

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico¹

PERIODO ²: 2016-2017

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: Rivas

NOMBRES: Raúl Eduardo

Dirección Particular: Calle:

Localidad: Tandil CP:

Dirección electrónica (donde desea recibir información, que no sea "Hotmail"):

2. TEMA DE INVESTIGACION

Balances de Masa y Energía a escala Local y Regional con fines Ambientales [BaME-LRA]

PALABRAS CLAVE (HASTA 3) red hidrometeorológica balances de energía y
masa evapotranspiración

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Adjunto S/D Fecha: 13/07/2005

ACTUAL: Categoría: Principal desde fecha: 17/03/2017 e/t

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: Instituto de Hidrología de Llanuras

Facultad: Rectorado UNCPBA

Departamento: No Corresponde

Cátedra: No Corresponde

Otros: No Corresponde

Dirección: Calle: Pinto Nº: 399

Localidad: Tandil CP: 7000 Tel: 0249-438-5520

Cargo que ocupa: Profesor dedicación simple ADJ

5. DIRECTOR DE TRABAJOS (En el caso que corresponda)

Apellido y Nombres: No Corresponde

Dirección Particular: Calle: Nº:

Localidad: CP: Tel:

Dirección electrónica:

¹ Art. 11; Inc. "e"; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2017 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2015 al 31-12-2016, para las presentaciones bianuales. Para las presentaciones anuales será el año calendario anterior.

Firma del Director (si corresponde)

Firma del Investigador

6. RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA

Descripción para el repositorio institucional. Máximo 150 palabras.

Investigador con experiencia en validación de datos de satélite (evapotranspiración, flujo de calor sensible, radiación neta, humedad de suelo y flujo de calor en el suelo) utilizando como soporte de éstas estaciones terrenas ubicadas en la vertiente sur del Río Salado (www.ihreda.com.ar). Los trabajos se orientan al desarrollo de algoritmos específicos que utilizan como datos de entrada imágenes de satélite (de las que se deriva la temperatura de superficie, el albedo, la proporción de vegetación y la humedad de suelo entre otras) y a la transferencia de éstos a empresas interesadas en adoptar los conocimientos científicos desarrollados por los investigadores del IHLLA. Actualmente soy Director Técnico (FONARSEC N 19) de un grupo de trabajo (con mas de 30 Miembros entre electrónicos, programadores, geólogos, ingenieros y especialistas en tecnología ambiental) y tesis doctorales orientadas a estimar – validar la evapotranspiración a escala de la provincia de Buenos Aires y la región pampeana (<http://teledeteccion.wix.com/gtihlla>).

7. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

La orientación que he dado a las investigaciones los últimos años tiende a transferir los conocimientos científico técnicos logrados, desde disciplinas relacionadas con misiones de satélite, al desarrollo de redes de monitoreo de inundaciones y sequías. Las exigencias de la tecnología de satélite aporta importantes requisitos que resultan de importancia al momento de la instrumentación de redes. Desde el momento de doctorarme (14 años y 5 años de experiencia previa como especialista en teledetección) realicé un esfuerzo en avanzar en la consolidación de un grupo, de trabajo en la temática, consistente y robusto (dos doctores, dos PAI con elevada experiencia en procesado de datos – instalación de sensores de terreno y tres becarios). Los avances logrados en las dos tesis doctorales dirigidas y 10 tesis de master (y una especialización en evapotranspiración real) finalizadas me permiten avanzar en una nueva línea de trabajo orientada a la combinación de balances de energía y masa. La palabra combinación no es la visión clásica que se da en los trabajos, sino que, la idea sería medir determinados términos de la ecuación de balance de energía mediante el uso de la ecuación de masa; y transformar estos valores de volúmenes de agua (o altura) en valores de energía. Aún hoy, se dedica más tiempo a la aplicación de modelos no ocurriendo lo mismo con el tiempo dedicado a la realización de medidas in situ (es la única medida que se aproxima a la real y en la que hacemos un esfuerzo significativo en realizar una medida directa) y obtención de series de medidas extendidas que contienen las variaciones reales de los sistemas en estudio. La impronta que puse a mis investigaciones es medir y validar datos ambientales asignando errores a cada estimación; es más, de ser posible generar modelos específicos para la resolución de problemas reales de áreas con baja pendiente (se puede comprobar en las publicaciones, en los proyectos y tesis dirigidas realizadas en el período). Es un nuevo aporte que aún no está explorado a escala nacional e internacional dado que no se hacen esfuerzos en medir y se concentran en modelar. Además, comparto los datos medidos en el ámbito del instituto con grupos de investigación de argentina (CONAE, SMN, Universidades Nacionales, IAFE e INTA entre otros) y el exterior (misión SMOS de la ESA y SMAP de la NASA).

Los métodos se centran en el uso de la ecuación de balance de energía en una dimensión y la de balance de masa (en unidades de peso transformadas a altura de agua) a escala local (medidas en estaciones y con sensores diseñados / adaptados por quien informa) y regional (imágenes de satélite).

Las técnicas se orientan al procesado de matrices de datos recogidas por sensores a bordo de plataformas de satélite que miden en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético (en mis trabajos lo hago en el espectro solar y térmico y en menor medida en microondas pasivas). Complementariamente aplico modelos de corrección atmosférica sustentados en la ecuación de transferencia radiativa o simplificaciones de esta ecuación (de esta tengo mucha experiencia de trabajo por aplicarla cotidianamente).

Los principales resultados científicos son medibles ($h=7$, 118 citas en el período informado por scopus) a partir de las publicaciones logradas y aceptadas (23 en total). De las 8 publicaciones en revistas 7 están publicadas y 1 aceptada para su publicación en 2018; del total 7 de las publicaciones tienen un impacto superior a 0,48 con una que supera los 6 puntos; el mínimo impacto es de 0,48. Además, el capítulo de libro publicado, editorial Elsevier, es relevante para el Dr. Holzman y quien informa. Como autores es un orgullo participar del libro junto a expertos internacionales que se interesaron por nuestra metodología para estimar la humedad de suelo con datos térmicos y de NDVI (todo desde satélite con validación de terreno realizada en la provincia de Buenos Aires) y los dos restantes de circulación nacional tienen alto impacto por la importancia del tema desarrollado (humedad de suelo y radiación solar). El resto de publicaciones (15) corresponden a trabajos incluidos en Actas de Congreso Nacionales e Internacionales. En cuanto a los resultados tecnológicos y de transferencia se destaca el desarrollo de estaciones en el marco del proyecto FONARSEC N°19 (www.ihreda.com.ar apartado noticias).

Las dificultades encontradas son administrativas y dependiente de las autoridades-gestores que por ansiedad de comunicar logros a la comunidad apuran la ejecución de los proyectos conspirando con la calidad de éstos (a veces creo que existe exceso de reuniones técnicas para hablar de lo mismo). El resto de dificultades son las clásicas de retrasos por desconocimiento de procesos administrativos (por lo general procesos de compras, de servicios, contratos de personal...) y la no disponibilidad de los fondos otorgados para el desarrollo de los proyectos.

8. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

8.1 PUBLICACIONES. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación. Asimismo, para cada publicación deberá indicar si se encuentra depositada en el repositorio institucional CIC-Digital.*

REVISTAS

En todos los trabajos se hace expresa referencia a la pertenencia a la CIC [verificable en los adjuntos]. En revistas se expresa el IF (Impact Factor) de la revista.

1-Carmona F., Rivas R., Kruse E. 2016. Estimating daily net radiation in the FAO Penman-Monteith method. THEORY & APPLICATION CLIMATOLOGY. 15 páginas. DOI 10.1007/s00704-016-1761-6ISSN print 0177-798X.

<http://link.springer.com/journal/704>. IF: 2,6 -

Abstract

In this work, we evaluate the procedures of the Manual No. 56 of the FAO (United Nations Food and Agriculture Organization) for predicting daily net radiation using measures collected in Tandil (Argentina) between March 2007 and June 2010. In

addition, a new methodology is proposed for estimating daily net radiation over the reference crop considered in the FAO Penman–Monteith method. The calculated and observed values of daily net radiation are compared. Estimation errors are reduced from ± 22 to ± 12 $W\ m^{-2}$ considering the new model. From spring–summer data, estimation errors of less than ± 10 % were observed for the new physical model, which represents an error of just ± 0.4 $mm\ d^{-1}$ for computing reference evapotranspiration. The new model presented here is not restricted to a climate regime and is mainly appropriate for application in the FAO Penman–Monteith method to determine the reference crop evapotranspiration.

Grado de participación: La publicación es resultante de la tesis doctoral que realicé en Valencia en 2004. Al momento del desarrollo de la tesis observé que los ajustes propuestos en el manual de FAO 56, para diferentes climas, no se relacionaban con la ecuación operativa propuesta. Le propuse al Dr. Carmona probar la ecuación con los datos recopilados en el instituto por lo cual pasó a ser autor del mismo dado que fue quién procesó la información. Invitamos al Dr. Kruse a participar del trabajo para que aporte la visión hidrológica. Este trabajo reporta un avance al conocimiento de la aplicación operativa de la ecuación de Penman Monteith y la propuesta es aplicable a cualquier región del mundo.

2-Holzman, M.E. y Rivas, R., 2016. Early maize yield forecasting from remotely sensed temperature/vegetation index measurements. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 9, no. 1, pp. 507-519. DOI 10.1109/JSTARS.2015.2504262. IF: 2,9 -

https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/pubs/abstract_new.php?id=92392785

Abstract

High and low soil moisture availability is one of the main limiting factors-affecting crops productivity. Thus, determination of the relationship between them is crucial for food security and support importing– exporting strategies. The aim of this work was to analyze the aptitude of temperature vegetation dryness index (TVDI) to forecast maize yield. MODIS/AQUA enhanced vegetation index and land surface temperature (LST) at 1 km were used to calculate TVDI and maize yield over a large agricultural area of Argentine Pampas. The comparison between TVDI and official yield statistics was carried out to derive regression models in two agro-climatic zones, obtaining linear and quadratic adjustments. The models account for between 73% and 83% of yield variability, with the best prediction in the humid zone. The RMSE values ranged from 14% to 19% of average yield. The bias showed a slightly higher difference between predicted and observed yield data in semi-arid zone. The models showed aptitude to estimate yield with reasonable accuracy 8–12 weeks before harvest. In addition, the TVDI-maize yield relationship and the impact of submonthly water stress were evaluated at field scale using yield measurements to ensure the analysis on maize. The highest R^2 (0.61) was obtained using monthly values suggesting that the entire critical stage should be taken into account for yield forecasting. Although these results would not be directly extrapolated to other agricultural regions in the world, the proposed model is promising for forecasting spatial yield in other regions with poor data coverage several weeks before harvest.

Grado de participación: La publicación es un avance a los resultados de la tesis doctoral de Holzman. Participé activamente de la publicación ya que la misma forma parte de la relación entre humedad de suelo y evapotranspiración real que se relaciona con el rendimiento de los cultivos. Es un interesante avance que proporciona una alternativa de bajo costo para prever los efectos económicos de las inundaciones y sequías que se suceden en la region pampeana. En esta línea se está trabajando para generar, junto a un grupo de economistas, mapas de pérdidas.

3-Bohn V., Carmona F., Rivas R., Lagomarsino L., Diovisalvi N., Zagarese H. 2017. Development of an empirical model for chlorophyll-a and secchi disk depth estimation for a Pampean shallow lake (Argentina). The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. IF: 0,478 - <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982317301412>

Abstract

Shallow Pampean lakes are located in the most productive plain of Argentina. They are highly variable in salinity, turbidity and surface area. Laguna Chascomús has been monitored as a representative example of them. We developed a linear model based on satellite images validated against field measurements (2001–2011 period). A vegetation index and Landsat Surface Reflectance (Band 4) produced the best correlations with chlorophyll-a (Chl-a) and Secchi Disk Depth (SDD), respectively. In a second instance, a retrospective analysis (1986–2013) was performed. As a result, significant positive trends were observed for SDD and Chl-a. In addition, both variables displayed trends related to rainfall and site depth.

Grado de participación: La publicación es resultante de la cooperación entre diferentes centros de investigación (UNS, IHELLA-UNCPBA, INTECH-UNSAM) en la que se trabajó en un equipo interdisciplinar para estudiar una problemática específica de alto interés regional por la importancia. Soy Director de la investigadora CONICET Dra. V. Bohn y discutimos la posibilidad de publicar nuestra asistencia en los cálculos de reflectividad en una revista internacional. Participé en los cálculos como así también en la respuesta a los revisores.

4- R. Niclos, R. Rivas, V. García-Santos, C. Doña, E. Valor, M. Holzman, M. Bayala, F. Carmona, D. Ocampo, A. Soldano, M. Thibeault, 2016. SMOS-MIRAS level 2 Soil Moisture Product Validation in croplands of the Pampean Region of Argentina. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol 54, Issue 1, p. 499-512. DOI: 10.1109/TGRS.2015.2460332 IF: 4,94 -

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7214282/>

Abstract

A field campaign was carried out to evaluate the Soil Moisture (SM) MIR_SMUDP2 product (v5.51) generated from the data of the Microwave Imaging Radiometer using Aperture Synthesis (MIRAS) aboard the Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS) mission. The study area was the Pampean Region of Argentina, which was selected because it is a vast area of flatlands containing quite homogeneous rain-fed croplands, which are considered SMOS nominal land uses and hardly affected by radio-frequency interference contamination. Transects of ground handheld SM measurements were performed using ThetaProbe ML2x probes within four Icosahedral Snyder Equal Area Earth (ISEA) grid nodes, where permanent SM stations are located. The campaign results showed a negative bias of $-0.02 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ between concurrent SMOS data and ground SM measurements, which means a slight SMOS underestimation, and a standard deviation of $\pm 0.06 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$. Additionally, a good correlation was obtained between the handheld SM measurements taken during the campaign and the permanent SM station data within a node, which pointed out that the station data could be used as reference data to evaluate the SMOS product over a longer temporal period. SMOS-retrieved data were also compared with station mean SM values from 2012 to 2014. A general SMOS underestimation of $-0.05 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ was observed, with a standard deviation of $\pm 0.04 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$, which yields an uncertainty of $\pm 0.07 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ for the SMOS product. Although the random error meets the SMOS mission's goal of $\pm 0.04 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$, the product overall uncertainty is higher than that due to the significant dry bias, which is also found in other regions of the world.

Grado de participación: La publicación es resultante de la campaña internacional para la validación de datos de humedad de suelo financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación de España (Ref. CGL2011-13579-E). La coordinación y

ejecución de la recolección de la información para Argentina estuvo a cargo de quien informa (soy codirector del proyecto junto a Niclós). Además esta publicación, de la cual participé activamente en el procesado, escritura y respuesta a revisores junto R. Niclos, es utilizada como referencia por la misión SMOS para la elaboración de mapas de humedad. Tiene vinculación directa con la publicación 5. Esta publicación será de referencia para américa del sur de la Misión SMOS de acuerdo a la ESA y en el informe anterior se indicó que estaba aceptada para su publicación.

5-M. Holzman, R. Rivas, F. Carmona y R. Niclos, 2017. A method for soil moisture probes calibration and validation of satellite estimates. *MethodsX* (Elsevier, ISSN: 2215-0161) , vol. 4, pages 243–249. IF: 0,49 -

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215016117300249>

Abstract

Optimization of field techniques is crucial to ensure high quality soil moisture data. The aim of the work is to present a sampling method for undisturbed soil and soil water content to calibrated soil moisture probes, in a context of the SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) mission MIRAS Level 2 soil moisture product validation in Pampean Region of Argentina. The method avoids soil alteration and is recommended to calibrated probes based on soil type under a freely drying process at ambient temperature. A detailed explanation of field and laboratory procedures to obtain reference soil moisture is shown. The calibration results reflected accurate operation for the Delta-T thetaProbe ML2x probes in most of analyzed cases (RMSE and bias ≤ 0.05 m³/m³). Post-calibration results indicated that the accuracy improves significantly applying the adjustments of the calibration based on soil types (RMSE ≤ 0.022 m³/m³, bias ≤ -0.010 m³/m³).

A sampling method that provides high quality data of soil water content for calibration of probes is described.

- Importance of calibration based on soil types.
- A calibration process for similar soil types could be suitable in practical terms, depending on the required accuracy level.

Grado de participación: La publicación es resultante de la campaña internacional para la validación de datos de humedad de suelo financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación de España (Ref. CGL2011-13579-E). La coordinación y ejecución de la recolección de la información para Argentina estuvo a cargo de quien informa (soy codirector del proyecto junto a Niclós). Además esta publicación, de la cual participé activamente en el diseño del tamaño de los cilindros de muestreo (volumen necesario para que la muestra resulte representativa del sector explorado con las sondas Delta-T thetaProbe ML2x), es un sencillo método para validar datos a nivel de superficie. Esta publicación se relaciona con la publicación Niclos R., R. Rivas, V. García-Santos, C. Doña, E. Valor, M. Holzman, M. Bayala, F. Carmona, D. Ocampo, A. Soldano, M. Thibeault, 2015/16. SMOS-MIRAS level 2 Soil Moisture Product Validation in croplands of the Pampean Region of Argentina. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol 54, Issue 1, p. 499-512. DOI: 10.1109 / TGRS.2015.2460332 ISSN 0196-2892 indicada en el punto 4 de este informe.

6- F. Carmona, R. Rivas, Orte P.F., Rivas R., Wolfram E., y Kruse, E., 2017. Development and analysis of a new solar radiation Atlas for Argentina from ground based measurements and CERES_SYN1deg data. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*. IF: 0,487 -

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982316300801>

Abstract

Currently, quantifying global solar radiation at surface in Argentina is crucial for the development of projects related to solar energy, calculation of evapotranspiration

and eco-sustainability architecture, among other environmental issues. In recent years, several models have been developed to estimate the solar energy resources by means of various techniques, e.g. satellite imaging, kriging, or Artificial Neural Networks. The use of satellite data allows for a better spatial representation, being of great relevance in areas with lack of terrain measurements. In this paper, we use the CERES_SYN1deg to develop a new Global Solar Radiation Atlas for Argentina. In this study, we developed maps of annual and monthly mean daily global solar radiation using CERES_SYN1deg data between 2000 and 2016. In order to validate the global solar radiation data provided by CERES_SYN1deg, they were compared with ground-based measurements in the time overlap of both instruments, in four monitoring sites of the SAVER-Net project and an additional site in Tandil, which belongs to the Remote Sensing Group of IHLLA. The maps show the spatial and temporal variation of global solar radiation in Argentina. Comparisons with ground-based pyranometers reveal relative differences of around 3% at a monthly scale for all sites, while the biases can be neglected. Therefore, it is possible to conclude that the maps could be very useful for different technical and scientific purposes, and the comparison with ground-based data demonstrates CERES_SYN1deg's reliability.

Grado de participación: mi participación en la publicación fue alta dado que evalué junto al autor el método de validación de los datos. Esta publicación se realizó junto a investigadores de CEILAP-UNIDEF (CITEDEF-CONICET) y la UNLP. Las posibilidades de realizar trabajos conjuntos nos facilita la elaboración de trabajos científicos que impactan más a nivel local e internacional. Los resultados logrados son únicos para nuestro país ya que es la primera validación que se realiza con datos de Rs (CITEDEF) medidos en diferentes regiones.

7-Passucci, V., Carmona, F., Rivas, R. 2017. Identificación de zonas anegadas y no anegadas mediante técnicas de teledetección. Revista Estudios Ambientales, 5(2), 51-78. (ISSN 2347-0941). <http://ojs.fch.unicen.edu.ar/index.php/estudios-ambientales/article/view/150> IF: NO TIENE

Resumen

El seguimiento de inundaciones y sequías tiene un amplio desarrollo a nivel internacional y nacional. En nuestro país, el desarrollo científico es consistente pero con limitaciones de aplicación práctica (95% de las cuencas hidrológicas de Argentina no disponen de redes de alerta). En este marco se desarrolla el proyecto FONARSEC N°19, donde se inserta el presente trabajo, el cual consiste en la utilización de técnicas de teledetección para la identificación de zonas no anegadas que puedan ser tenidas en cuenta para la instalación de las estaciones de monitoreo ambiental. Los métodos analizados fueron: Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI_{gao}), Índice de Agua de Diferencia Normalizada Modificado (NDWI_{Ku}), análisis de la banda infrarroja media (1,566-1,651 μm), Transformación de Tasseled Cap (TTC), clasificación no supervisada (ISODATA) y supervisada (máxima verosimilitud). Como producto final de cada método, aplicado a imágenes del satélite Landsat 8, se obtuvieron imágenes binarias (zonas anegadas/zonas no anegadas) de la cuenca del Río Salado. La consistencia se analizó con información suplementaria de Google Earth, de vectores de cuerpos de agua permanente y de cursos de agua provistos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), de las imágenes en falso color compuesto de las bandas de reflectividad, y de las características hidrológicas de la cuenca. De este modo, se seleccionaron los dos métodos que mejores resultados brindaron y se realizó un mapa final del estado hídrico de la cuenca y la ubicación potencial de las estaciones de monitoreo ambiental, con el fin de buscar la disminución del riesgo de que dichas estaciones se inunden y generen inconvenientes en los registros de los instrumentos.

Grado de participación: La publicación es resultante de la beca CIN de la estudiante de Grado V. Passucci, a quien dirigí, que evaluó el lugar óptimo de ubicación de las estaciones de monitoreo de inundaciones y sequías. Este trabajo fue parte de su tesis de final de carrera.

8-M. Holzman, F. Carmona, R. Rivas y R. Niclos, 201x. Early assessment of crop yield from remotely sensed water stress and solar radiation data, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, aceptado. IF: 6,38 -

Abstract

Soil moisture (SM) available for evapotranspiration is crucial for food security, given the significant interannual yield variability of rainfed crops in large agricultural regions. Also, incoming solar radiation (R_s) influences the photosynthetic rate of vegetated surfaces and can affect productivity. The aim of this work is to evaluate the ability of crop water stress and R_s remotely sensed data to forecast yield at regional scale. Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI) was computed as an indicator of crop water stress and soil moisture availability. TVDI during critical growth stage of crops was calculated from MODIS products: MODIS/AQUA 8-day composite LST at 1 km and 16-day composite vegetation index at 1 km. R_s data were obtained from Clouds and the Earth's Radiant Energy System (CERES). The relationship between TVDI, R_s and yield of wheat, corn and soybean was analyzed. High R^2 values (0.55-0.82, depending on crop and region) were found in different agro-climatic regions of Argentine Pampas. Validation results showed the suitability of the model $RMSE=330 \text{ kg ha}^{-1}$ - 1300 kg ha^{-1} , Relative Error= 13-34%. However, results were significantly improved considering the most important factor affecting yield. R_s proved to be important for winter crops in humid areas, where incoming radiation can be a limiting factor. In semi-arid regions, soils with low water retention capacity and summer crops, crop water stress showed the best results. Overall, results reflected that the proposed approach is suitable for crop yield forecasting at regional scale several weeks previous to harvest.

Grado de participación: La idea de la publicación fue de quien informa ya que propuse considerar la R_s como indicador de energía disponible que, de existir humedad suficiente en el suelo, es la resultante de una evapotranspiración real del sistema. Es importante destacar que a los coautores de este trabajo los dirigí en sus doctorados en temas específicos de los que trata la publicación. Este trabajo seguramente tendrá un nivel de citas internacionales y nacionales significativo por el aporte que se hace.

CAPÍTULOS DE LIBROS

9-Holzman M., Rivas R. 2016. Chapter Optical/thermal-based techniques for subsurface soil moisture estimation; in Satellite Soil Moisture Retrievals: Techniques & Applications. Edited by G. Petropoulos P. Srivastava and Y. Kerr, Elsevier. <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780128033883>.

Abstract

Optical and thermal remotely sensed data have frequently used to estimate surface soil moisture (SM). However, recent studies verified the aptitude of these techniques for root zone SM estimation. The energy available at the land surface (net radiation less heat conducted into the soil sublayer) is estimated from TIR and shortwave satellite data, and then land surface temperature (LST) is used to constrain the upward transport of sensible heat, governed by the LST- to- air temperature gradient. All remaining available energy is partitioned to evapotranspiration. This type of diagnostic modeling approach requires no information regarding antecedent precipitation or soil moisture storage capacity; rather, the SM status is deduced from the TIR signal. Therefore, diagnostic thermal models can provide independent information for updating spatially distributed SM variables in prognostic weather, recharge water and streamflow forecasts. Daily MODIS/Aqua LST and vegetation indices products (1 km² spatial resolution) were used to calculate the Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI). The previous high correlation between TVDI and root zone SM allowed us to obtain maps of this variable for different crop types. Cultivated areas with different crops in Argentinean Pampas Region (APR) were defined utilizing 16-days MODIS/Aqua vegetation indices products (250 m spatial

resolution). The obtained maps are valuable to analyze deep SM, the impact on vegetation with different root systems and the coupling between surface and subsurface SM.

Grado de participación: La publicación corresponde a una explicación del porqué la temperatura radiativa de la vegetación se puede asociar a la humedad de suelo por medio de la absorción de agua por parte de las raíces de las plantas. Es un trabajo conjunto que venimos desarrollando entre mi dirigido y quien informa sobre el estudio de humedad con satélite. La red de monitoreo que se está implementando contempla la incorporación de sensores de humedad y temperatura radiativa in situ como para evaluar los modelos de satélite.

10-Holzman M., Rivas R. 2016. Método de estimación del estrés hídrico y disponibilidad de agua en el suelo en el libro editado por el IAI. Joint Assessment of Soil Moisture Indicators (JASMIN): Basualdo, A., E. H. Berbery, C. Hidalgo, D. Dadamia, A. Soldano, R. De Ruyver, F. Bert, M. E. Fernández Long, C. Bruscantini, S. Cañas, F. Claus, M. E. Dillon, L. Ferreira, L. Frulla, C. Gonzalez Morinigo, Y. García Skabar, F. Grings, D. Herdies, M. Holzman, H. Karszenbaum, J. Mattos, O. V. Müller, S. Occhiuzzi, M. Pasten, G. C. Pujol, S. Righetti, R. Rivas, C. Saulo, L. Sgroi, P. Spennemann, 2016:

Resumen

El trabajo incluido, como un capítulo, describir el método TVDI (Temperature Vegetation Dryness Index) para estimar los grados de disponibilidad de agua en el suelo y de estrés hídrico de la vegetación a través de imágenes de satélite. Se presentan los resultados de una aplicación para enero de 2016 realizada junto a la oficina de riesgo agropecuario de argentina.

Grado de participación: participé en la elaboración general del libro y en el capítulo en particular. Es una de las líneas de investigación en las que trabajo.

11-Rivas R. Redacción del prólogo del libro: Las Geotecnologías en los Procesos Ambientales, ISBN 978-987-655-173-1, UNS.

Grado de participación: Fui el responsable de la redacción del prólogo del libro como especialista referente en la temática.

CONGRESOS

Participé de 12 publicaciones en Congresos Nacionales e internacionales las que describo en general con una indicación específica de los logros mas relevantes en un único apartado sobre grado de participación.

12-Lusi A., Wolfram E., Orte P.F., Carmona F., Rivas R. Impacto del Agujero de Ozono sobre la Radiación UV en Latitudes Altas y Medias. Libro de actas de la 101ª Reunión Nacional de Física por la Asociación Física Argentina (AFA). Tucumán, 4-7 de octubre de 2016. (presentación poster)

13-Stadler C., Wolfram E., Orte P.F., Carmona F., Rivas R. Impacto de la radiación Ultravioleta en las costas de la provincia de Buenos Aires. Libro de actas de la 101ª Reunión Nacional de Física por la Asociación Física Argentina (AFA). Tucumán, 4-7 de octubre de 2016. (presentación poster)

14-Carmona F., Orte P.F., Rivas R., Wolfram E., y Kruse, E. Mapas de radiación solar global de la República Argentina a partir del producto SYN1-CERES. SELPER 2016: Geotecnologías, Herramientas para la construcción de una nueva visión del cambio global y su transformación para un futuro sostenible: Libro de Actas de XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica; editado por Walter F. Sione [et al.]. – 1a ed. – Luján: EdUnLu, 2017. Libro digital. ISBN: 978-987-3941-14-6. <https://selperargentina2016.org/actas/>

15-Carmona F., Rivas R. y Kruse E. Estimación de la evapotranspiración de referencia con datos SYN1-CERES en la vertiente sur de la cuenca del río Salado. Geotecnologías, Herramientas para la construcción de una nueva visión del cambio global y su transformación para un futuro sostenible: Libro de Actas de XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información

- Geográfica; editado por Walter F. Sione [et al.]. – 1a ed. – Luján: EdUnLu, 2017. Libro digital. ISBN: 978-987-3941-14-6. <https://selperargentina2016.org/actas/>
- 16-Rivas R., Bayala M., Carmona F., Holzman M., Degano M.F., y Mancino C. Adaptación del modelo de Rivas y Caselles para el cálculo de la evapotranspiración con datos del producto MODIS-MYD11A2. Geotecnologías, Herramientas para la construcción de una nueva visión del cambio global y su transformación para un futuro sostenible: Libro de Actas de XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica; editado por Walter F. Sione [et al.]. – 1a ed. – Luján: EdUnLu, 2017. Libro digital. ISBN: 978-987-3941-14-6. <https://selperargentina2016.org/actas/>
- 17-Faramiñán A., Carmona F., Rivas R. y Bayala M. Medida directa de la evapotranspiración por medio de un lisímetro de pesada digital. XXVIII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas (AAGG 2017). 17 – 21 de abril de 2017, La Plata, Argentina. PREMIO a mejor presentación en póster en la sesión temática Ciencias Hidrológicas y Criósfera.
- 18-Ibarlucía D, Rivas R., Mancino C., Carmona F., G. Cazenave, M. Bayala, M. Holzman, F. Degano, A. Faramiñán, P. Olivera, M. Silicani, L. Vives. Desarrollo e implementación de un sistema automático para el monitoreo de eventos hidrológicos extremos. XXVI Congreso Nacional del Agua CONAGUA 2017, “Gestión del agua ante los desafíos climáticos”. 20 – 23 de septiembre de 2017, Córdoba, Argentina.
- 19-Cazenave G., Rivas R., Mancino C., Holzman M., Bayala M., Ocampo D. y Vives L. 2016. 15th Plinius Conference on Mediterranean Risks del trabajo "Development of hydrometeorological networks for early flood warning and drought monitoring", del 8 al 10 de junio de 2016 en Giardino Naxos, Italia.
- 20-Ibarlucía, D., Carmona, F., Mancino, C., Bayala, M., Silicani, M., Degano, F., Rivas, R., Holzman, M., Cazenave, G., Varni, M., Barbero, V., Toscani, P., Castany, I., Ramírez, D., Aguirre, L. Oyarbide, F., Ramallo, A., 2017. Red de monitoreo de eventos hidrológicos extremos en la vertiente sur del río Salado, provincia de Buenos Aires. CONCyT 2017. Quilmes.
- 21-Blanco M., Demaria E., Cazenave G., Rivas R., Vives L. 2017. Desarrollo de un sistema de monitoreo y alerta hidrometeorológico en la región pampeana. Quilmes.
- 22-Degano M., Sánchez Tomás J. M., Rivas R., Carmona F. 2017. Evaluación del producto de evapotranspiración global MOD16_A2 con medidas in situ en la región de la pampa húmeda, Argentina. CONCyT 2017. Quilmes.
- 23-Faramiñán A., Carmona F., Rivas R., Bayala M., Scasso M. 2017. Medidas de registro continuo con un lisímetro de pesada para monitorear la evapotranspiración real. CONCyT 2017. Quilmes.

Grado de participación: La participación fue activa en el conjunto de trabajos expuestos dado que en la mayoría de estas participo como tutor de pasantías de prácticas profesionales y trabajo final de tesis (publicaciones 12, 13, 17, 22 y 23). El resto de publicaciones corresponden a resultados preliminares logrados del avance del proyecto FONARSEC y validación de datos de radiación en nuestro país (14, 15, 16, 18, 19, 20 y 21). El trabajo de lisímetro identificado por el número 17 logro ser reconocido como el mejor del área (se espera a la brevedad firmar un compromiso con una empresa interesada en adoptar el modelo para ser fabricado en nuestro país).

8.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión*

completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.

24-Degano F., Rivas R., Carmona F., Niclós R. 201x. Assessment of the potential evapotranspiration MODIS product using ground measurements in the Pampas. Aceptado para su publicación en IEEE ARGENCON 2018 - Cuarta edición del Congreso Bienal de IEEE Argentina Primera semana de junio de 2018, en Tucumán <http://sites.ieee.org/argencon/>

Abstract

Evapotranspiration is the hydrological variable of greatest relevance in the Argentina Pampas Region (APR). The estimation of potential evapotranspiration (PET) in this area becomes essential since primary productivity is directly linked to water availability. In order to evaluate the MOD16_A2 product of evapotranspiration, a comparison with in situ measurements was conducted. We used PET data provided by the Oficina de Riesgo Agropecuario, corresponding to 24 stations placed in the region covering all seasons for the years 2012 to 2014. Results show an overestimation of 90% and 53% in Autumn-Winter and Spring-Summer, respectively. Root-mean-square differences (RMSDs) range between ± 1.3 and ± 2.3 mm day⁻¹ in Autumn-Winter, and between ± 2.1 and ± 2.8 mm day⁻¹ in Spring-Summer. With R² values close to 0.7 for both data sets, so they are not observed seasonal differences. Overestimation in PET was found to be partly due to the empirical model used in the MOD16_A2 product to determine the downward longwave radiation (RI_↓) term. A specific application to our study sites showed that the term of RI_↓ translates into an overestimation of 1 mm day⁻¹ in the calculation of ET_p. Further research is still required to find out the reasons for these discrepancies, but we must be very cautious when using potential evapotranspiration data of the MOD16_A2 product in the APR.

Rol en el trabajo: orientador como experto, en particular participé en la valoración de los errores de sobreestimación de la ET.

8.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.

Degano F., Rivas R., Carmona F., 201x. Calibración del producto de evapotranspiración potencial "MOD16_A2" para la región pampeana Argentina. Enviado al VII Seminario Hispano-Latinoamericano sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea y XIV Congreso Latinoamericano de Hidrogeología

Resumen

Se presenta una ecuación para la corrección de errores en el producto MOD16_A2.

8.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.

Olivera P., Holzman M., Degano F., Faramiñan A., Rivas R. 201x. Determinación de Agua Verde y Gris a nivel espacial mediante información de satélite. A enviar a: VII Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental, San Luis octubre de 2018.

Resumen

El trabajo expone los resultados de huella hídrica calculados para un cultivo de soja a nivel de parcela y su extensión a escala del partido de Tandil usando datos de satélite. Los resultados demuestran que para producir 1 Kg de soja se requiere entre 650 y 1800 litros.

8.5 COMUNICACIONES. Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).

Jornadas Interinstitucionales sobre Cambio Climático: interacción Ciencia - Política para dar respuesta a los desafíos del cambio climático - "Cambios globales y el manejo integrado de paisajes para la gestión de riesgos ambientales: síntesis y

prospectiva científico-política" realizadas en la ciudad de Mar del Plata, entre los días 5 y 7 de Diciembre del 2016. Conferencia sobre el proyecto y Presentación de la Red de Monitoreo IHREDA en: i) uso y cobertura de suelo e hidrología. Ver <http://www.ihreda.com.ar/>

I Jornada Internacionales y III Jornadas Nacionales Ambiente, Los nuevos desafíos: comunidad, participación e Investigación 26-28 de octubre de 2016, Tandil Conferencia en Simposio de Tecnologías de la Información Geográfica Aplicadas al Abordaje de Problemas Ambientales Tema expuesto Las imágenes de satélite en la gestión de excedentes hídricos. Resp. R. Rivas www.jornadasambiente.com.ar/

III Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología el 1 de setiembre de 2016 en la ciudad de La Plata Panel, "El Agua en la Provincia de Buenos Aires: Problemas y Soluciones" provincia de Buenos Aires. Resp. R. Rivas. <http://concyt.cic.gba.gob.ar/>
Stand interactivo del prototipo de estación meteorológica en el "III Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología" el 1 de setiembre de 2016 en la ciudad de La Plata. Resp. C. Mancino, F. Degano, G. Cazenave, M. Bayala, T. Ginester y técnicos de la ADA.

Más información en <http://concyt.cic.gba.gob.ar/index.php/programas/>

8.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda. Indicar en cada caso si se encuentra depositado en el repositorio institucional CIC-Digital.*

Rivas R. Informe año 1, 2016. Proyecto Fonarsec N° 19 DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE ALERTA DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN EL ÁREA SUR DE LA CUENCA DEL RÍO SALADO, PROVINCIA DE BUENOS AIRES. 23 páginas. Aprobado, incluye Anexo Informe económico de VAN TIR de 13 páginas. Se puede consultar el informe en la Oficina de Programas Especiales de la CIC. Información general y particular del proyecto se puede consultar on line en www.ihreda.com.ar/noticias/

Rivas R. Informe año 2, 2016. Proyecto Fonarsec N° 19 DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE ALERTA DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN EL ÁREA SUR DE LA CUENCA DEL RÍO SALADO, PROVINCIA DE BUENOS AIRES. 40 páginas. Aprobado, incluye informe de análisis económico en un anexo siguiendo normativa BID, 15 páginas. Se puede consultar el informe en la Oficina de Programas Especiales de la CIC. Información general y particular del proyecto se puede consultar on line en www.ihreda.com.ar/noticias/

9. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

9.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

Ver sitio de FONARSEC 19 para evaluar el nivel de los desarrollos en los que participo. Desde el diseño de las parcelas de monitoreo, la orientación de los equipos, el arreglo de los sensores para seguir inundaciones y sequías como así también la ubicación de las estaciones para que cumplan los protocolos del World Meteorological Organization WMO.

9.2 PATENTES O EQUIVALENTES *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*

Sigue en trámite el registro de acuerdo a lo indicado en el informe anterior.

9.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*

Tanque de evaporación de registro continuo. El objetivo perseguido es armar un sistema automático para la medición de evaporación de un Tanque Tipo A. Hasta el momento se han comprado las celdas de carga para ubicar debajo del tanque y se solicitó un PIO a la UNCPBA para financiar los gastos complementarios requeridos para finalizar la puesta en funcionamiento. El grado de desarrollo es bajo, del orden del 20%.

9.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES *(desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).*

9.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conozcan su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.

Privado
REDIMEC SRL
Fabián Oyarbide
Presidente
fabianoyarbide@redimec.com.ar
Mayor Novoa 845, Pcia. de Bs. As., Argentina | B7001HVQ

GEOKINETICS INTERNATIONAL
MSc. Luis Pertovt
Responsable de GIS
Luis.Pertovt@geokinetics.com
1500 CityWest Blvd., Suite 800, Houston, Texas 77042

American Consulting Group
Eugenia Garcia Neder
www.acg-sa.com.ar
Tel: + 5411 - 4742 - 0999
Cel: + 54911 - 6368 - 8390
eugenia@acg-sa.com.ar
Buenos Aires - Argentina

Público
Ministerio de Agroindustria de la Nación
Ing. Sandra Occhiuzzi
MAGyP-Oficina de Riesgo Agropecuario
Av. Paseo Colón 922 PISO 2, Oficinas 233 y 234, CABA
Correo de contacto: socchi@minagri.gob.ar - socchiuzzi@yahoo.com.ar

Ministerio de Agroindustria de la Nación
Lic. Adriana Basualdo
MAGyP-Oficina de Riesgo Agropecuario
Av. Paseo Colón 922 PISO 2, Oficinas 233 y 234, CABA
Correo de contacto: adrianabasualdo@fibertel.com.ar

MAGyP de la provincia de Río Negro
Área de Producción
Natalia Villasuso
Correo de contacto: nvillasuso@magyp.rionegro.gov.ar

DIRECCIÓN NACIONAL DE ANALISIS DEL RIESGO
Lic. María Eugenia Elizalde
Secretaría Protección Civil y Abordaje
Integral de Emergencias y Catástrofes
Ministerio de Seguridad de la Nación
Av. San Juan 2776 C.A.B.A.
Tel: 011 4943-9700 Int.: 9742
Correo de contacto: eugenia.elizalde@minseg.gob.ar

Comisión Nacional de Actividades Espaciales CONAE
Dra. Sandra Torrusio
Unidad de Desarrollos Avanzados y Específicos
Av. Paseo Colón 751
C.A.B.A. C. P. 1063
Tel. (54-11)-4331-0074 Int. 5770
Correo de contacto: storrusio@conae.gov.ar

10. SERVICIOS TECNOLÓGICOS. *Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.*

Servicio I+D+i (financiado por CFI-provincia de Río Negro) Desarrollo de una red de monitoreo espacial de biomasa forrajera (BF) para la provincia de Río Negro. Se instalaron estaciones de monitoreo de variables biofísicas para combinar con datos de satélite. La dirección del proyecto fue desarrollada por quien informa con la organización a cargo de un investigador CONICET (con lugar de trabajo en el IHLLA) y el Personal de Apoyo CIC, bajo mi dirección, M. Bayala (procesado de datos y programación). También cooperó en el trabajo el PA M. Silicani del IHLLA que está logrando una muy buena formación en la programación de logger Campbell. Como resultado se elaboró un algoritmo de estimación de BF que fue transferido a técnicos del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Río Negro. Se elaboraron dos informes del proyecto y se hizo una exposición pública de los resultados en la Cámara de Diputados (<http://www.ihlla.org.ar/node/812>). El proyecto finalizó en 2017. El porcentaje dedicado fue de 5 %. Monto \$ 372.000 y \$ 500.000 en compra de equipos de monitoreo.

Declaración Legislatura en: <http://www.legisrn.gov.ar/ORIGINAL/P00103-2018.pdf>

Asistencia a la Secretaría de Articulación Científico Tecnológica (MINCyT) en la elaboración de protocolos para el seguimiento de inundaciones. Mayor información en <http://www.ihreda.com.ar/2017/01/31/31012017-ihreda-colabora-con-la-secretaria-de-articulacion-cientifico-tecnologica-mincyt/>

11. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

11.1 DOCENCIA

Guía teórica de las clases de climatología para la materia [Apuntes_2015_VF.pdf]. Tiene la forma de libro y se puede consultar las versiones 2015 - 2018 en el siguiente link:

http://cursosihlla.bdh.org.ar/CLIMATOLOGIA_FCH_UNCPBA/

11.2 DIVULGACIÓN

Conferencia en Mesa del Agua en Concyt 2016.
<http://www.ihreda.com.ar/2016/09/01/01092016-conferencia-del-director-tecnico-del-proyecto-dr-raul-rivas-contando-las-generalidades-del-proyecto/> [Divulgado por prensa de la CIC]

Charla en “Jornadas Interinstitucionales sobre Cambio Climático: interacción Ciencia – Política para dar respuesta a los desafíos del cambio climático –

“Cambios globales y el manejo integrado de paisajes para la gestión de riesgos ambientales: síntesis y prospectiva científico-política” realizadas en la ciudad de Mar del Plata, entre los días 5 y 7 de Diciembre del 2016. <http://www.ihreda.com.ar/2016/12/05/05122016-participacion-en-jornadas-interinstitucionales-sobre-cambio-climatico/> [Divulgado por prensa de la CIC]

Reunión con representantes de los municipios que integran la vertiente sur del río Salado. Expositor de los alcances del proyecto y las responsabilidades que tienen los municipios en el uso de los datos. Información disponible en <http://www.ihreda.com.ar/2016/08/10/reunion-municipios-de-la-cuenca-vertiente-sur-del-rio-salado/>

Nota dada a la Agencia Telam: <http://www.telam.com.ar/notas/201701/177689-provincia-buenos-aires-sistemas-alertas-meteorologia-ciencia-clima-rios-cuencas-sequias.html>

Visita del Ministro del Ciencia Tecnología e Innovación de la PBA para interiorizarse de los alcances y desarrollos realizados en el marco de los proyectos del IHLLA. Información en: <https://www.facebook.com/CienciaPBA/videos/674393299409565/>

Divulgación en Ciencia con la finalidad de extender la red de monitoreo a la PBA. Difundido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la PBA. <https://www.diarioeltiempo.com.ar/la-provincia-trabaja-en-extender-sistema-de-alerta-de-inundaciones.html>

Impacto del proyecto que dirijo en la prensa local: Para mayor información ingresar en <https://www.eleco.com.ar/interes-general/redimec-ya-funciona-en-su-nueva-planta-del-parque-industrial/>

Participación en la presentación del proyecto Sistema de Integración y Validación de Información Meteorológica – SIVIMet, impulsado por el Ministerio de Agroindustria a través de la Oficina de Riesgo Agropecuario. <http://sivimet.magyp.gob.ar/GISWEB/>

Presentación activa en Estación Ciencia organizada por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. <http://www.ihreda.com.ar/2017/07/03/28062017-presentacion-capp-ihreda-en-estacion-ciencia/>

Las actividades del Grupo de Teledetección del Instituto de Hidrología se exponen en el siguiente link: <http://teledeteccion.wix.com/gtihlla> En este sitio se puede ver en detalle los equipos, la producción científica y técnica de sus integrantes, los proyectos y demás temas en lo que se trabaja.

En cada caso indicar si se encuentran depositados en el repositorio institucional CIC-Digital.

12. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES. *Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.*

Dirección de Becarios CIC-CONICET

Director Florencia Degano, CIC-Instituto de Hidrología de Llanuras, Desarrollo de un modelo de evapotranspiración global con datos de satélite y de re-análisis, período 2016-2019. Beca Doctoral CIC.

Co-Director Daniela Ibarlucia, CIC-Instituto de Hidrología de Llanuras, Desarrollo de estructuras para estaciones químicas a instalar en cursos de reducida profundidad, período 2017-2020. Beca Doctoral CIC.

CoDirector de Laura Maestri – Director Dra. Canziani G. UNCPBA FCE, Modelos matemáticos y computacionales para el análisis de la dinámica ecológica de las lagunas de la región pampeana (Becaria CONICET 2014-2019), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) - Tandil, Argentina.

Dirección de Investigadores CIC-CONICET

Facundo Carmona Cat. Asistente CONICET-IHLLA, Contribución de la aplicación de la ecuación de balance de energía con datos de satélite en estudios hidrológicos, jul/2016 cont.

Mauro Holzman Cat. Asistente CONICET-IHLLA, Uso de imágenes de satélite para la estimación de la humedad del suelo a escala regional y de cuenca, nov/2016 cont.

Vanesa Bohn Cat. Asistente CONICET, Departamento de Geografía de la UNS, CoDirector de investigación en el tema: Influencia de la variabilidad climática, uso del suelo y acción antrópica sobre la hidrología de las lagunas pampeanas y sus cuencas asociadas, 2015-cont.

Andrea Irigoyen Cat. Adjunto con Director CIC, Ciencias Agrarias de la UNMDP, Atributos físicos y funcionales en canopeos vegetales: técnicas basadas en inteligencia artificial e imágenes de satélite como soporte a la modelización en cultivo de maíz, nov/2016 cont.

Dirección de PA-CIC

Martín Bayala, Instituto de Hidrología de Llanuras, Tratamiento digital de imágenes, programación en idl, operación y mantenimiento de estaciones de balance de energía, período 2013-cont.

Christian Mancino, Instituto de Hidrología de Llanuras, Relevamiento de terreno vertiente sur cuenca del Río Salado, uso de ARCGIS para elaboración de mapas de la red de estaciones de monitoreo de inundaciones y sequías, operación y mantenimiento de estaciones de balance de energía, período 2015-cont.

Becarios Universidades y otros Centros

Paula Olivera (Becaria Entrenamiento CIC-2017/18), Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental (UNCPBA), Calculo de agua verde y gris en cultivo de soja de secano en el partido de Tandil.

Además dirijo una becario CIN y estudiantes de grado sin beca en sus trabajos de tesis final (Licenciatura en Tecnología Ambiental de la UNCPBA-FCE) específicos de hasta año de duración que no declaro en este apartado.

13. DIRECCION DE TESIS. *Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.*

José Pasapera (Master en Aplicaciones Espaciales de Alerta y Respuesta Temprana a Emergencias - UNC-FaMAF-CONAE), Evaluar y validar la emisividad y temperatura

de la superficie del suelo en parcelas agrícolas con medidas locales y datos del satélite LANDSAT 8, defensa 16/05/2016

Florencia Degano (Becaria CIC) - Raquel Niclós - Facundo Carmona, Desarrollo de un modelo de evapotranspiración global con datos de satélite y de re-análisis, Doctorado en Teledetección (Universidad de Valencia), en ejecución.

Becarios Universidades y otros Centros

Marcelo Farenga de la UNMdP, Análisis de riesgo de inundación a partir de imágenes de satélite y SIG, (Maestría de Teledetección y SIG de la UNCPBA), período reinicio de su tesis-mar/2017.

14. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS. *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

Jornada de Divulgación sobre Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires, Causas y Consecuencias, Tandil 17/05/2017, Conferencista, "Mediciones Ambientales para la Previsión de Eventos Futuros", R. Rivas. Secretaría de extensión de la la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. La premisa principal fue como entenderlas, hasta dónde y cómo prevenirlas, cómo adaptarse.
<http://www.ihreda.com.ar/2017/05/17/17052017-jornada-sobre-inundaciones-en-la-provincia-de-buenos-aires-causas-y-consecuencias/>

Organizador de la Reunión *Joint Assessment of Soil Moisture Indicators* (Jasmin en Tandil/2016). Fui quien promovió junto a A. Basualdo de Agroindustria la reunión de 2016. Presenté un trabajo y coordiné una visita a la estación de monitoreo con la que cuenta el IHLLA en el campus desde 2005.
Mayor detalle en <http://serviciosclimaticos.blogspot.com.ar/2016/05/el-grupo-jasmin-presenta-sus-avances-en.html>

15. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.*
Programación de loggers Campbell y configuración de una red. Teórico práctico. Dictado Campbell Internacional y por técnicos CIC (M. Silicani-M. Mancino).

16. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO. *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

Subsidios personales como investigador CIC:

2016- \$ 13.000 Resol. 48/16.

2017 - \$ 16.000 Resol. xx/17.

Fonarsec 19 ANPCyT-Resolución N° 572/14

2016- \$5.388.753 bienes de capital, materiales, infraestructura, viajes y viáticos y RRHH). El detalle de los gastos se puede consultar en el Departamento de Programas Especiales de la CIC (E. Jalo-R. Valera). Corresponde al 48,3 % de ejecución del proyecto. Avance técnico y económico aprobado por Fonarsec.

2017- \$8.262.741 bienes de capital, materiales, infraestructura, viajes y viáticos y RRHH). El detalle de los gastos se puede consultar en el Departamento de Programas Especiales de la CIC (E. Jalo-R. Valera). Corresponde al 74,06 % de ejecución del proyecto. Avance técnico y económico aprobado por Fonarsec.

Subsidio complementario de contraparte CIC-Fonarsec

2017. Resol. \$ 392.000, bienes de capital y gastos para la central de monitoreo ubicada en el campus Tandil. Expte 2157_1675.15 A6. El detalle de los gastos se puede consultar en el Departamento de Programas Especiales de la CIC (R. Valera)

17. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO. *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

18. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

19. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA. *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

Representante de la CIC en el concurso de Director del IGCyC de la UNMDP junto a la Dra. Marfil e integrante del Consejo de Gestión (<1%), representante técnico como investigador CIC en el Consorcio Asociativo Público Privado (CAPP-IHREDA) que integro como responsable del Fonarsec, 2%, Miembro del Doctorado en Ciencias Aplicadas al Ambiente y la Salud (junto al Dr. M. Varni del IHLLA) en representación del IHLLA 2,5 %.

20. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO. *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

Año 2016-17 Docente Adjunto dedicación simple de la materia Climatología (primer semestre) de la facultad de Ciencias Humanas (UNCPBA). 64 horas frente a alumnos de dedicación horaria.

Dedicación: 4 %

21. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES. *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

Miembro de Tribunal de tesis doctoral UTN Regional Buenos Aires, Procesamiento de señales de un radiómetro de ondas milimétricas para obtener perfiles de ozono y estudios de la radiación solar UV en superficie, Facundo Orte, Director: Prof. Akira Mizuno, Codirectores: Dr. Eduardo J. Quel, Dr. Jacobo O. Salvador, 28/03/2017.

Miembro de Tribunal de tesis doctoral UNLP, FCE (Química), Variaciones estacionales e interanuales de la emisión de metano en una laguna del humedal pampeano, Victoria Fusé, Director: P. Juliarena, 11/03/2016.

Miembro de Tribunal de tesis de reválida de título de Lic. en Física, UNCPBA-FCE, Fenómenos Físicos desarrollados en un sistema estratificado natural: las aguas del Mar Argentino adyacentes a la costa bonaerense, Harold Fenco Chavesta, 29/09/2017. Directores L. Thomas y V. Marino.

Miembro del tribunal de tesis de maestría de la UNC-FAMAF, temas evapotranspiración e imágenes de satélite, 2016- cont.

Evaluador del CONICET, ingresos, informes de investigadores y proyectos, 2014- cont.

Evaluador de proyectos de la ANPCyT, UBACyT, Programas de Incentivos (UNS, UNLP-PIO, UNPa..), Miembro de Comité de Evaluadores Categorías de Investigador,

regional Bonaerense, de incentivos Resol. Min. Educ. 1543/14 (categoría iii, iv y v) entre otras evaluaciones nacionales.

Evaluador proyectos de Grupos de Investigación de la UNS, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, desde 2014 y continua.

Revisor en revistas y congresos Referee Remote Sensing Journal, IEEE y SELPER. Categoría de investigador, experto CONEAU y evaluador de sistema de incentivos

Categoría de Investigador II en el área de Ciencias de la Tierra el Mar y la Atmósfera por la Comisión Regional Bonaerense de Categorización en Bahía Blanca el 3 de febrero de 2011 (Resolución 4966).

12. Experto de CONEAU en Ciencias de la tierra, disciplina sensores remotos (registro act. 2015).

22. TITULO, PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO. *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

Estudio de la Evapotranspiración en la vertiente sur de la cuenca del Río Salado por medio de balances de masa y energía [EVASAL]

El plan de trabajo "EVASAL" se llevará a cabo en el Instituto de Hidrología de Llanuras en el grupo de trabajo de Teledetección que me propuse formar en 2005.

La evapotranspiración (ET) es la variable hidrológica de mayor relevancia en la llanura pampeana (Rivas et al., 2002), donde cerca del 85 % de agua que precipita se pierde a través de dicho proceso (Weinzettel y Usunoff, 2001). En un sentido más amplio, este término hidrológico cobra mayor relevancia si se tiene en cuenta que la productividad primaria de la región es función del agua disponible para evaporar. Desde principios del siglo pasado, muchos estudios se han llevado a cabo para estimar la ET. Las primeras formulaciones se basaron en relaciones empíricas, logrando un salto cualitativo importante a partir de que Penman (1948) presentó una ecuación incorporando todas las variables meteorológicas con relación directa sobre el proceso de ET. Hoy en día, existe una diversa gama de métodos para estimar la ET a diferentes escalas. A escala puntual, la ET se puede determinar por medio de porómetros, medidores de flujo de sabia en la planta y lisímetros; a escala de parcela por medio de balances de agua, relación de Bowen, centímetros, entre otros; y a escala regional, principalmente, por medio de balances de energía (o ecuaciones derivadas) incorporando datos de satélite (Soegaard y Boegh, 1995; Wang et al., 2006; Rivas y Carmona, 2010; Carmona et al., 2016b).

Para poder gestionar y planificar de forma correcta el manejo hidrológico de una cuenca o región, es fundamental conocer al detalle la variación espacio-temporal de la ET. En este sentido, las imágenes de satélite son una atractiva herramienta que permite obtener la ET a escala regional, permitiendo cuantificar, por medio de modelos, la pérdida real de agua en espacio y tiempo. Pese a que existen varios modelos para estimar la ET a escala regional, en general estos modelos cuentan con serias limitaciones (relacionadas a la disponibilidad de medidas de terreno, imágenes de satélite y nubosidad, entre otras) que degradan su resultado final. Por lo tanto, hoy en día el estudio de la ET resulta clave para lograr una mayor comprensión y simulación de la pérdida de agua de una región. Aunque el uso de los datos de satélite está extendido en Argentina (en los ámbitos científico y técnico) aún hoy no se utiliza de manera sistemática en las diferentes áreas del conocimiento, y en particular, en estudios ambientales de alto impacto social y económico. Las limitaciones, en muchos casos, se deben a la necesidad de entrenamiento específico en el procesamiento de la información, a la inadecuada resolución temporal de las misiones de satélite más conocidas (LandSat, SPOT, CBERS, entre otras), y a la falta de sitios locales

(servidores con información de datos ambientales de diferentes áreas de Argentina) que provean información en formato accesible para no expertos. Además es necesario que los sitios incluyan información acerca de la calidad del dato que el usuario adquiere, es decir la magnitud registrada y/o estimada y el error asociado a ésta.

Con este proyecto se pretende generar productos de satélite acerca de la pérdida de agua del sistema (por ej. cantidad de agua evaporada desde las lagunas) y validarla con datos locales. La información generada y los modelos serán de utilidad para la aplicación en otras áreas de Argentina (previa calibración). Además, el hecho de disponer de información de terreno facilitará futuras simulaciones de variables ambientales que puedan estimarse con datos de misiones de satélite a lanzarse en los próximos años (por ejemplo el satélite Argentino SABIA MAR).

El proyecto concluirá con el desarrollo y análisis de mapas de evapotranspiración para la llanura pampeana, desarrollo de algoritmos y publicación de resultados más relevantes. Reportará beneficios sustanciales para la planificación y gestión del medio ambiente de la región, aportando información base para modelos hidrológicos distribuidos que requieren un detalle espacial de la evapotranspiración. Además, aportará datos para proyectos de aplicación que se desarrollan con el Ministerio de Agroindustria, proyectos de recarga de agua al acuífero pampeano y a la red de humedad de suelo que lleva a cargo CONAE (proyecto SAOCOM). Para su desarrollo se complementará con el proyecto "Desarrollo e implementación de sistemas automáticos de alerta de inundaciones y sequías en el área sur de la cuenca del Río Salado, Provincia de Buenos Aires. REDIMEC SRL - ADA – CICPBA", que se encuentra en curso (FONARSEC 19, ANPCyT).

METODOLOGÍA

Evapotranspiración del cultivo de referencia

En el proyecto que se pretende llevar a cabo, el producto de evapotranspiración del cultivo de referencia, ET_{0-SAT} , se obtendrá por medio de datos de satélite (producto SNY1-CERES) a partir de la siguiente ecuación:

$$ET_{0-SAT} = a \left[\left(\frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \right) Rn_{ref} f_c^{-1} \right] + b \quad (1)$$

siendo a (adimensional) y b (mm d^{-1}) dos parámetros experimentales, Δ es la pendiente de la curva de presión de vapor saturado como función de la temperatura media del aire ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), γ es la constante psicrométrica ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), Rn_{ref} es la radiación neta sobre la superficie de referencia (W m^{-2}) y $f_c = 28,36$ un factor de conversión de unidades de Wm^{-2} a mm d^{-1} .

Los parámetros experimentales a y b se obtendrán por medio de la comparación entre la ET de referencia que se calcula con la ecuación recomendada en el Manual de la FAO N° 56 (Allen *et al.*, 1998), ET_{0-PM} , y la evapotranspiración de equilibrio, ET_{eq} (término entre corchetes en la Ecuación (1)). En el caso de forzar el ajuste por el origen ($b = 0$) se tiene que $a = \alpha$, siendo α el valor del parámetro de Priestley y Taylor (1972) calibrado en las condiciones ambientales de la región (en Carmona *et al.* (2013b) se obtuvo un valor de $\alpha = 1,41$).

La Δ se calculará por medio de la ecuación:

$$\Delta = \frac{4098 e_s}{(T_{skin} + 237,3)^2} \quad (2)$$

donde

$$e_s = 0,6108 \exp\left(\frac{17,27 T_{skin}}{T_{skin} + 237,3}\right) \quad (3)$$

y siendo T_{skin} la temperatura de piel dada por el producto SNY1-CERES, que se propone utilizar en lugar de la temperatura del aire, T_a . Una comparación entre la T_a , medida en

terreno, y la T_{skin} se lleva a cabo en (Carmona et al., (2016b)) para justificar la suposición impuesta.

Por otra parte, la constante psicrométrica se obtiene utilizando la presión atmosférica, P_{atm} , del producto SNY1-CERES, por medio de:

$$\gamma = \frac{c_p P_{atm}}{0,622 \lambda} \quad (4)$$

donde C_p es el calor específico del aire ($1,013 \times 10^{-3} \text{ MJ kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$), λ es el calor latente de vaporización, $2,45 \text{ (MJ kg}^{-1}\text{)}$ y $0,622$ es el cociente del peso molecular del vapor de agua y el aire seco.

Finalmente, considerando las características del cultivo de referencia y teniendo los datos de SYN1-CERES de radiación solar global ($R_{s\downarrow}$), radiación de onda larga de la atmosfera ($R_{l\downarrow}$) y T_{skin} , de acuerdo con Carmona et al. (2016a) la $R_{n\text{ref}}$ se calculará como:

$$R_{n\text{ref}} = 0,77R_{s\downarrow} + 0,98(R_{l\downarrow} - \sigma T_{skin}^4) \quad (5)$$

donde T_{skin} se utiliza en lugar de T_a , al igual que en el cálculo de la Δ .

Evapotranspiración potencial

Se calculará la evapotranspiración de cultivo, ET_c , a partir de mapas que diferencien el tipo de cubierta. Para ello, se harán clasificaciones a partir de imágenes de satélite de resolución espacial media (sensores MODIS, TM y OLI principalmente) para obtener mapas de coeficientes de cultivo, K_c (posiblemente función de un índice de vegetación, como por ejemplo el índice *NAVI* desarrollado en Carmona et al. (2015a)), y se combinará con los resultados de la $ET_{0\text{-SAT}}$ para obtener la ET_c de satélite ($ET_{c\text{-SAT}} = ET_0 * K_c$), de acuerdo a Allen et al. (1998).

Evapotranspiración real

Finalmente, a partir de un índice de estrés hídrico, IEH, se obtendrá la fracción evaporativa del suelo, FE, como medida de la humedad del suelo, y por lo tanto la ET_r de satélite, $ET_{r\text{-SAT}}$ como el producto entre el IEH y la ET_c . En principio, se utilizará el índice TVDI (*Temperature Difference Vegetation Index*), validado por en la región pampeana, siendo la $FE = (1 - \text{TDVI})$. El TVDI se calcula a partir de (Sandholt et al. (2002), Holzman et al. (2014)):

$$TVDI = \frac{T_s - T_{s\text{min}}}{T_{s\text{max}} - T_{s\text{min}}} \quad (6)$$

donde en este caso T_s corresponde a la temperatura radiativa del píxel y $T_{s\text{min}}$ y $T_{s\text{max}}$ las temperaturas de superficie mínima y máxima para la región de estudio, respectivamente.

Validación

Tal como se mencionó anteriormente, para validar los productos generados se utilizarán varias fuentes de información. Las validaciones se harán a partir de:

- Valores calculados de ET_0 y ET_c a partir de datos meteorológicos básicos registrados por estaciones del IHLLA y del SMN;
- Medidas de estaciones de balance de energía: se utilizarán datos registrados en los últimos años por el Grupo de Teledetección del IHLLA (GT-IHLLA, 2006-actualidad) y datos que se registraran en el marco del proyecto FONARSEC. La ecuación propuesta para estimar la ET_r se validará por medio de la evapotranspiración real que se calcula como término residual del *balance de energía en superficie*, $ET_{r\text{EBE}}$, es decir como:

$$ET_{r\text{EBE}} = R_n - H - G \quad (7)$$

siendo R_n la radiación neta, H el flujo de calor sensible y G el flujo de calor en el suelo.

- Valores de ET_c (de acuerdo a la ecuación de Penman-Monteith recomendada por la FAO en el Manual N° 56, [Allen et al. \(1998\)](#)) y ET_r (balances de agua) provistos por el MAGyP;
- Medidas de lisimetría para obtener la FE (con sensores de humedad insertos en todo el perfil de suelo del lisímetro, según [Silicani \(2014\)](#)) y la ET_r .

Condiciones de la presentación:

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
- a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 22).
 - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período 2016-2017".
 - c. Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
- a. Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: infinvest@cic.gba.gob.ar (puntos 1 al 22), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - b. En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.
- C. Sistema SIBIPA:
- a. Se deberá petitionar el informe en la modalidad on line, desde el sitio web de la CIC, sistema SIBIPA (ver instructivo).

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.