



Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional del Centro
Paraje Arroyo Seco - (7000) Tandil Argentina

GRUPO DE ECOLOGIA MATEMATICA
TE:54-2293-447104 Int.414 y 415
FAX:54-2293-446317 / 444431

Tandil, 20 de Febrero de 2002.

Sr. Rector
Dr. Néstor Auza
UNCPBA
S./D.

Estimado Dr. Auza:

Me dirijo a Usted en respuesta a su pedido de informes originado en la Nota D.P. N°22617, fechada el 12/12/01, del Defensor del Pueblo de la República Argentina relativa a la actuación No. 12027/00 sobre “ presuntos perjuicios ambientales en el área de influencia de las obras con motivo del incremento de la cota de operaciones de la represa Yacyretá”. Me disculpo por la demora, debida fundamentalmente a la necesidad de terminar el Informe Final del Proyecto INCO DC “*The Sustainable Management of Wetland Resources in Mercosur*” y luego al receso de las actividades universitarias durante el mes de Enero.

La solicitud planteada por el Dr. Jorge E. Germesoni, Adjunto I del Defensor del Pueblo de la Nación, corresponde al análisis y consideración de los documentos remitidos a dicha defensoría, a saber:

- la Nota DE/T N°23838, DT N°5080, 08 de Octubre de 2000, de la Entidad Binacional Yacyretá.
- la Nota CIDY/YAC N°16800, 14 de Diciembre de 2000, de Harza y Consorciados.
- la Nota Aclaratoria Prot. 696/01/FI79/1, 27 de Febrero de 2001, de Lotti & Associati, Società di Ingegneria S.p.A.
- la Nota SDSyPA N°383/01, 19 de Marzo de 2001, del Dr. Oscar Massei, Secretario de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente.
- la Nota D.E. N° 37896, 09 de Abril de 2001, de la Entidad Binacional Yacyretá

- el Proyecto Yacyretá 1247-I-31.3.00 “Plan de Investigación y Monitoreo Interrelación entre el Embalse de Yacyretá y los Esteros del Iberá”, de Harza y Consorciados (faltante página 1 de 10).

Antes de emitir una opinión sobre los documentos remitidos, considero necesario hacer un planteo del estado de los conocimientos sobre el Sistema Iberá al día de hoy, ya que estos engloban la problemática allí planteada.

El grupo de Ecología Matemática de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, bajo mi coordinación y en el marco del Proyecto INCO DC arriba mencionado, ha realizado un minucioso trabajo de recopilación de datos y estudios antecedentes del ecosistema de los Esteros del Iberá, ubicado en la zona de influencia de la represa Yacyreta. Los estudios hidrológicos previos más completos son el *Estudio Plan de Promoción Agropecuaria Provincia de Corrientes*, de CFI-Edison Consult (1965) y el *Estudio del Macrosistema Iberá*, de INCyTH-ICA (1981). Dicho trabajo inicial se realizó con el objetivo de crear un Sistema de Información Geográfica sobre el cual volcar el estado anterior y actual del sistema, y utilizarlo como base para la construcción de modelos matemáticos que permitan el estudio de sustentabilidad del ecosistema.

Siendo el nivel del agua en los esteros la variable fundamental que rige las variaciones de las poblaciones vegetales y animales que sustenta, así como la cantidad y calidad de tierras productivas, se procedió a realizar un balance hidrológico mensual en el almacenamiento superficial del sistema con las principales variables que afectan al mismo, contrastándose luego con registros históricos de niveles hidrométricos obtenidos en la laguna Iberá. En una primera etapa se consideró a la cuenca hidrológicamente aislada, según conclusiones del *Estudio del Macrosistema Iberá (1981)*, con precipitación como única variable de entrada, y evapotranspiración y descarga a través del río Corriente como variables de salida del sistema. El balance de ingresos y egresos subterráneos fue considerado en el almacenamiento.

Los períodos sobre los cuales se calculó el balance hídrico en función de los datos existentes fueron: Julio 1968 – Setiembre 1969, Enero 1977 – Octubre 1979 y Enero 1988 – Diciembre 1997. Las series de datos de precipitación corresponden a las estaciones ubicadas en Carlos Pellegrini, Galarza, Chavarría y Concepción (Evarsa S.A.), Yacyreta e Ituzaingó (Servicio Meteorológico Nacional), Estancia San Miguel del Pay Ubre (EEA INTA Mercedes) y Estancia San Juan Poriahú (particular). Las temperaturas medias mensuales utilizadas para calcular la evapotranspiración potencial media (Thornthwaite) corresponden a las estaciones meteorológicas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional ubicadas en Posadas y Corrientes y la estación agrometeorológica de la EEA INTA Mercedes, en Mercedes. Los caudales medios diarios se miden en la sección aforada de Paso Lucero (Evarsa S.A.), ubicada en el río Corriente.

Si bien puede observarse un muy buen ajuste entre los resultados arrojados por el balance y las variaciones de nivel registradas en la laguna Iberá, lo cual demuestra la respuesta del sistema a los ingresos y egresos atmosféricos, existe un fuerte ascenso del nivel de las aguas durante el año 1989 que eleva el valor promedio del sistema en 80 cm

llevándolo a un nuevo estado de equilibrio y que no encuentra explicación bajo las hipótesis con las cuales se calculó el balance (Figura I).

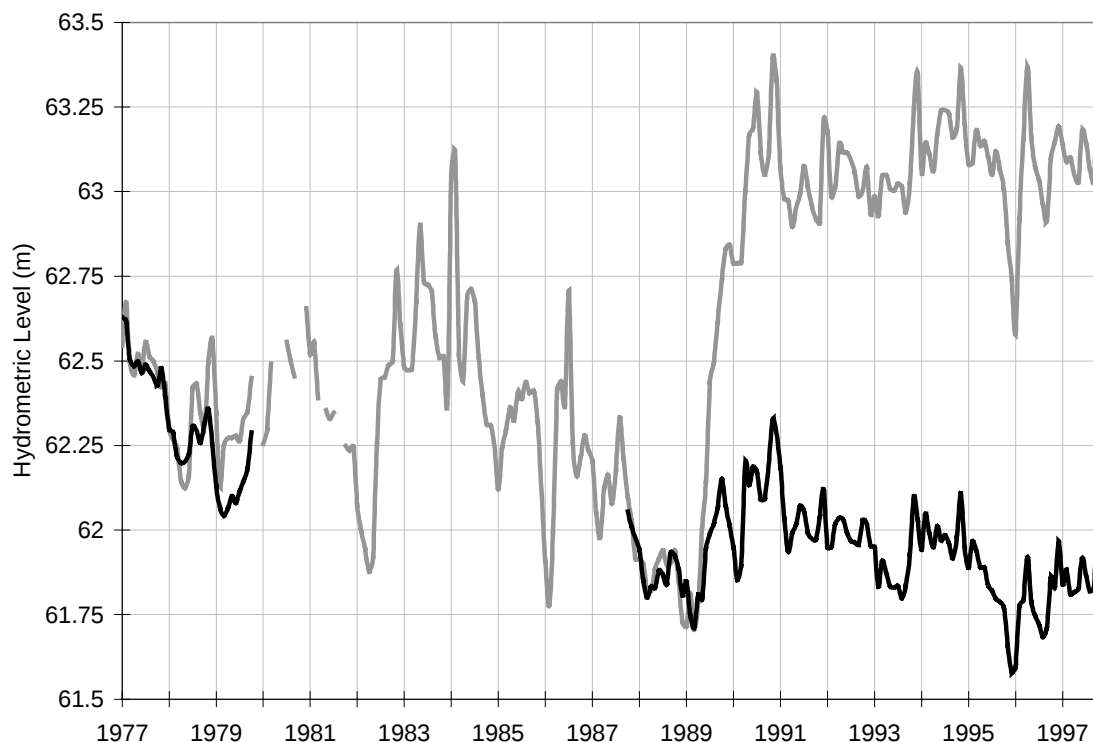


Figura I. Ajuste del Modelo de balance hídrico (línea negra) a los datos hidrométricos registrados en Laguna Iberá (línea gris).

Sobre dicho estudio se efectuó un detallado y sistemático análisis que permitió probar la veracidad de las diferentes hipótesis sobre las posibles causas del aumento de los niveles hidrométricos registrados en el sistema. El estudio revela claramente, en tiempo y orden de magnitud, los volúmenes de agua que ingresaron y permanecieron almacenados en el sistema, poniendo de manifiesto las disímiles fluctuaciones de los valores hidrométricos observados desde 1970 hasta el presente. Con posterioridad a la presentación por nosotros realizada (28/03/01) en respuesta a la solicitud del Defensor del Pueblo de la República Argentina relativa a la actuación No. 12027/00, las investigaciones llevadas a cabo nos permitieron distinguir cuatro etapas.

Primera Etapa: Esta es la correspondiente a los datos registrados en los períodos: Julio 1968 – Setiembre 1969, Enero 1977 – Octubre 1979 y Enero 1988 – Marzo 1989. El estudio muestra un buen ajuste entre los valores calculados en el balance hídrico y los valores medidos (Figura I), según consta en el informe arriba mencionado (con fecha 28/03/01).

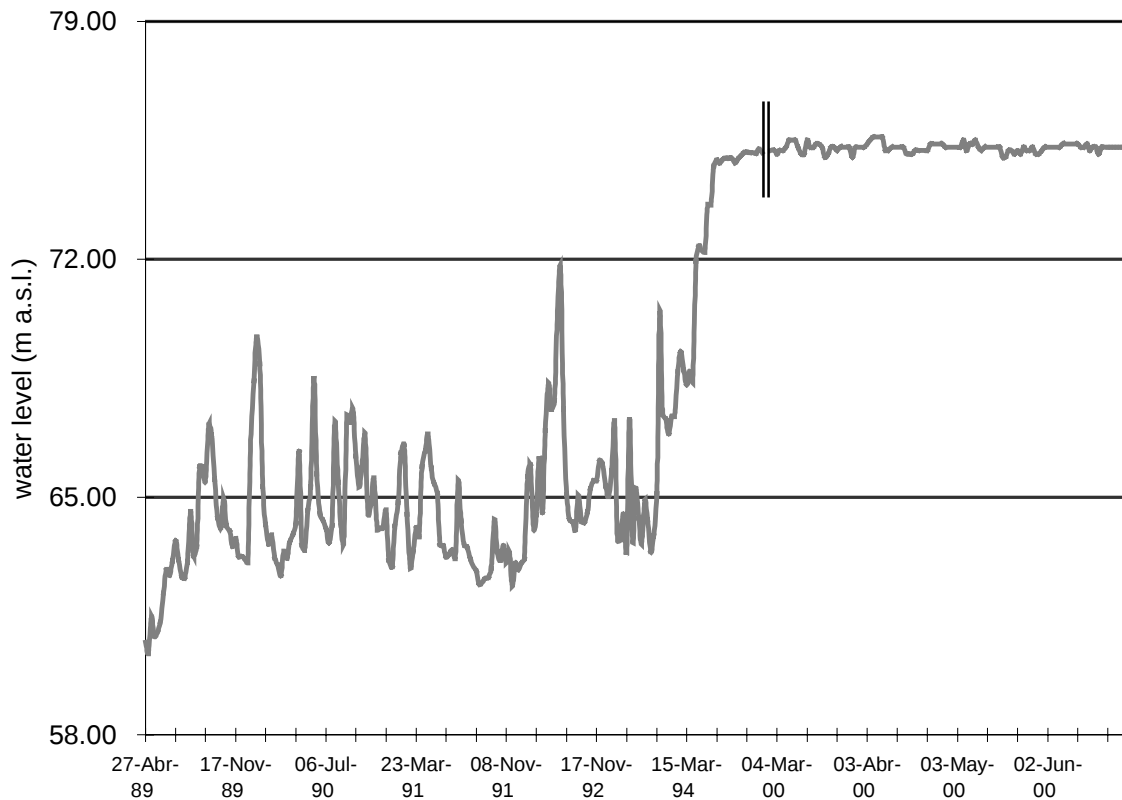


Figura II. Niveles hidrométricos del Río Paraná a la altura de la Represa Yacyretá (A. Fulquet, com.pers.)

Segunda Etapa: El descomunal volumen de agua que ingresó a los Esteros del Iberá y Batel-Batelito entre abril y noviembre de 1989 provocó un salto en los valores hidrométricos medios que llevó al sistema a un nuevo estado de equilibrio. Con un incremento del nivel de agua de 80 cm en promedio (10 cm mensuales que se traducen en más de 1000 hm³ mensuales para una cuenca de 13,000 km²), el sistema recibió un inmediato impacto que se tradujo en la pérdida de más de 400 mil hectáreas de tierras productivas (cuenca Iberiana y cuenca del Batel-Batelito), pérdida de productividad en tierras forestadas, así como en el corte de rutas provinciales. Dada la morfología emersa y submersa del sistema, la afectación se produjo fundamentalmente en el subsistema Oeste, manifestándose en los bordes norte y Oeste de la cuenca. Dicho aumento coincide con la derivación del cauce principal del río Paraná a través del canal de navegación a partir de abril de 1989 (Clarín, 12/05/89), y que se mantuvo hasta la finalización de las obras de cierre de la presa principal, llevando los niveles de cota del río Paraná por encima de los 63 m s.n.m. (Figura II). El resultado del modelo de balance hídrico, desagregando ahora el balance subterráneo del almacenamiento y considerando un ingreso adicional que responda a los valores observados puede verse en la Figura III, línea gris oscuro, comparado con los datos hidrométricos tomados en Laguna Iberá, línea gris claro. Obsérvese que el ajuste es

adecuado hasta 1991, cuando las líneas se despegan evidenciando un ingreso mayor de agua subterránea.

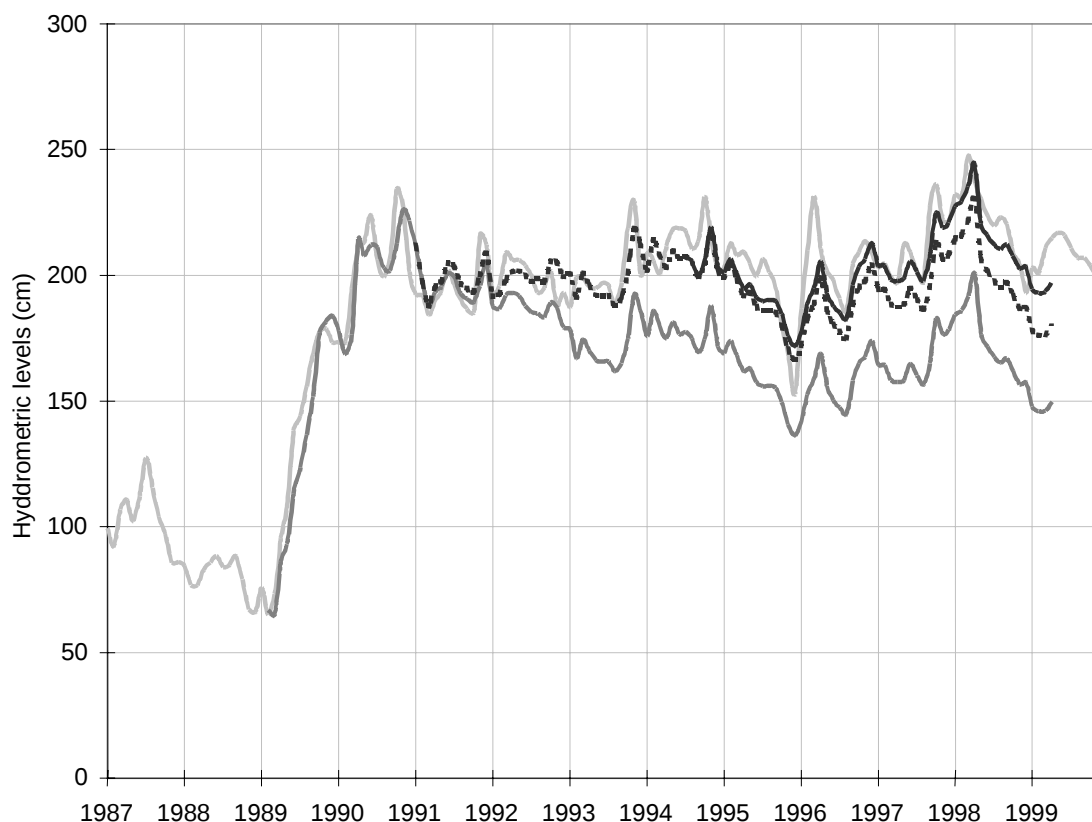


Figura III. Ajuste de los sucesivos modelos de balance hídrico a los datos hidrométricos registrados en Laguna Iberá (línea gris claro).

Tercera Etapa: El aumento posterior indica una nueva respuesta inmediata al nivel del río Paraná cada vez que éste alcanzó la cota 65 m s.n.m., entre los años 1991 y 1994, produciendo incrementos mensuales del orden de los 200 hm³ (Figura II). La inclusión de este ingreso adicional en el modelo de balance hídrico se refleja en la línea punteada negra de la Figura III. Esto daría verosimilitud a la hipótesis de un ingreso de agua a través de fracturas importantes en el basalto, con un umbral entre los 63 y 65m s.n.m., lo que estaría indicando que este ingreso no se produciría en la vecindad inmediata del albardón que separa los dos cuerpos de agua, sino más hacia el interior del sistema Iberá. La Figura III permite observar que a partir de 1994, se produce un nuevo distanciamiento entre la salida del modelo y los datos registrados.

Cuarta Etapa: Por último, y en forma continua a partir del momento en que, en 1994, la cota del embalse supera el valor 72 m s.n.m., coincidente con la cota medida en la cabecera de los esteros, el aporte mensual hacia el sistema Iberá es de aproximadamente 25 hm³ que se traducen en un incremento de la lámina mensual en 0.25 cm. (Figura II). El mismo puede observarse en la línea negra de la Figura III. Es pertinente agregar que este

ingreso corresponde en orden de magnitud al estimado en el trabajo de Lotti & Associati, Società di Ingegneria S.p.A. en contraposición a la estimación de HARZA-CIDY, de un orden de magnitud menos.

Nótese que el término “balance hídrico” se refiere al resultado de ingresos y egresos que permanece dentro del sistema, y que de ninguna manera establece una cuantificación del volumen total de entrada ni tampoco del volumen total de salida por vía subterránea. La existencia de salidas por vía subterránea queda puesta de manifiesto por el ascenso de los niveles de agua en superficie en los esteros vecinos del Batel-Batelito, ascenso correlacionado estadísticamente con los niveles del Iberá. La cuantificación de estos volúmenes significaría tener conocimiento no sólo de los volúmenes que ingresan a través de los sedimentos permeables sino también los ingresos que se producen a través de las diaclasas en el basalto subyacente. Al no tener conocimiento de estudios hidrogeológicos actualizados, bajo las nuevas condiciones establecidas a partir de la construcción y del llenado del embalse, nos hemos limitado a estudiar la respuesta del almacenamiento del sistema.

Así, la respuesta del almacenamiento del sistema a las variaciones del nivel hidrométrico del río Paraná, por su magnitud y por ser casi instantánea, permitiría inferir que el ingreso de agua a través de las fracturas en el basalto sería considerablemente superior al trasvasamiento a través de los sedimentos arenosos que conforman el albardón que separa los dos sistemas, y que es objeto de los documentos sometidos a nuestra consideración.

Los estudios realizados por la Entidad Binacional Yacyretá a través de Harza y Consorciados y por Lotti & Associati Società di Ingegneria, analizados en el Panel de Expertos realizado en Noviembre de 2000 y a los cuales se hace referencia en este pedido de informe, responden **sólo y exclusivamente** al posible trasvasamiento desde el embalse hacia los esteros en el momento en que se superó la cota de cabecera, es decir, a lo ocurrido durante la Cuarta Etapa según nuestros estudios.

Si bien consideramos que es necesario realizar un estudio en profundidad del trasvasamiento del embalse de la Represa Yacyretá hacia los Esteros del Iberá, puesto de manifiesto por el modelo de balance hídrico mencionado, dicho estudio no puede limitarse a los sedimentos arenosos y a una profundidad mínima (máximo 10m) en roca. Estimamos que es necesario hacer un estudio que involucre también a las capas de basalto subyacente por varios motivos. Por un lado, hay estudios de larga data que hablan de la estructura geológica de la región mesopotámica vecina al río Paraná donde se establece una compleja estratificación de basaltos de sucesivas coladas, y menciona que algunos de estos estratos presentan tanto diaclasas como estructura lajeada o muy deteriorada. Por otro lado, se tiene conocimiento de la presencia de paleocauces en la zona de contacto entre los dos sistemas a la altura de la represa Yacyretá. La complejidad de la geología subyacente se refleja en la no-linealidad de la respuesta hasta aquí observada del almacenamiento a las variaciones del nivel hidrométrico del embalse. Por lo tanto no es posible inferir cuál será la respuesta del mismo ante un incremento de los niveles del embalse según se ha proyectado.

A la complejidad mencionada se suma un hecho evidenciado por la presencia de pozos de extracción de agua cavados en el basalto. De hecho, la ciudad de Ituzaingó utiliza un pozo perforado hasta una profundidad de 80m, es decir unos 38m dentro de la roca de basalto, que produce entre 20 y 25 mil litros/hr. con un nivel piezométrico a 20m de la superficie (El Libertador, 30/08/00). Esto pone de manifiesto la existencia de permeabilidad secundaria en el basalto y que la presión de agua dentro del mismo en este punto es de 2 atmósferas. Existen también referencias a un pozo de similares características en la isla de Yacyretá utilizado durante la construcción.

No encontramos en el plan presentado por Harza y Consorciados una propuesta de ensayo de permeabilidad en basalto que se hace necesario dadas las múltiples evidencias de extracción de agua de pozos cavados en roca basáltica en la zona, y el conocimiento científico, si bien parcial, de la compleja estructura basáltica subyacente a partir de estudios de larga data hechos por la Dirección Nacional de Geología y Minería. Es claro que la EBY debe haber contado con esos estudios y otros más antes de la construcción de la represa.

En resumen, el cuidadoso análisis de datos realizado y las simulaciones por nosotros llevadas a cabo, ponen de manifiesto la necesidad de realizar un estudio detallado de la hidrogeología de la zona, incluyendo los sectores basálticos, para poder hechar luz sobre los procesos subterráneos que han permitido el aumento de los niveles hidrológicos en los Esteros del Iberá y en la cuenca del Batel-Batelito. Sin estos estudios resulta imposible estimar los efectos del aumento de la cota del embalse Yacyretá sobre los esteros.

Cabe hacer notar que el Grupo de Ecología Matemática no cuenta con geólogos o hidrogeólogos que puedan opinar sobre la pertinencia de la ubicación de los pozos, las técnicas propuestas o los estudios proyectados en el documento adjunto Proyecto Yacyretá 1247-I-31.3.00 “Plan de Investigación y Monitoreo Interrelación entre el Embalse de Yacyretá y los Esteros del Iberá”, de Harza y Consorciados. Nuestra competencia se limita a la utilización de herramientas y metodologías matemáticas y computacionales para el análisis de los datos, incluyendo los que eventualmente arrojen las exploraciones realizadas.

Consideramos oportuno que, para determinar la pertinencia y la conveniencia de las características técnicas de las exploraciones propuestas, sean consultadas las instituciones que realizaron el estudio más completo sobre el Macrosistema Iberá, es decir los institutos entonces llamados ICA e INCYTH, y ahora ICAA e INA respectivamente. De hecho, el ICA presentó ante el Panel de Expertos convocado en Agosto de 2000 un Plan de Investigación y Monitoreo de la zona en cuestión que podría utilizarse de base.

Sin embargo, podemos establecer que todo eventual estudio sobre los sedimentos arenosos del albardón que separa a los dos cuerpos de agua es **necesario** pero resulta claramente **insuficiente** para poder hablar de **una investigación y un monitoreo de la interrelación** entre el embalse de Yacyretá y los Esteros del Iberá. Tampoco debería restringirse la investigación de los estratos basálticos al área del albardón, puesto que la estructura es compleja y podrían existir fracturas que se extendieran bajo un sector más

amplio. Además, el aumento de la presión hidrostática al incrementarse la cota del embalse podría forzar el paso de agua por diacclasas actualmente sedimentadas.

Aprovecho la oportunidad para comunicarle que los informes presentados a la Comisión Europea sobre los trabajos realizados por el grupo de nuestra Universidad en el marco del Proyecto INCO DC “*The Sustainable Management of Wetland Resources in Mercosur*” estarán disponibles en breve en la página web que estamos preparando en la dirección: <http://www.exa.unicen.edu.ar/~wetland> .

Sin otro particular, quedo a su disposición para cualquier otra aclaración o informe adicional que Usted considere necesario. Atentamente

Dra. Graciela Ana Canziani