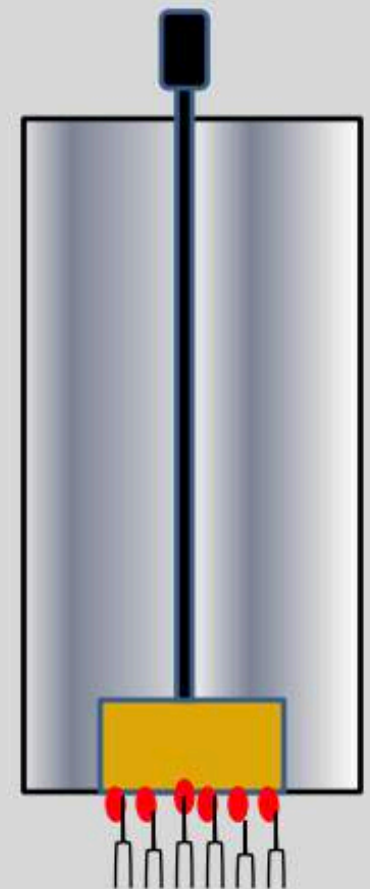
Figura 5.13 Estructuras de los complejos $[\text{Hg}(\text{GS})_x]$, donde $x= 1$ o 2 optimizadas por mecánica molecular en Hiperchem. a) $[\text{Hg}(\text{GS})]$ y b) $[\text{Hg}(\text{GS})_2]$.



I/ se forma la capa de Hg^0



II/ se forma la capa Hg-SH



III/ se prueba sensor

Tabla 5.3. Número de átomos en el TLME, condiciones experimentales: sin agitación, $[\text{Hg(II)}]_{\text{T}} = 0.05 \text{ M}$

Experimento	Q(C)	Átomos/cm ²	Promedio	Desv. Estándar	%C.V.
1	0.40	3.82×10^{16}	3.80×10^{16}	0.12×10^{16}	3.22
2	0.40	3.81×10^{16}			
3	0.40	3.86×10^{16}			
4	0.38	3.64×10^{16}			
5	0.38	3.66×10^{16}			
6	0.41	3.97×10^{16}			
7	0.40	3.87×10^{16}			

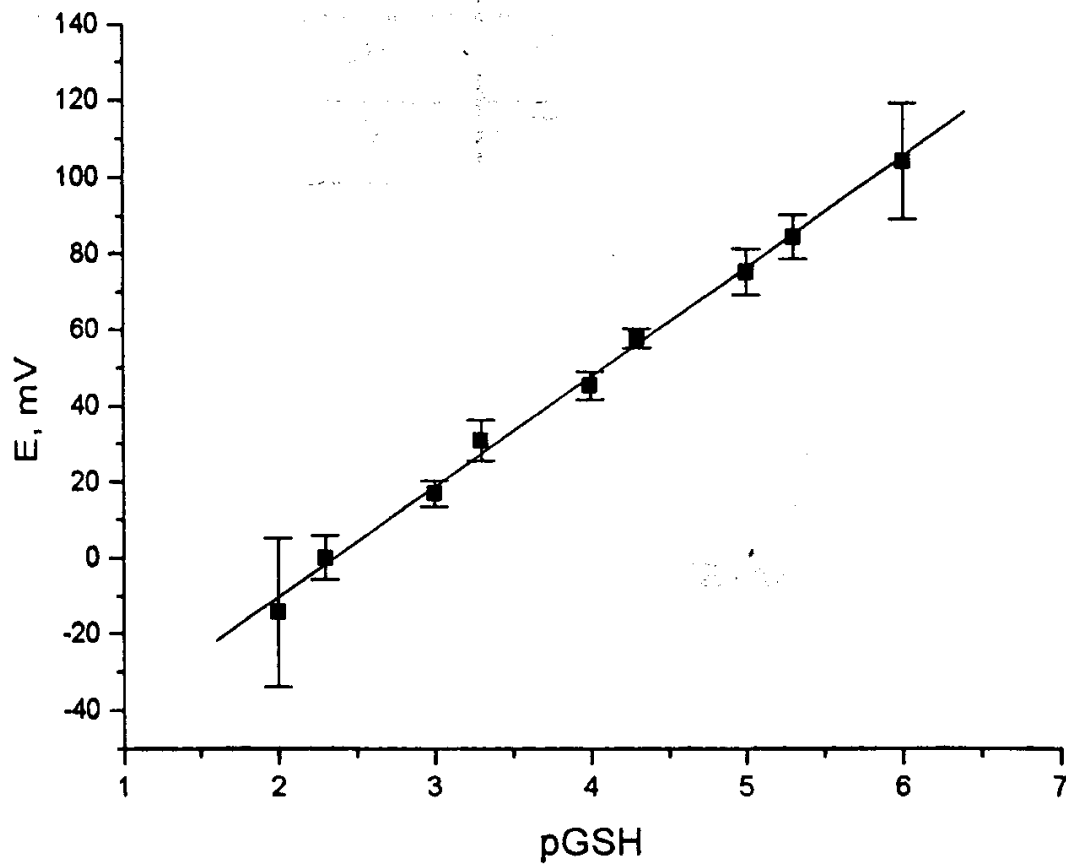


Figura 5.19 Curva de calibración ponderada para estándares de GSH obtenida con el electrodo selectivo de capa de $[Hg(GS)_x]$ formado sobre el TLME 1

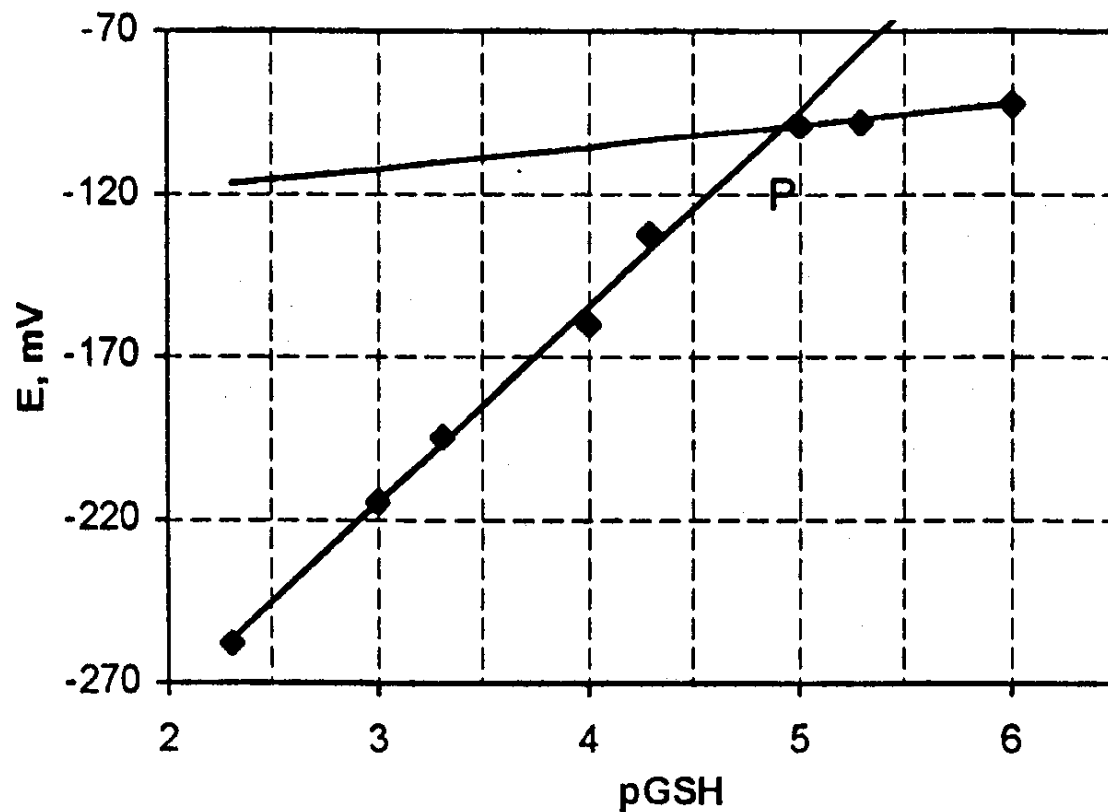
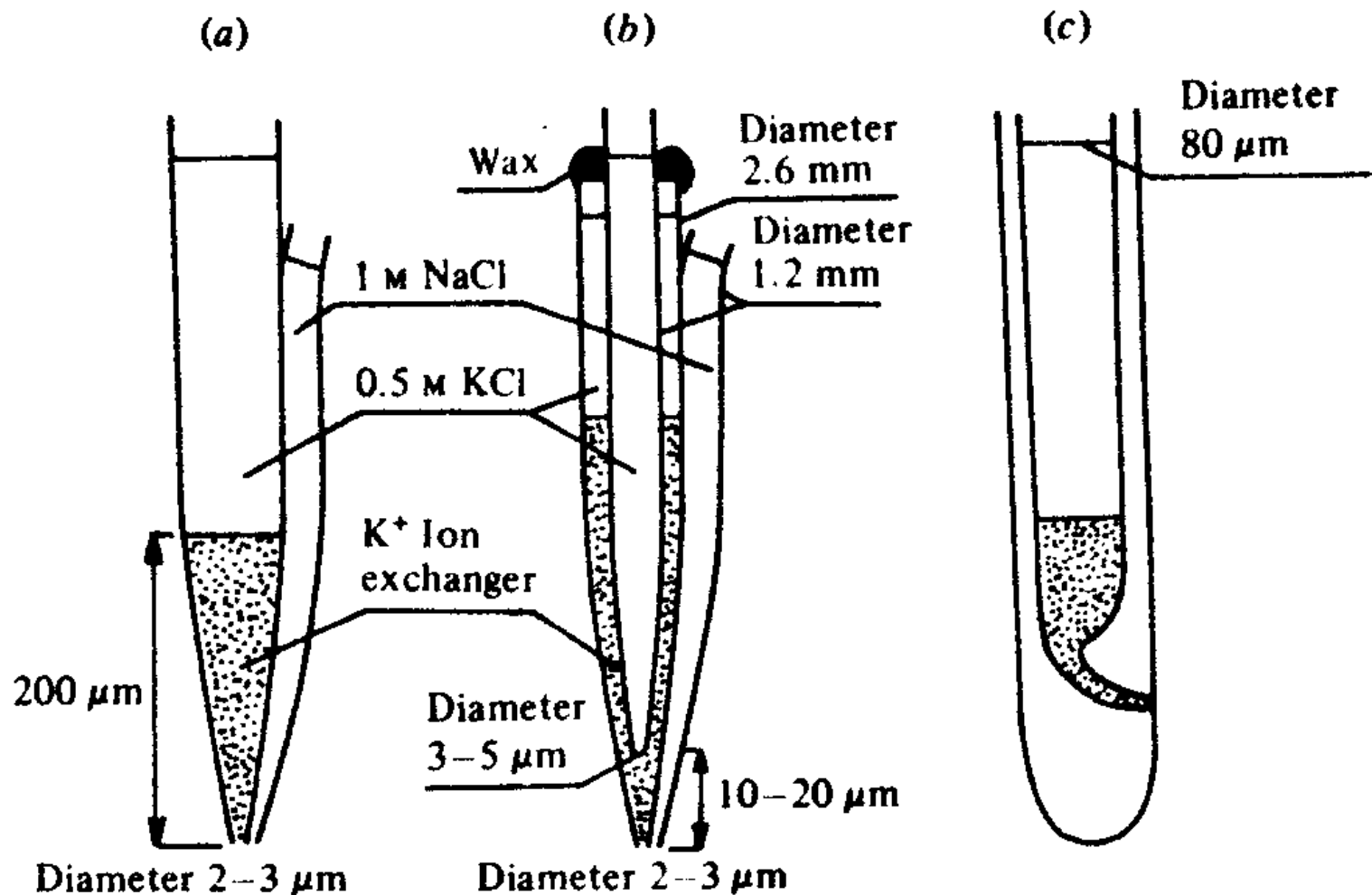


Figura 5.23 Determinación de $k_{pot}^{GSH, GSSG}$ a partir de una serie de mediciones del E_{II} (promedio) de estándares de GSH a $pGSSG=4$ con el electrodo selectivo de capa de $[GS)_x]$ formado sobre el TLME 2.

CUARTA ETAPA:

MINIATURIZACIÓN

Fig. 4.7. Various types of ion-sensitive microelectrodes: (a) double-barrelled microelectrode; (b) coaxial double-barrelled microelectrode; (c) side-pore microelectrode. (After E. Ujec *et al.* [168] and P. Hník *et al.* [67].)



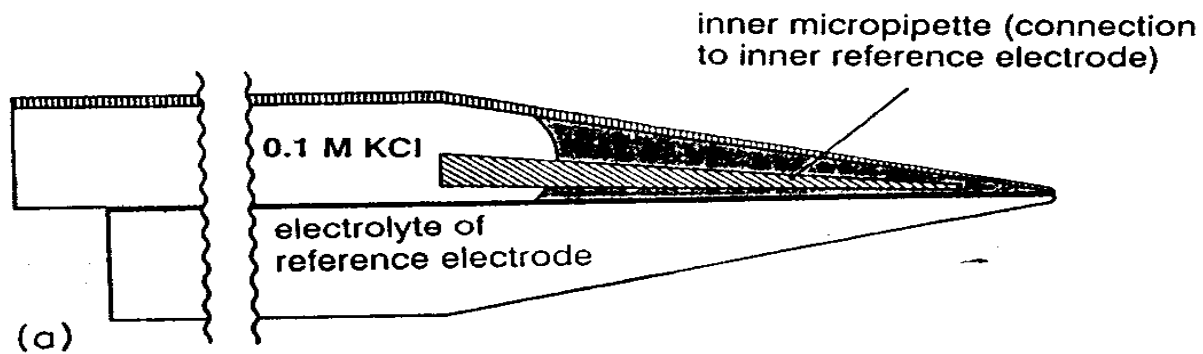


Figure 77. (a) A potassium ion-selective microelectrode of the double-barrel type. (According to J. L. Walker). (b) A micrograph of the capillary tip of a double-barrel ammonium-selective microelectrode (by permission of D. de Beer)

Microelectrodos en tejido SEROTONINA

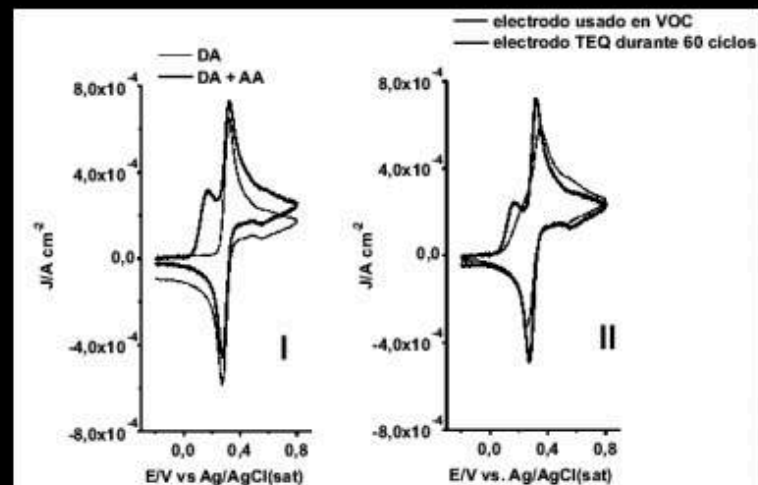
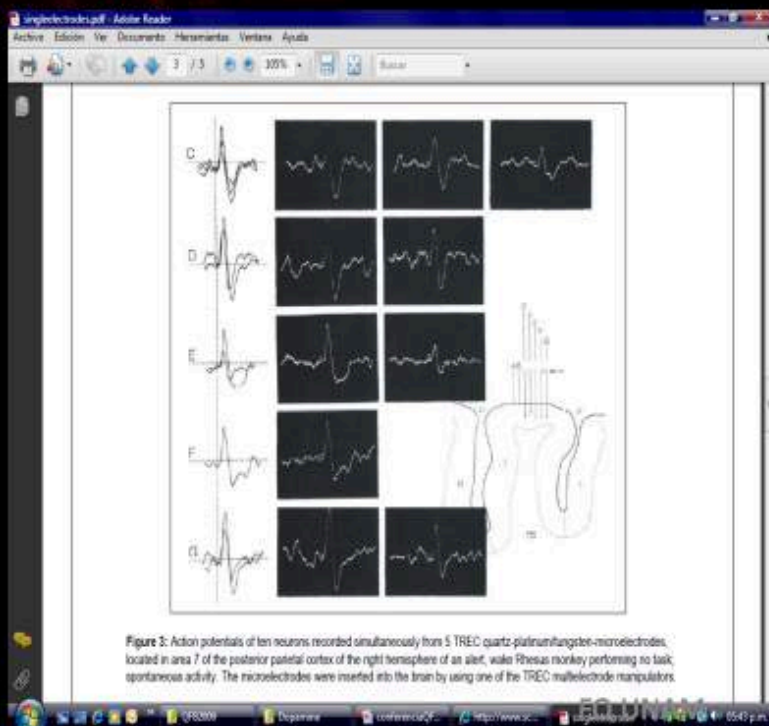
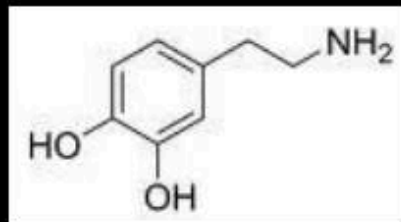
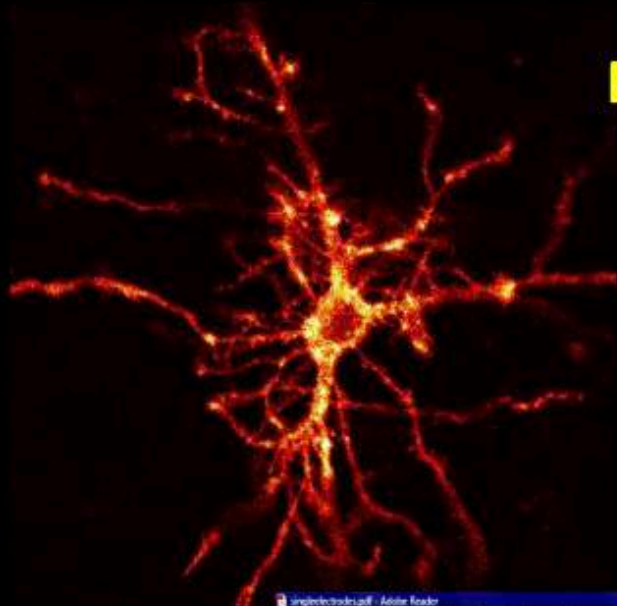
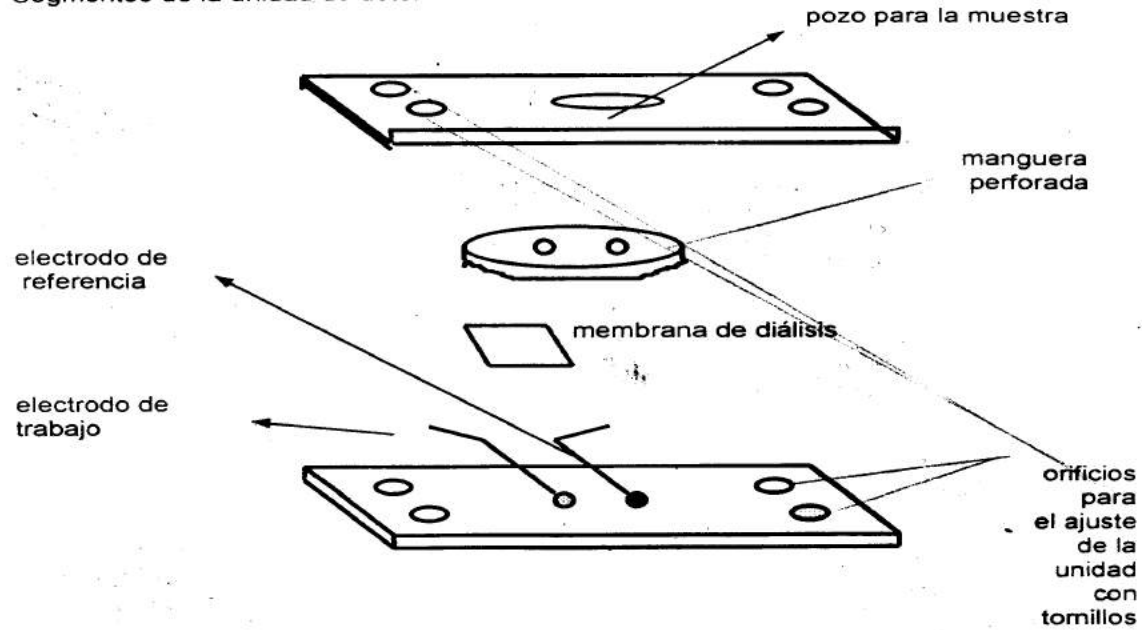


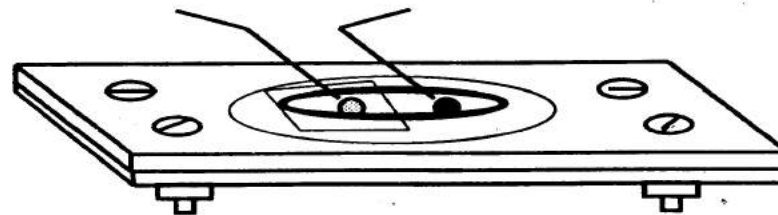
Figura 1. I) Voltamperogramas obtenidos en una solución buffer acetato pH 5,1 + 640 μM DA y una solución buffer acetato pH 5,1 + 640 μM DA + 1000 μM AA utilizando un electrodo de oro recién modificado electroquímicamente; II) Voltamperogramas obtenidos en una solución buffer acetato pH 5,1 + 640 μM DA + 800 μM AA con un electrodo de oro recién modificado electroquímicamente y después de haber utilizado dicho electrodo en una serie de experimentos por VOC; $v = 200 \text{ mV s}^{-1}$.

• *Figura H.* Tercer prototipo.

Segmentos de la unidad de determinación.

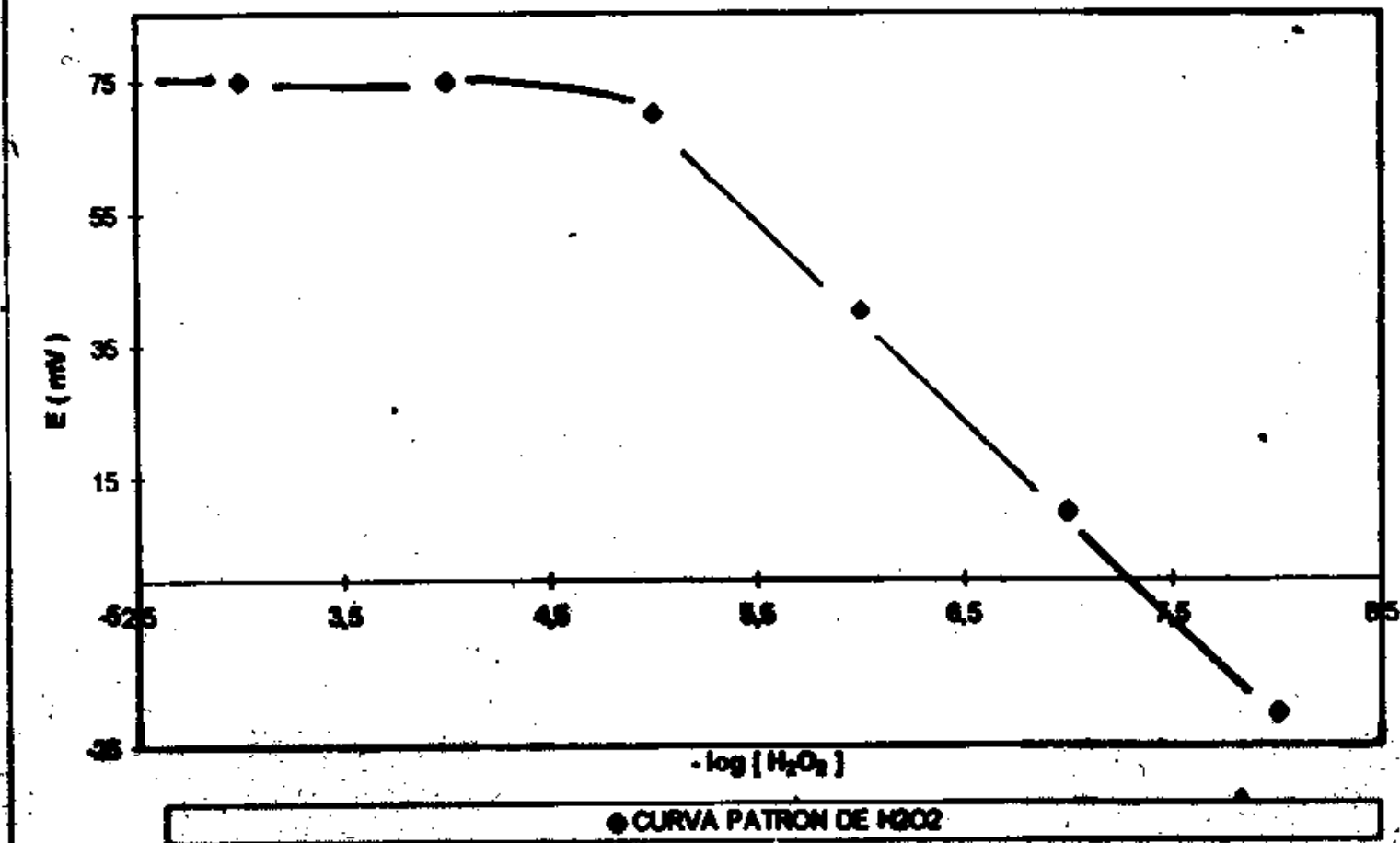


Unidad de análisis ensamblada.



Gráfica 3.

Gráfica $E \text{ (mV)} = (-\log [\text{H}_2\text{O}_2])$



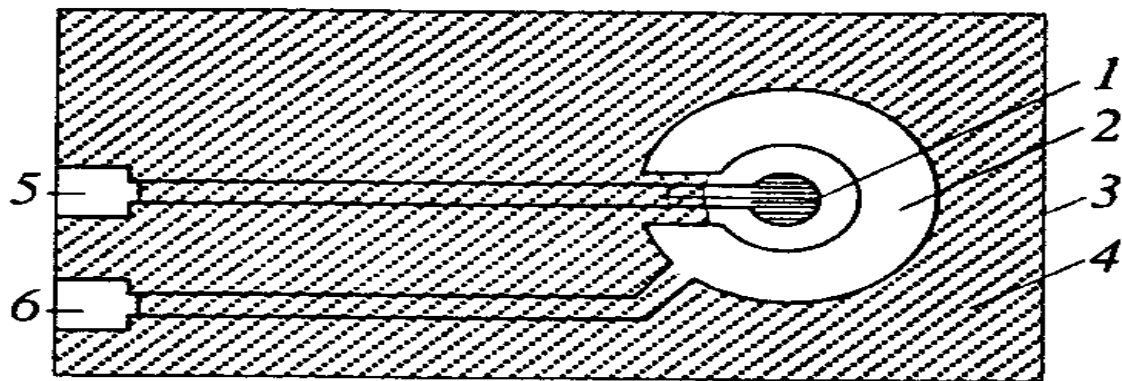


Fig. 1. Schematics of the electrode unit design: (1) platinum electrode, (2) silver electrode, (3) ceramic base, (4) insulating paste, and (5, 6) current leads.

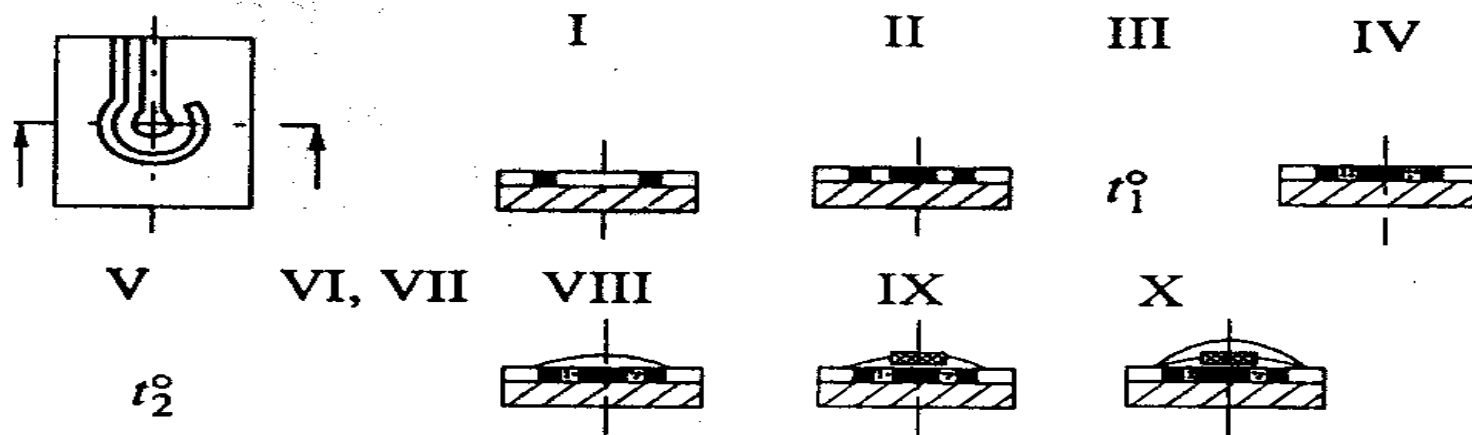
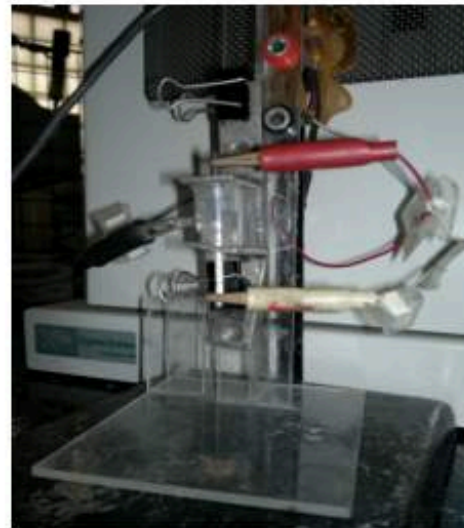
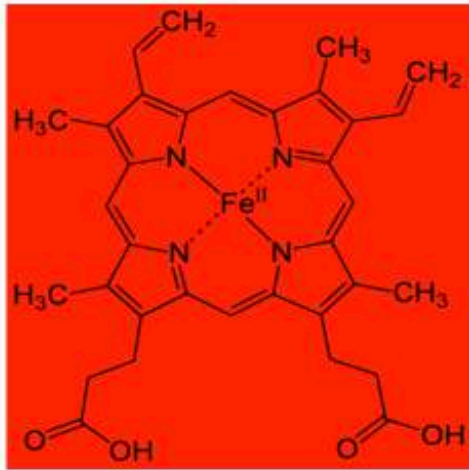


Fig. 2. Successive stages in manufacturing the electrode unit: (I, II) spreading layers of platinum- and silver-containing pastes through a stencil, (III, V) heat treatment, (IV) applying the insulating paste, (VI, VII) electrochemical treatment, and (VIII-X) applying polymer layers of the enzymatic reactor.

Table 1

Early applications of screen-printed electrodes (pre-1994)

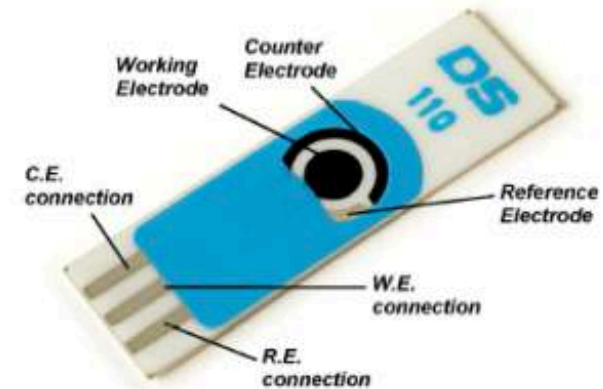
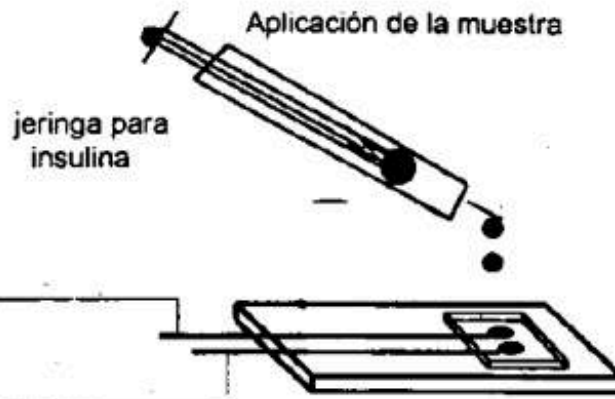
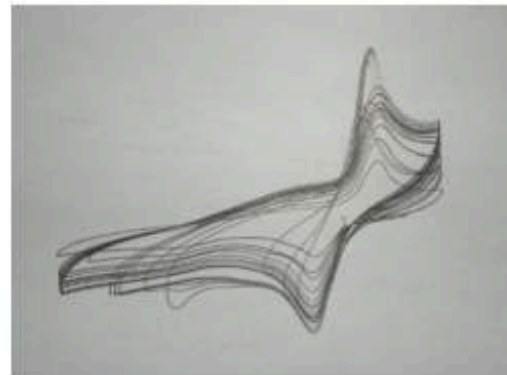
Analyte	Reference
Reduced glutathione (GSH)	[9–11]
Coenzyme A	[9]
Ascorbic acid (vitamin C)	[9,12,23]
Thiamine	[23]
Uric acid	[13]
Glucose	[14–19]
3-Hydroxybutyrate	[20,21]
Paracetamol	[15,22,23]
Salicylic acid	[15,22,24]
Theophylline	[25]
Phosphate	[26]
Nitrate	[27]
Lead	[28]
Organophosphates	[29]

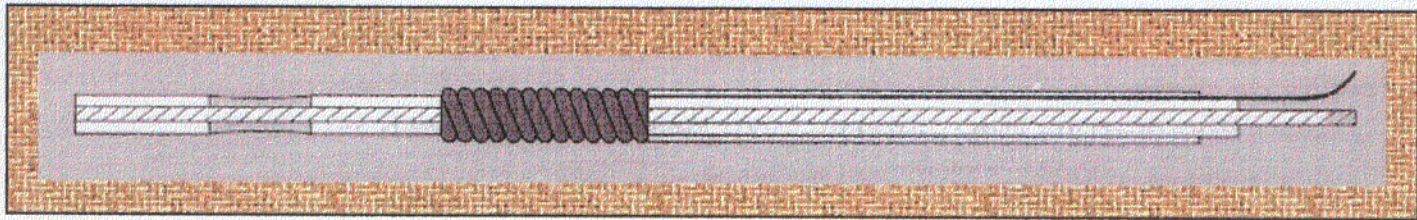
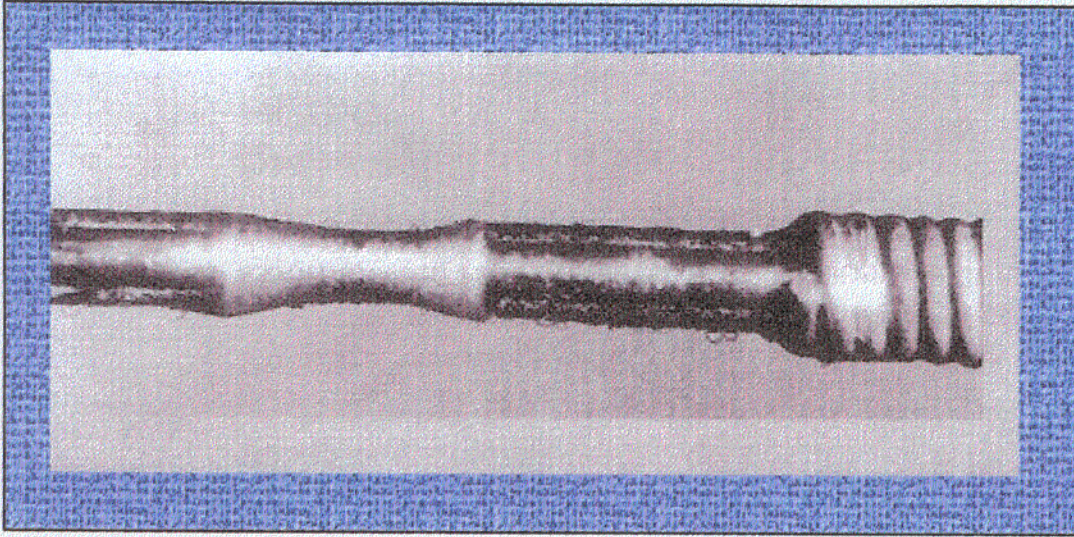


Hb
Ionic liquids

[EmIm][BF₄]

Microcells SPE
Screen printed electrodes

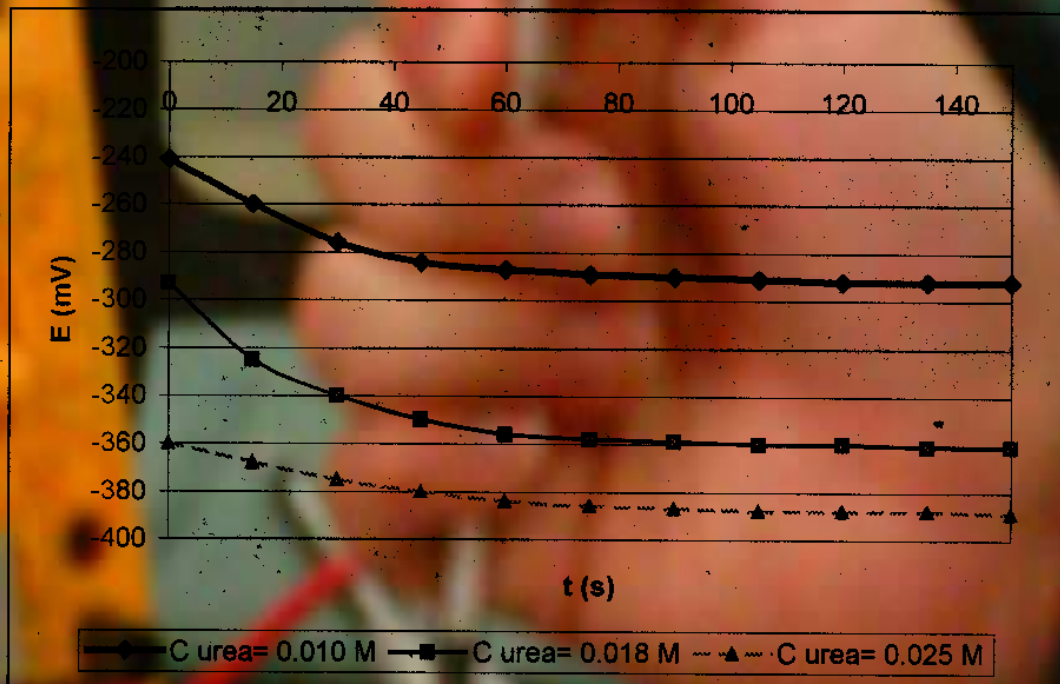




Microbiosensor de glucosa intracutáneo



sputnik



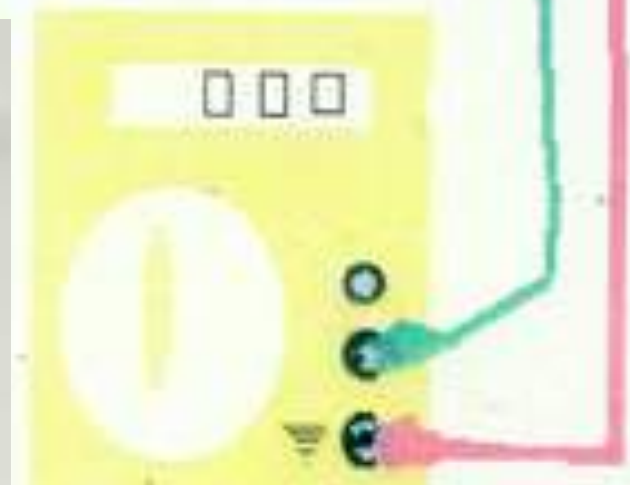
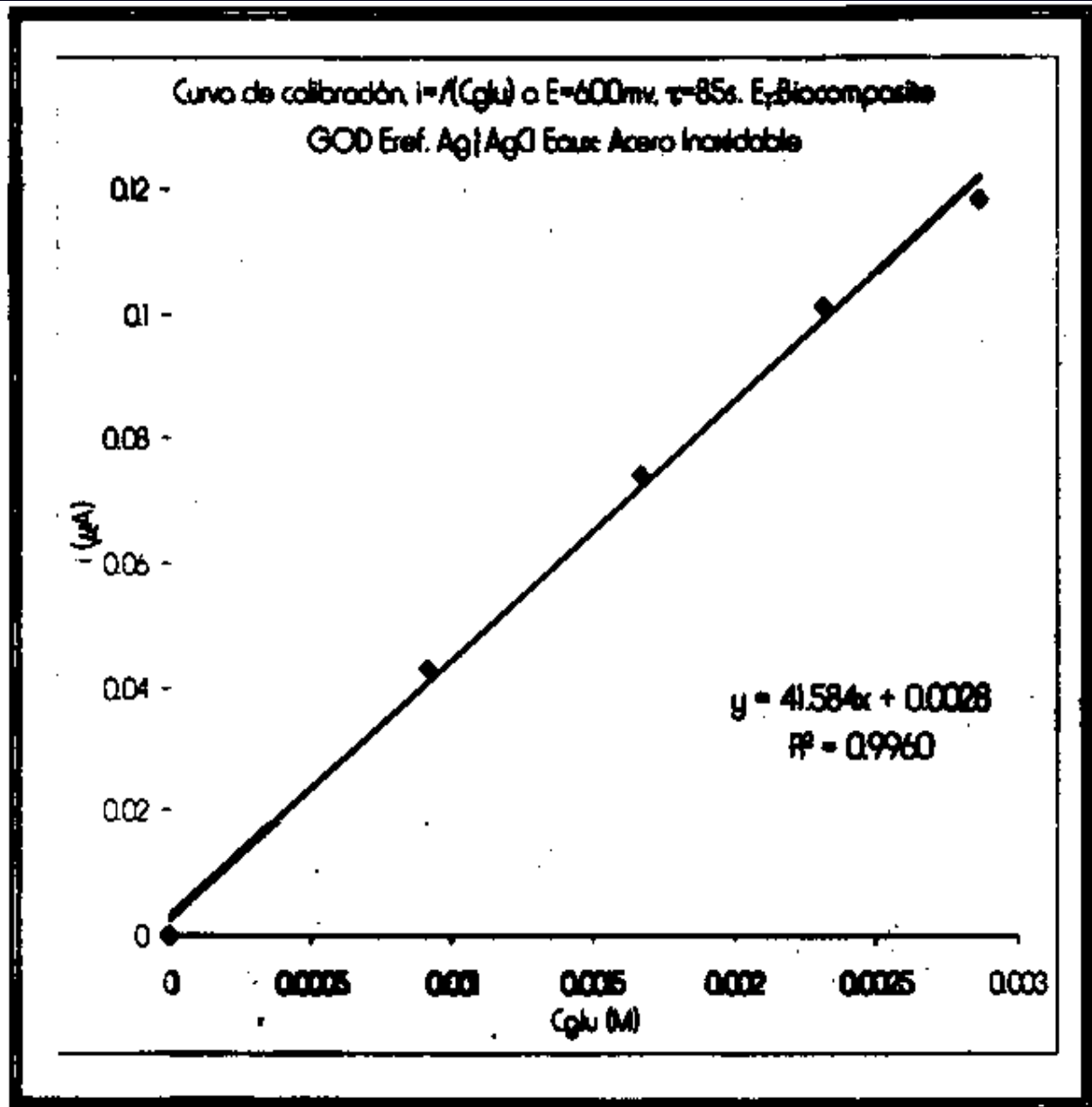
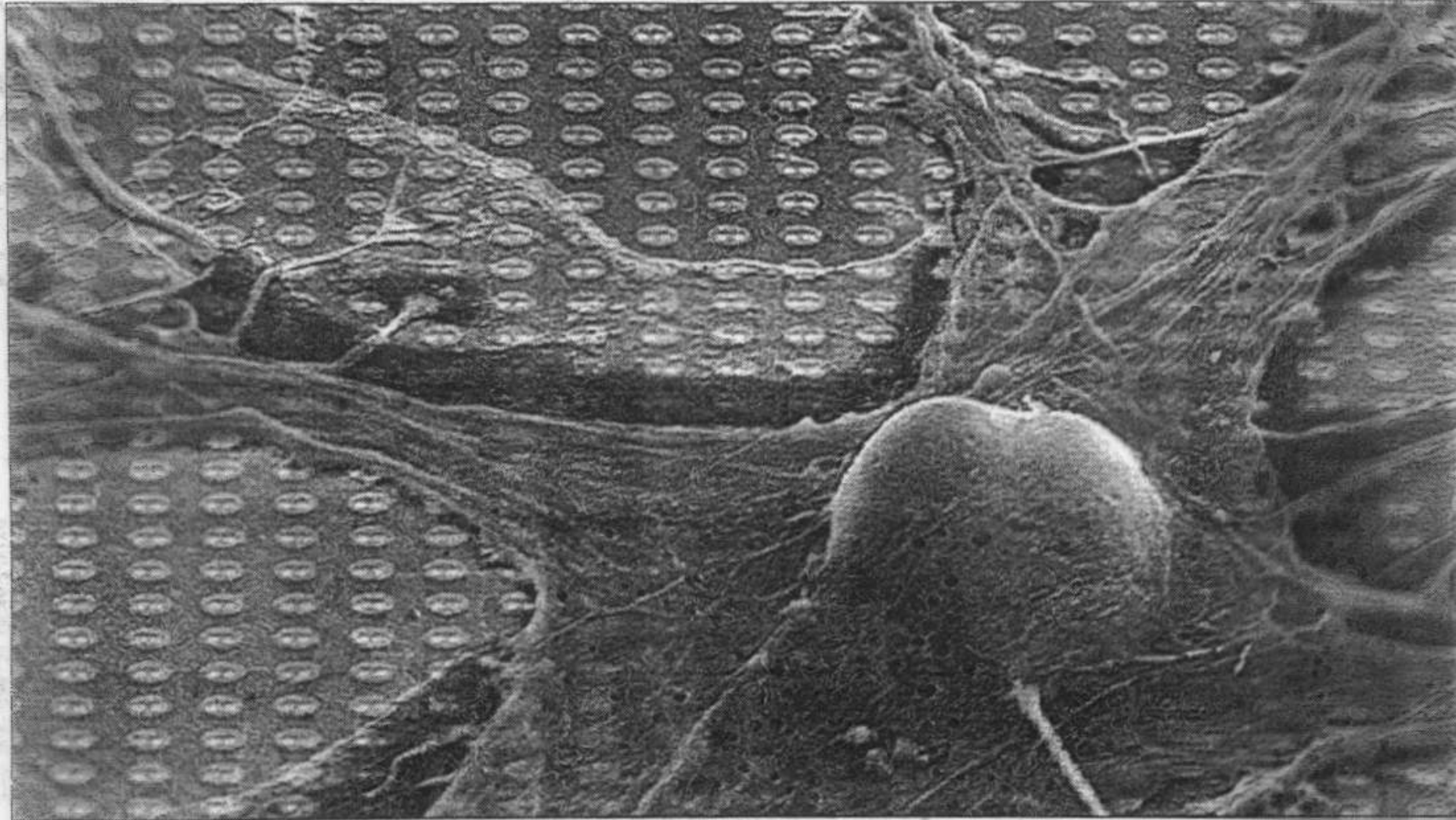


Gráfico 34. Curva de calibración $i = f(C_{glu})$ para la determinación de glu en suero. La lectura de i al E impuesto es registrada por el software utilizado. En el gráfico se presenta la ecuación de la recta que describe la curva de calibración, así como el valor del coeficiente de correlación.



NEUROCHIP



La imagen muestra el *neurochip* de la empresa alemana Infineon Technologies, el cual crea un contacto directo entre una célula nerviosa y una computadora, reaccionando a las señales eléctricas de la célula a través de sus 16 mil 384 sensores. El *neurochip* amplifica las señales y las transfiere a un sistema computarizado

APLICACIONES PROFESIONALES

Table I. ISEs in clinical chemistry

- 1909 H⁺ response of glass membrane demonstrated
- 1924 Glass membranes respond to other ions (Na⁺, K⁺, Li⁺)
- 1936 Arnold Beckman markets first pH meter
- 1952–58 Electrodes for P_{CO₂} and P_{O₂} developed
- 1958 Three-channel (pH, P_{CO₂}, P_{O₂}) blood gas analyzer developed
- 1962 Development of non-glass ISEs
- 1967 First enzyme electrode (glucose)
- 1969 Valinomycin-based K⁺ electrode developed
- 1971 First Ca²⁺ analyzer
- 1972 Flame photometer replaced by Na⁺/K⁺ ISEs (indirect potentiometry)
- 1974 First direct potentiometric analyzer for Na⁺/K⁺ in whole blood
- 1974 First commercial enzyme electrode
- 1976 Microprocessor-based Na⁺/K⁺ blood analyzer
- 1981 Direct potentiometry for Na⁺/K⁺ becomes more popular

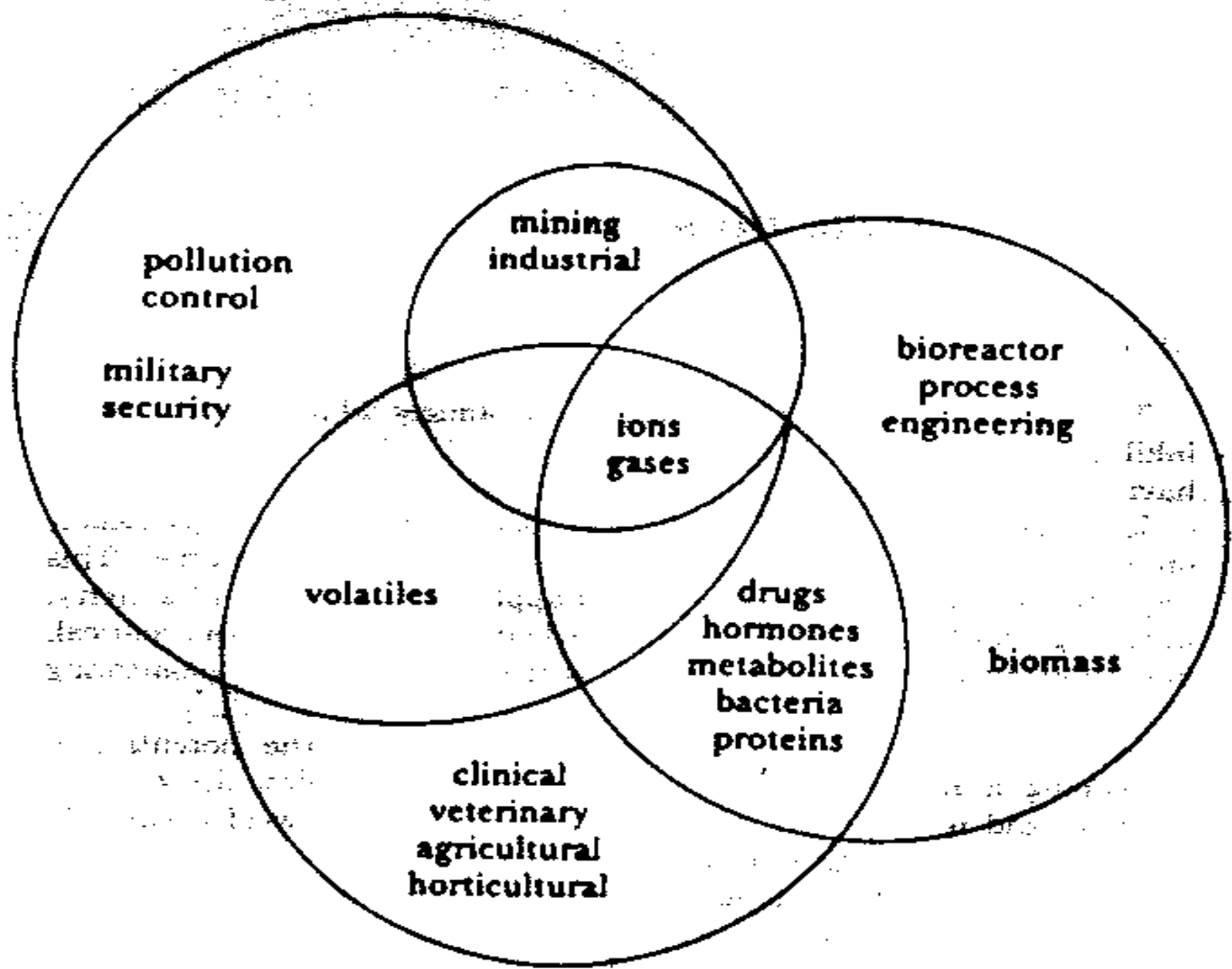


Fig. 8.1. Potential analytes and their application sectors. (From I.J. Higgins and C.R. Lowe, *Philos. Trans. R. Soc. London B*, 316, (1987) 3-11.)

Environmental biosensors

Biological recognition element

Enzymes

- Catalytic transformation of the pollutant (e.g., analyte, phenolics; enzyme, tyrosinase)
- Specific inhibition of enzyme activity by the pollutant (e.g., analyte, organophosphates; enzyme, acetylcholinesterase)
- Modification of enzyme activity by a pollutant that acts as a modulator or cofactor (e.g., analyte, Mn (II); enzyme, horseradish peroxidase)

Antibodies

- Compound- or class-specific affinity toward the pollutant (e.g., analyte; pesticides, benzo[a]pyrene)

Microorganisms

- General inhibition of cellular respiration by pollutant (e.g., analyte, respiratory toxicants; test organism, *P. phosphoreum*; response, luminescence)
- Promotor recognition by specific pollutant followed by gene expression, enzyme synthesis, and catalytic activity (e.g., analyte, Hg (II); expressed enzyme, luciferase; response luminescence)
- Identification and enumeration of microorganisms through immunocapture or DNA sequence hybridization sensor methods (e.g., optical immunosensor for *Burkholderia* or optical DNA sensor for *Listeria*)

Physical transducer

Electrochemical

- Potentiometric
- Amperometric
- Potentiometric stripping analysis

Optical-Electronic

- Light-addressable potentiometric sensor
- Surface plasmon resonance

Optical

- Absorbance
- Luminescence
- Fluorescence
- Total internal reflectance fluorescence

Acoustic

- Quartz crystal microbalance
- Surface acoustic wave
- Surface transverse wave

Table 1. Areas of application for biosensors

Target compounds	Areas of application and comments
<p>Organic Amino acids, cholesterol, carbohydrates, pesticides, antibiotics, alcohols, vitamins, carboxylic acids, phenols, lipids, lecithin</p>	<p>Common constituents or contaminants in food products.</p>
<p>Lysine L-alanine (with D-alanine) Citrate</p>	<p>Marker of nutritional damage due to heat. Flavour enhancer. Found in several fruits and in all animal and vegetable cells.</p>
<p>Catechins, catechols and tannin</p>	<p>Taste and function of green tea. Quality control in tea processing (substances of astringency).</p>
<p>Polyphenols Acetaldehyde Malolactic acid</p>	<p>Olive oils (taste and stability of the oil). Wine, beer, yoghurts. Wine quality.</p>
<p>Trimethylamine, putrescine, cadaverine and histamine Nucleotides: hypoxanthine, inosine, inosine-5-monophosphate</p>	<p>Meat spoilage and aging, histamine in red wine. Fish freshness, meat aging.</p>
<p>Salicylate</p>	<p>Antimicrobial agent, preservative (now forbidden in most countries).</p>
<p>Benzoic acid, sorbic acid, tocopherol Glutamate Lactate</p>	<p>Preservatives. Flavour enhancer. Yoghurt, beer, fruit juices, wine.</p>
<p>Amygdalin Artificial sweeteners (aspartame, saccharin, cyclamate, acesulfame, etc.)</p>	<p>Cyanide-containing sugar in almonds. Soft drinks, desserts.</p>
<p>Glucosinolates</p>	<p>Nitrile and sulphur-containing heteroglycosides.</p>
<p>Inorganic</p>	
<p>Sulphites, sulphur dioxide Potassium, sodium, calcium, magnesium, nitrate, nitrite, chloride, sulphate, fluoride, carbonate, zinc, mercury</p>	<p>Used as food preservatives, oxidation prevention. Vinegar, fruit juices, milk, soft drinks, mineral water.</p>
<p>Toxins and foodborne pathogens</p>	
<p>Saxitoxin, neosaxitoxin, gonyautoxins, domoic acid, brevetoxin, Protein A, hepatitis A virus, aflatoxin, ciguatoxin</p>	<p>Protein A is a product of <i>Staphylococcus aureus</i>.</p>
<p>Tetrodotoxin <i>Salmonella</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Listeria</i>, <i>Campylobacter</i>, <i>Staphylococcus</i>, <i>Yersinia</i>, bacteriophages</p>	<p>Marine shellfish poisoning. In a variety of foodstuffs.</p>

TABLA 1
Determinación de diferentes compuestos en cervezas utilizando electrodos selectivos de iones y sondas sensibles a gases

Autor	Compuesto analizado	ISE utilizado	Técnica analítica de medida	Referencia
Orion Research	Sodio	Na ⁺	Potenciometría directa	12
Orion Research	Calcio	Ca ²⁺	Adición conocida	13
Postel y col.	Fluoruro	F ⁻	Potenciometría directa	14
Alcorta y col.	Fluoruro	F ⁻	Múltiple adición conocida	15
Pérez-Olmos y Echevarría	Cloruro	Cl ⁻	Múltiple adición conocida	16
Ferreira y col.	Plata/sulfuros	Ag ⁺ /S ²⁻	Pseudo-valoración potenciométrica (análisis en flujo continuo)	18
Owades y col.	Sulfuro de hidrógeno	Ag ⁺ /S ²⁻	Potenciometría directa	19
Spaeth y col.	Sulfuro de hidrógeno	NH ₃	Potenciometría directa	22
Wisk y Siebert	Amoníaco	NH ₃	Múltiple adición conocida	9
Drawert y Nietsche	Amoníaco	NH ₃	Múltiple adición conocida	23
Buckee	Nitrógeno	NH ₃	Curva de calibrado	24
Orion Research	Dióxido de carbono	CO ₂	Potenciometría directa	25
Bailey	Dióxido de azufre	SO ₂	Potenciometría directa	26
Jennings y col.	Dióxido de azufre	SO ₂	(análisis en flujo continuo)	27
Balulescu	Sodio	Na ⁺	Potenciometría directa	28
	Potasio	K ⁺	(análisis en flujo continuo)	28
	Cloruro	Cl ⁻		

Biosensors and Their Applications

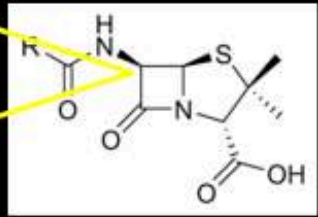
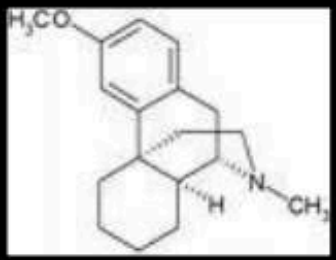
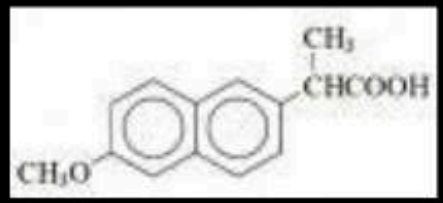
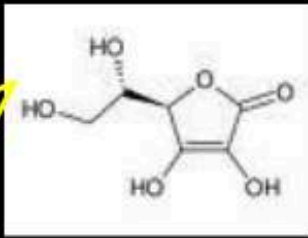
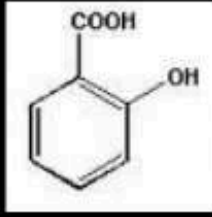
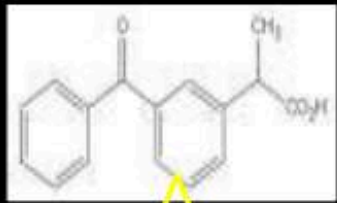
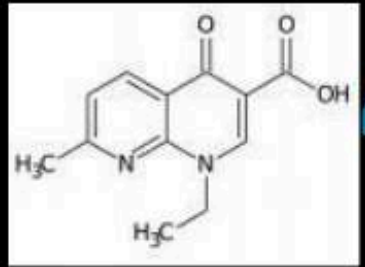
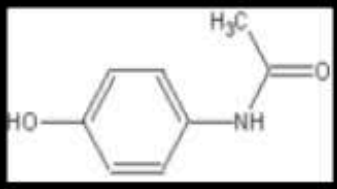
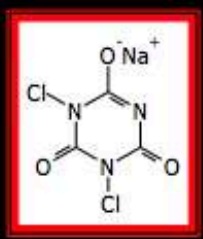
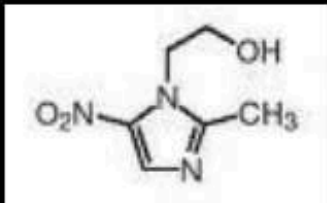
Substance Measured	Biological Sensor	Physical Sensor
Benzo(a)pyrene	Antibody to benzo(a)pyrene	Optical-fiber fluorimeter
Creatinine	Creatinine iminohydrolase	Ammonia field-effect transistor
Ethanol	NADH and dehydrogenase	Oxidation-reduction electrode
Gamma globulin	Antibody to gamma globulin	Polarized light
Lidocaine	Antibody to lidocaine and ferrocene-lidocaine complex	Oxygen electrode
Nerve gas	Acetylcholine receptor	Conductivity measurement
Parathion	Antibody to parathion	Piezoelectric crystal
Penicillin	Beta-lactamase	Thermistor
Testosterone	Bioluminescence enzymes: dehydrogenase and luciferase	Optical-fiber fluorimeter
Theophylline	Antibody to theophylline	Surface plasmon resonance
Vitamin B ₁₂	Bacteria (<i>Escherichia coli</i>)	Oxygen electrode

Table 1. Partial List of Some Ion Selective Electrodes and Industrial Applications

Electrode	Industrial Use
Ammonia	Pollution
Cadmium	Plating, waste
Calcium/Hardness	Boilers, H ₂ O treatment
Chloride	Desalination, pharmaceutical
Cyanide	Plating, waste
Cupric	Circuit boards, mining
Fluoride	Potable H ₂ O, stack, HF
Fluoroborate	Plating
Nitrate	Water, farm effluent
Silver	Photographic
Sodium	Ultra pure H ₂ O, food, ion exchange
Sulfide	Paper pulp, ore, Stack

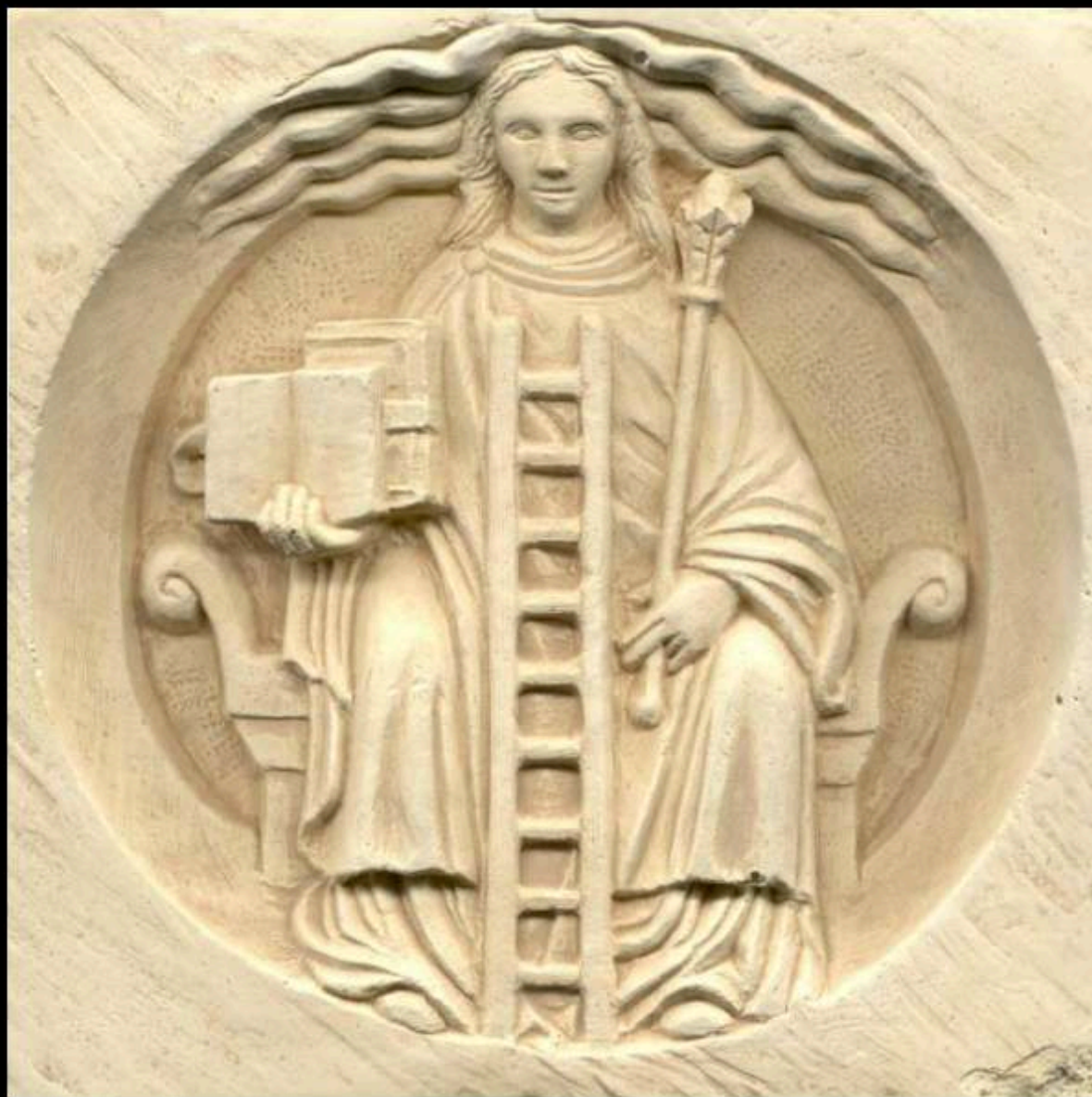
SA
ST

Fi
re



**CONTROL
Y
DESARROLLO
ANALÍTICO
FARMACÉUTICO**





gracias