



**UTEQ**  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
DE QUERÉTARO

**POLITÉCNICA  
SANTA ROSA**



*Bilingual  
International  
Sustainable  
University*



# Cuantificación de Cd (II) y Cu (II) en Sargazo

Seminario Estudiantil

Departamento de Química Analítica (DQA)

Facultad de Química (FQ)

Proyecto PAPIME 210820. Sargazo. Contribución de la Química Analítica desde la Docencia e Investigación Formativa

Presenta: Estudiante Lic. en Química Esperanza Elizabeth Mendoza Solis

Tutores

Dra. Ma. Teresa de J. Rodríguez Salazar

FQ, DQA

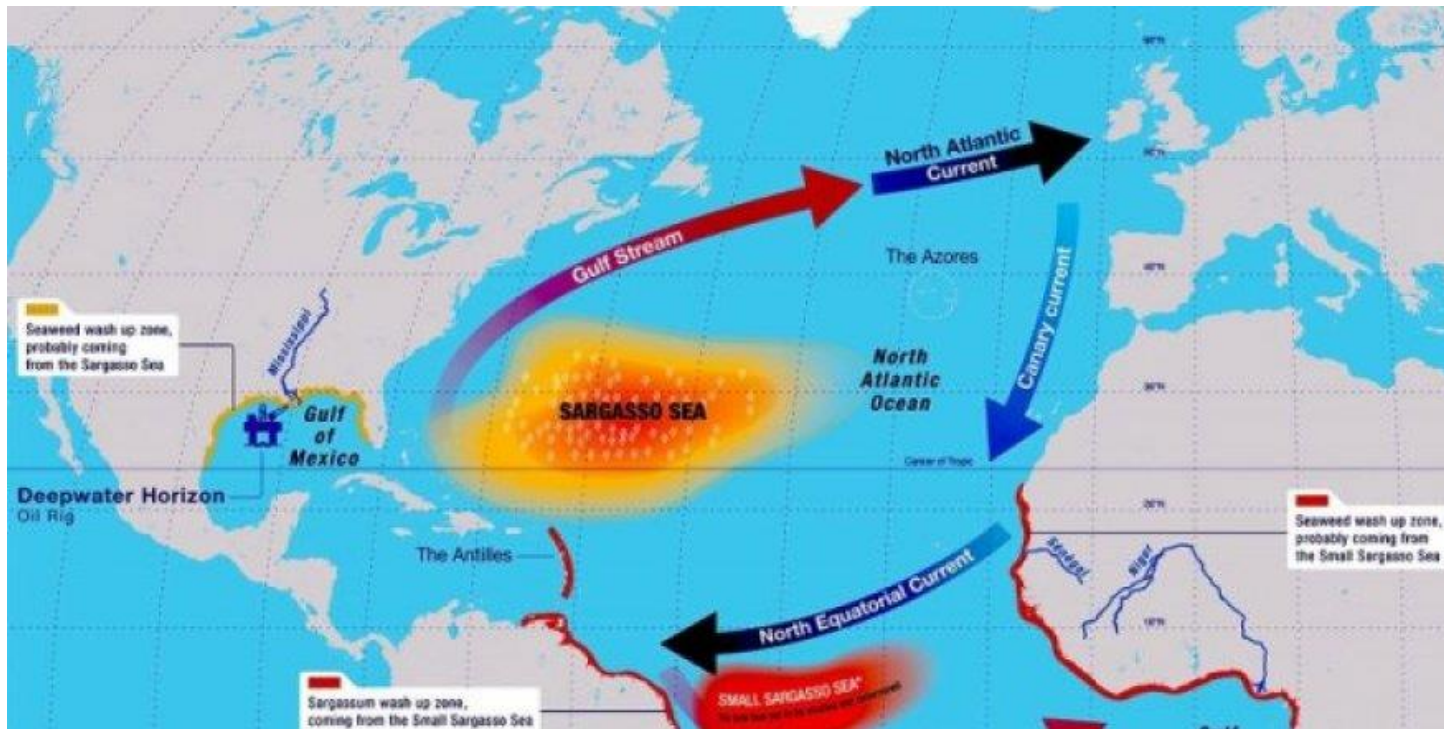
Dr. Julio C. Aguilar Cordero

FQ, DQA

# COLABORADORES PROYECTO PAPIME 210820

- Co-Responsable: Dra. Olivia Zamora Martínez ( DQA, FQ / Lab. Nacional de Geoq. y Mineralogía – LANGEM, Inst. de Geología, UNAM)
- Maestra Iliana Zaldívar Coria
- IQ J. Adolfo Martínez Olmedo
- Dra. Minerva Monroy Barreto
- Dra. Flora Mercader Trejo (Universidad Politécnica de Santa Rosa de Jáuregui, UPSRJ)
- Dr. Julio C. Aguilar Cordero
- Dr. J Jesús Recillas Mota
- Dr. Raúl Herrera Basurto (Universidad Tecnológica de Querétaro, UTEQ)
- Responsable: Dra Ma. Teresa de J. Rodríguez Salazar (DQA, FQ, UNAM)

# SARGAZO. EL SÍNTOMA.



- Abundancia de especies
- Composición química

# BIOMASA PROVENIENTE DE SARGAZO



## Usos

- Terapéutico/medicinal
- Alimenticio
- Agrícola (composta)



Acumulación de metales.



Identificación y  
cuantificación de metales  
→ Extracción →  
Aprovechamiento seguro

# ¿CUÁNTO Y CÓMO?

Tabla 1. Concentración de metales en cultivos de algunas especies de sargazo 9.

Medium		Cu	Pb	Cd	Zn	Fe	Mn	Ni	Co
Natural seawater (control)	Just after inoculation: $[M]_d^b$ (nM)	29 ± 2	0.34 ± 0.02	0.45 ± 0.02	16 ± 1	23 ± 1	8.6 ± 0.4	29 ± 2	0.24 ± 0.02
	After 10 days growth: $[M]_d^b$ (nM)	21 ± 1	0.020 ± 0.001	0.051 ± 0.003	4.9 ± 0.3	18 ± 1	1.6 ± 0.1	17.0 ± 0.8	0.16 ± 0.01
	Uptake <sup>c</sup> (%)	45	94	89	69	22	70	41	33
	$[M]_{cell}$ ( $10^{-18}$ mol cell <sup>-1</sup> ) [Cells] ( $10^6$ cell l <sup>-1</sup> ): 375 ± 18	42 ± 3	0.85 ± 0.06	1.1 ± 0.06	30 ± 2	13.0 ± 0.9	19 ± 1	32 ± 2	0.29 ± 0.02
Seawater enriched with <i>E. huxleyi</i> exudates	Just after inoculation: $[M]_d^b$ (nM)	23 ± 1	0.15 ± 0.02	0.19 ± 0.03	6.5 ± 0.3	19 ± 0.8	2.4 ± 0.1	18 ± 0.7	0.22 ± 0.03
	After 10 days growth: $[M]_d^b$ (nM)	16.4 ± 0.8	0.008 ± 0.001	0.018 ± 0.002	1.2 ± 0.1	13.0 ± 0.6	0.52 ± 0.04	8.3 ± 0.3	0.12 ± 0.02
	Uptake <sup>c</sup> (%)	49	95	91	82	32	78	54	45
	$[M]_{cell}$ ( $10^{-18}$ mol cell <sup>-1</sup> ) [Cells] ( $10^6$ cell l <sup>-1</sup> ): 412 ± 21	35 ± 2	0.34 ± 0.02	0.42 ± 0.03	13.0 ± 0.9	15 ± 1	4.6 ± 0.3	24 ± 2	0.24 ± 0.02
Seawater enriched with <i>P. tricornutum</i> exudates	Just after inoculation: $[M]_d^b$ (nM)	23 ± 1	0.12 ± 0.02	0.27 ± 0.01	11.0 ± 0.6	19 ± 1	2.1 ± 0.2	16 ± 1	0.21 ± 0.03
	After 10 days growth: $[M]_d^b$ (nM)	18.5 ± 0.8	0.081 ± 0.009	0.11 ± 0.01	7.3 ± 0.4	16 ± 1	1.3 ± 0.1	12.0 ± 0.5	0.15 ± 0.01
	Uptake <sup>c</sup> (%)	42	33	59	34	16	38	25	29
	$[M]_{cell}$ ( $10^{-18}$ mol cell <sup>-1</sup> ) [Cells] ( $10^6$ cell l <sup>-1</sup> ): 25.0 ± 0.9	505 ± 35	1.60 ± 0.07	6.4 ± 0.4	148 ± 10	120 ± 8	32 ± 2	160 ± 11	2.4 ± 0.2

# OBJETIVOS

- Realizar investigación exhaustiva sobre composición química de algas de la familia Sargassaceae.
- Proponer un diseño experimental para cuantificar Cd (II) y Cu (II).

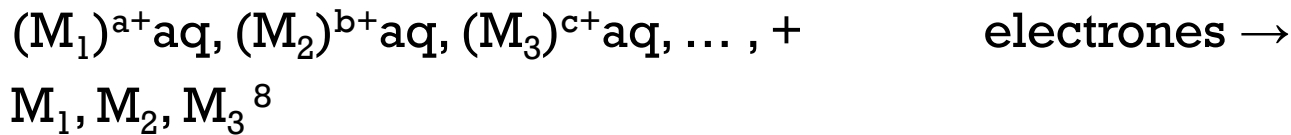


# VOLTAMPEROMETRÍA DE REDISOLUCIÓN ANÓDICA (ASV)

- La ASV es una técnica electroquímica que se utiliza para la determinación de metales que desde estados oxidados pueden ser reducidos a sus formas metálicas<sup>6</sup>.
- Esta técnica tiene un límite de detección de  $10^{-9} - 10^{-12} \text{ M}$ <sup>4</sup>.

# ASV. ETAPAS

1. Preconcentración. Se aplica un potencial de electrólisis controlado que provoca que el analito sea depositado en el electrodo<sup>4</sup>.



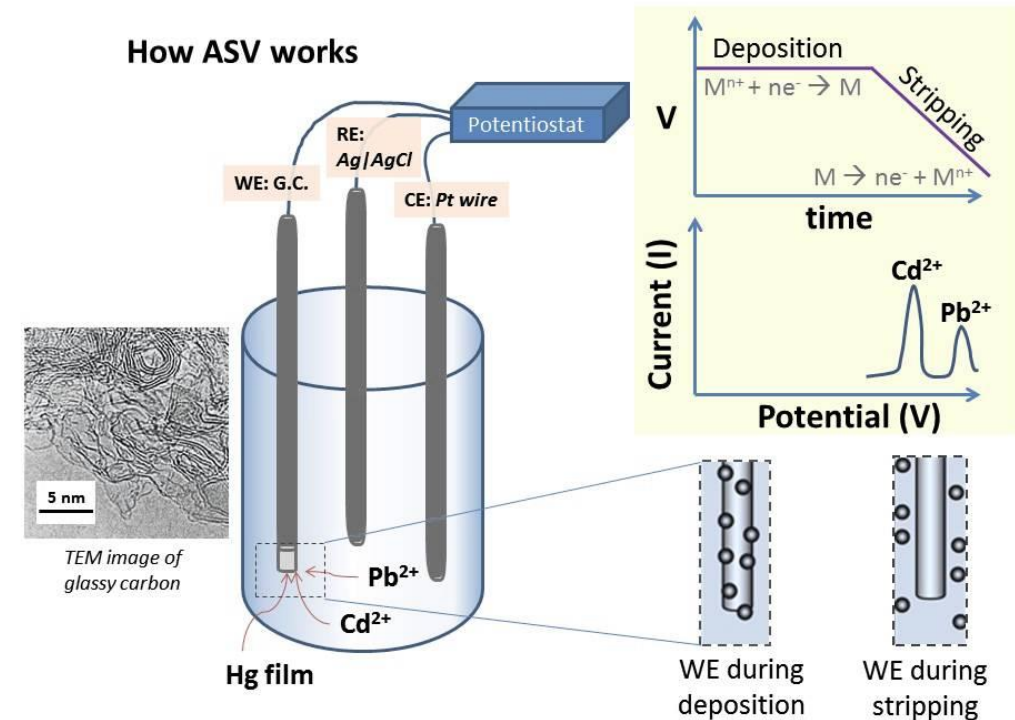
- Analito. Puede llegar al electrodo por migración, por difusión o por convección<sup>11</sup>.
- Temperatura.
- Conductividad. Se adiciona un electrolito soporte para abatir la migración.
- Tiempo. Tiene una relación directamente proporcional con la cantidad de analito depositada en el electrodo e inversamente proporcional con la intensidad de corriente<sup>11</sup>.

2. Reposo. Se detiene la agitación y se mantiene el potencial aplicado. Permite que el proceso electroquímico posterior sea controlado por procesos difusionales<sup>4, 11</sup>.

4. Quispe (2016)

8. Ciencias Ambientales (2004)

11. García (1977)



Quantitative determination of cadmium and lead by Anodic Stripping Voltammetry

Moderator: Tami Lasseter Clare



# ASV. ETAPAS

3. Redisolución. Es la etapa de medición. Mientras se registra la intensidad de corriente, se realiza un barrido lineal de potencial en el sentido anódico, con el que los metales habrán de ser oxidados y vueltos a incorporar a la disolución<sup>4, 11</sup>.

Cuando  $V=V_1$ :  $M_1 \rightarrow (M_1)^{a+} + a$  electrones

Cuando  $V=V_2$ :  $M_2 \rightarrow (M_2)^{b+} + b$  electrones

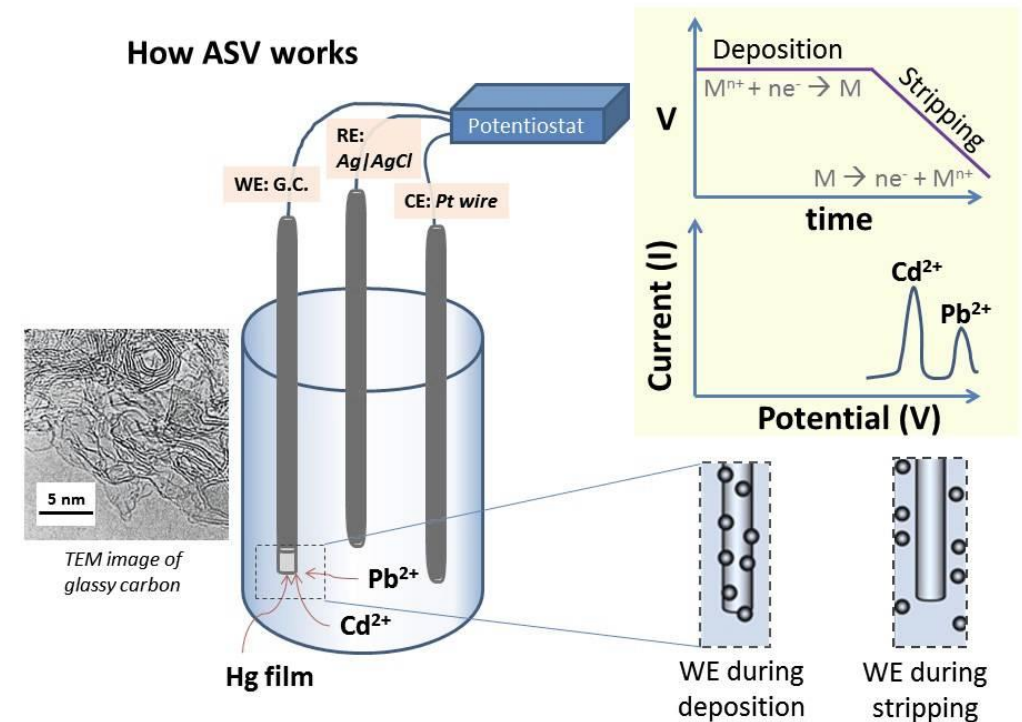
Cuando  $V=V_3$ :  $M_3 \rightarrow (M_3)^{c+} + c$  electrones

- Donde cada oxidación produce un pico de corriente eléctrica (flujo de electrones) que permite obtener un voltamperograma (corriente eléctrica en función del potencial aplicado), en este, la altura de cada pico es proporcional a la cantidad depositada de cada metal<sup>8</sup>.

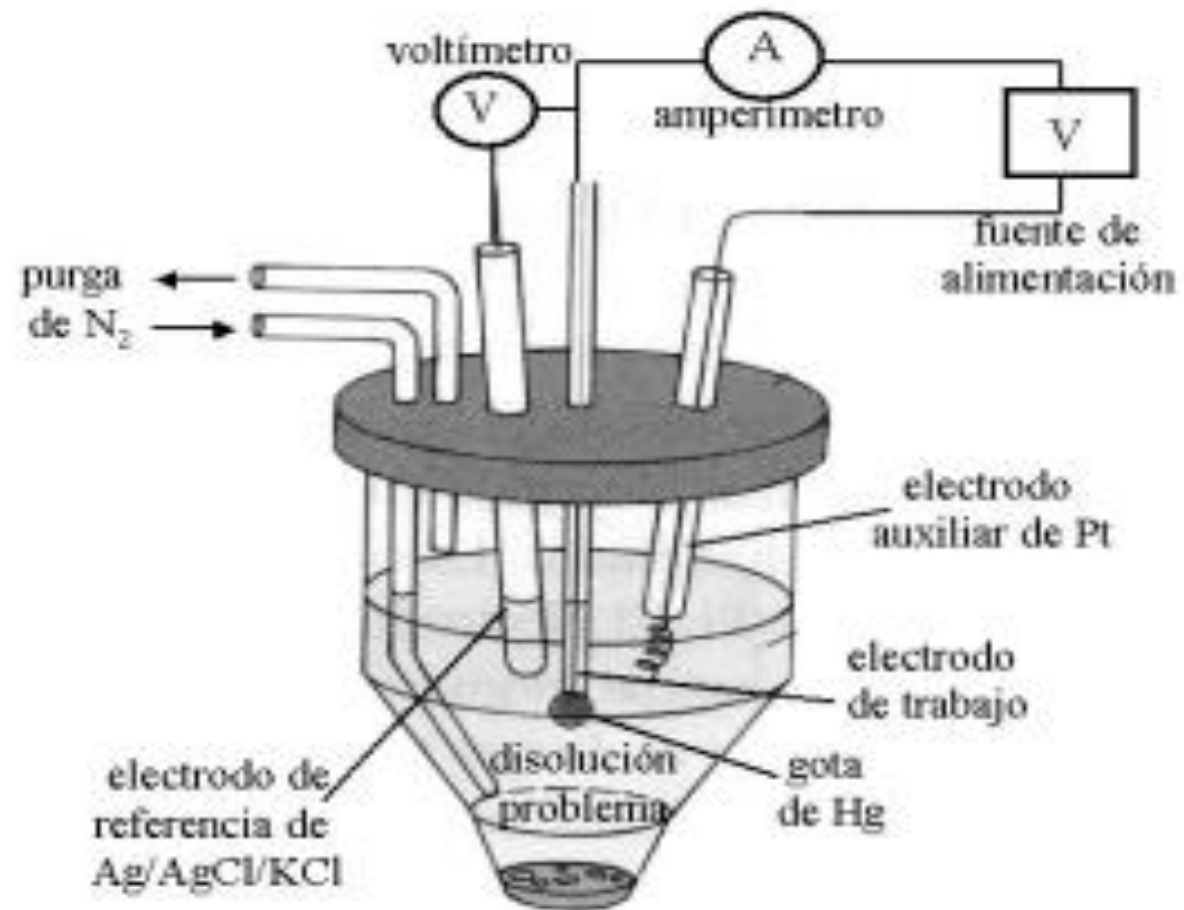
4. Quispe (2016)

8. Ciencias Ambientales (2004)

11. García (1977)



Quantitative determination of cadmium and lead by Anodic Stripping Voltammetry  
Moderator: Tami Lasseter Clare



# PROPUESTA DE DISEÑO EXPERIMENTAL.

## TRATAMIENTO DE MUESTRA

- Lavado de la muestra con agua destilada.
- Secado al sol durante 24 horas. La radiación ultravioleta (UV) destruye materia orgánica <sup>3</sup>.
- Secado en estufa a 60 °C hasta peso constante.
- Molienda en mortero de ágata.



# PROPUESTA DE DISEÑO EXPERIMENTAL.

## DIGESTIÓN

Vaso de precipitados de 150 mL

- 10 g muestra + 50 mL de agua destilada + 3 mL disolución ácida digestora ( $\text{HNO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4$ , 3:1).
- Ebullición lenta hasta obtener volumen mínimo, no llegar a sequedad.

Vaso de precipitados de 150 mL

- Agregar 2 mL más de disolución ácida digestora + 20 mL de agua destilada.
- Calentar hasta completar la digestión.

Equipo de filtración al vacío

- Impregnar papel filtro con  $\text{HNO}_3$  diluido.
- Filtrar al vacío. Si existe turbidez, filtrar una vez más.

# PROPUESTA DE DISEÑO EXPERIMENTAL.

## ADICIÓN ESTÁNDAR

- Desoxigenación mediante burbujeo de  $N_2$ .
- Acumulación.
- Reposo.
- Redisolución
- Adiciones estándar. Se realizarán medidas de la muestra y de tres adiciones de 100  $\mu\text{L}$  de disolución estándar (midiendo después de cada adición).
- Registrar la concentración de metal en la disolución patrón de adición, el volumen de las adiciones (0.1 mL), así como los potenciales estándar de reducción respecto del electrodo de referencia de Ag/AgCl.
- Graficar calibrado por adiciones estándar.

# PROPUESTA DE DISEÑO EXPERIMENTAL. CUANTIFICACIÓN EN MUESTRA

- Transferir alícuota de 10.0 mL de disolución reguladora Britton-Robinson pH=5 a un matraz de 25.0 mL.
- Incorporar el líquido filtrado resultante de la preparación de muestra. Aforar con agua destilada.
- Etapas de ASV.

# AGRADECIMIENTOS

- Dr. José de Jesús García Valdés
- QFB Gloria García Ramírez

# REFERENCIAS

1. *Índice UV [online]*. (2020). Dirección de Monitoreo Atmosférico, CDMX. Consultado el 26 de abril de 2020 en <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=aqBjnmM=&id=20>.
2. Guiry, M.D., Guiry, G.M. (2020). *AlgaeBase. Taxonomic information republished from AlgaeBase*. National University of Ireland, Galway.  
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=143725>.
3. Borrill, A.J., Reily N.E., Macpherson J.V., (2019). *Addressing the practicalities of anodic stripping voltammetry for heavy metal detection: a tutorial review*. *Analyst*, 144, 6834. DOI: 10.1039/c9an01437c.
4. Quispe-Galdós J.L., (2016). *Tesis de maestría en Química del Medio Ambiente. Estudio de niveles de Pb(II) y Cd(II) en macroalgas marinas del litoral arequipeño, como propuesta de bioindicador marino, Arequipa-2015*. Universidad Católica de Santa María. Escuela de Postgrado.
5. Baweja et al. (2016). *Ecología. Capítulo 3. Biología de las algas*. Seaweed in Health and Disease Prevention. Academic Press.
6. García, H., El-Zahware, M., Morán, H., Acosta, Y., Senior, A., Fernández, N., (2006). *Análisis comparativo de dos técnicas de digestión para la determinación de metales pesados en lodos residuales*. *Multiciencias* 6,3, 234-243. ISSN: 1317-2255
7. Harris, D.C., (2006) *Análisis Químico Cuantitativo*, Ed. Reverté, 3ª edición, 6ª edición original, Michelson Laboratory, China Lake, California.



# REFERENCIAS

8. *Determinación de metales pesados en aguas por voltamperometría de redisolución.* (2004). Técnicas Avanzadas en Química. Ciencias Ambientales, curso 2004-2005.
9. Vasconcelos, M.T.S.D., Leal, M.F.C., van den Berg, C.M.G. (2002) *Influences of the nature of the exudates released by different marine algae on the growth, trace metal uptake and exudation of *Emiliana huxleyi* in natural seawater.* Marine Chemistry 77, pp. 187-210.
10. Carrillo-Dominguez, S., Castro, M.I., Pérez-Gil, F. (1994) *Composición química de *Macrocystis pyrifera* (sargazo gigante) recolectada en verano e invierno y su posible empleo en alimentación animal.* Ciencias Marinas, vol. 20, núm. 1, pp. 33-40, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.
11. García, Enrique E., (1977). Teoría de la voltametría por redisolución anódica en electrodos de película de mercurio. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_1720\\_Garcia.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1720_Garcia.pdf)

# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

- Esperanza Elizabeth Mendoza Solis  
emendozasolis@gmail.com