

## **INFORME CIENTIFICO DE BECA**

Legajo N°:

**BECA DE** Perfeccionamiento

**PERIODO** 2014/2015

**1. APELLIDO:** Lara

*NOMBRES:* Bruno Daniel

*Dirección Particular: Calle:* N°:

*Localidad:* Rauch *CP:* 7203 *Tel:*

*Dirección electrónica (donde desea recibir información):* brunolara73@gmail.com

**2. TEMA DE INVESTIGACIÓN** (Debe adjuntarse copia del plan de actividades presentado con la solicitud de Beca)

Dinámica regional de los ecosistemas del centro-este de la provincia de Buenos Aires.

**3. OTROS DATOS** (Completar lo que corresponda)

**BECA DE ESTUDIO: 1º AÑO:** *Fecha de iniciación:*

**2º AÑO:** *Fecha de iniciación:*

**BECA DE PERFECCIONAMIENTO: 1º AÑO:** *Fecha de iniciación:* 01/04/2014

**2º AÑO:** *Fecha de iniciación:*

**4. INSTITUCIÓN DONDE DESARROLLA LOS TRABAJOS**

*Universidad y/o Centro:* Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

*Facultad:* Facultad de Agronomía

*Departamento:* Ciencias Básicas Agronómicas y Biológicas

*Cátedra:* Ecología General - Laboratorio de Investigación y Servicios en Teledetección de Azul (LISTA)

*Otros:*

*Dirección: Calle:* República de Italia *N°:* 780

*Localidad:* Azul *CP:* 7300 *Tel:* (02281)433291/3

**5. DIRECTOR DE BECA**

*Apellido y Nombres:* Gandini, Marcelo Luciano

*Dirección Particular: Calle:* N°:

*Localidad:* Azul *CP:* 7300 *Tel:*

*Dirección electrónica:* mgandini@faa.unicen.edu.ar

**6. EXPOSICIÓN SINTÉTICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.** (Debe exponerse la orientación impuesta a los trabajos, técnicas empleadas, métodos, etc., y dificultades encontradas en el desarrollo de los mismos, en el plano científico y material). Durante el primer año de Beca de Perfeccionamiento, y de acuerdo a los objetivos planteados en el plan de trabajo correspondiente, se abordó la dinámica de la vegetación del centro-este de la provincia de Buenos Aires a escala regional. A continuación, se detallan los principales pasos que se siguieron en el transcurso de este primer año de beca:

#### 1. Búsqueda y selección de las imágenes satelitales

Se utilizó una serie temporal de 14 años de imágenes MODIS (2000-2014), producto MOD13Q1, el cual consta de composiciones de 16 días con valores de índices de vegetación calculados (NDVI y EVI). Se emplearon, en total, 322 imágenes de la escena h13v12. Finalmente se decidió trabajar con el NDVI ya que es el mayormente utilizado a nivel global (lo cual es relevante al momento de discutir resultados) y, además, el EVI incorpora un ajuste destinado principalmente cuando se trabaja sobre coberturas y doseles muy densos (selvas, entre otras).

#### 2. Evaluación de los modelos para el suavizado de las series temporales

El suavizado o filtrado de las series temporales es un procedimiento común ya que los datos provenientes de los sensores remotos pueden presentar ruido debido a interferencias atmosféricas (nubosidad, por ejemplo) o propio del procesamiento. Para la evaluación de la performance de los modelos se utilizó la serie temporal 2001-2002 por presentar un MEI (Multivariate ENSO Index, índice que cuantifica el fenómeno ENSO; valores positivos indican "El Niño" o período húmedo, y valores negativos indican "La Niña" o período seco) cercano a 0. Se utilizó el software TIMESAT que presenta 3 modelos de ajuste: filtro de Savitsky-Golay, función gaussiana asimétrica y función logística. Los 3 modelos presentaron bajos errores cuadráticos medios (RMSE) con respecto a los valores originales, sin embargo el filtro Savitsky-Golay se adaptó mejor en aquellas zonas en las que la cobertura vegetal varía considerablemente (RMSE<0.04).

Por otro lado, se encontraron diferencias en las estimaciones del inicio y la duración de la estación de crecimiento entre los modelos: el ajuste gaussiano y el logístico se comportan de manera similar, pero presentan diferencias tanto positivas como negativas con el modelo de Savitsky-Golay aunque no muestran un patrón espacial definido. A partir de estos resultados, donde se aprecia que el filtro de Savitsky-Golay es el método que se ajusta con mayor precisión a los datos reales, se lo utilizó para analizar el resto de las series temporales y estimar la dinámica de la vegetación.

#### 3. Caracterización fenológica de las coberturas vegetales más representativas

A partir de mapas de coberturas para el año 2000 y 2011 ya elaborados y con una gran precisión (proyecto de Beca de Estudio) para el centro de la provincia, se elaboró un mapa de coberturas estables (es decir, donde no ocurrió ningún tipo de cambio de cobertura en el período) y se seleccionaron 31,25 ha de las coberturas más representativas: pajonal de paja colorada, matriz de pastos cortos y pasturas cultivadas. Las series temporales de NDVI para cada una de las coberturas fueron ajustadas en TIMESAT lo que permitió extraer sus atributos fenológicos más relevantes: inicio de la estación de crecimiento, fin de la estación de crecimiento, momento del valor máximo de NDVI, integral anual del NDVI. Las curvas de crecimiento típicas presentaron patrones similares, con el inicio del crecimiento en agosto y el final entre mayo y junio; el momento de mayor actividad fotosintética se dio en marzo. además, se observó una disminución del NDVI a comienzos de enero, posiblemente

relacionado con las sequías estivales que se producen en la región. Sin embargo, en el pajonal esta caída no es tan abrupta lo que indica que su estructura bi-estratificada actúa como un reservorio natural de las lluvias caídas en invierno y primavera, disminuyendo la evapotranspiración. No se encontraron diferencias significativas en los atributos fenológicos entre las distintas coberturas lo que muestra que a pesar de las diferencias fisonómico-estructurales existentes no reflejan (al menos a la escala analizada) diferencias en el comportamiento fenológico. Por otro lado, si bien se observó una tendencia negativa en la integral anual del NDVI (estimador de la productividad) para todas las coberturas, sólo resultó significativa para la matriz de pastos cortos ( $z < -1,96$ ). En los últimos 40 años se ha evidenciado un crecimiento notorio de la superficie ocupada por la matriz de pastos cortos, reemplazando al pajonal de paja colorada. Esta matriz es un tipo de pastizal que se adapta mejor a los requerimientos forrajeros del ganado y está asociado a estrategias de manejo basadas en la utilización del fuego y ciclos de cultivos/pasturas que permiten el establecimiento de estados alternativos de pastizales. La caída significativa en la productividad de este pastizal podría estar indicando una mayor presión de uso por el ganado.

#### 4. Análisis de la dinámica de la cobertura vegetal mediante el comportamiento de atributos fenológicos

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se utilizó una serie temporal de 14 años de NDVI-MODIS (período 2000-2014). Esta serie se ajustó en TIMESAT utilizando el filtro de Savitsky-Golay, ponderando cada uno de los píxeles a partir de la información de la banda de confiabilidad: a los valores 0 (buen dato) se dio un peso de 1, a los valores 1 y 2 (datos marginales, nieve o hielo) un peso de 0,5 y a los valores 3 (cobertura nubosa) un peso de 0,1. A partir del ajuste realizado se obtuvieron los atributos fenológicos de la vegetación (descriptores del funcionamiento de los ecosistemas) tales como: el comienzo de la estación de crecimiento, la duración de la estación de crecimiento, la integral anual del NDVI, momento de máxima actividad fotosintética, rango relativo anual de NDVI, entre otras. Además, mediante la prueba no paramétrica de Mann-Kendall se evaluó la significancia de las tendencias temporales de los atributos fenológicos.

Se encontró que en gran parte de la región el comienzo de la estación de crecimiento se da, en promedio, entre los meses de agosto y septiembre (días julianos 213-263, aproximadamente), aunque en la porción SO del área de estudio (partidos de Bahía Blanca, Tornquist, Cnel. Pringles) ocurre un poco más tarde, durante los meses de octubre y noviembre (días julianos 274-334). La duración de la estación de crecimiento muestra un claro patrón SO-NE con promedios de 225-275 días en el sector NE (partidos de Chascomús, Magdalena, Brandsen) y de 125-200 días en el sector SO. La integral anual del NDVI, estimador de la productividad primaria neta, también se caracteriza por un marcado patrón SO-NE, donde las áreas con mayor productividad anual se corresponden a zonas de transición entre pastizales naturales y ciclos de cultivos/pasturas. Con respecto al momento de mayor actividad fotosintética (momento del valor máximo de NDVI), en el sector sur y NE de la región ocurre entre los meses de octubre-noviembre, dándose entre enero y febrero en el resto de la región, concordando con resultados de otros autores. Si se analiza el rango relativo anual de NDVI, el cual da una aproximación a la variabilidad interanual en la productividad, se encuentra que los mayores valores concuerdan con zonas de uso agrícola y los menores valores coinciden con zonas donde predominan los pastizales naturales, los cuales presentan un porcentaje de cobertura vegetal más estable a lo largo de todo el año.

La mayoría de las tendencias significativas ( $p < 0,05$ ) muestran un comienzo de la estación de crecimiento más tardío en el período 2000-2014. Sin embargo, esta tendencia a que la vegetación inicie su crecimiento más tarde no se asocia a estaciones de crecimiento más cortas en la región SO y en las cercanías de la Bahía de Samborombón, donde tienden a aumentar. Además, las tendencias en la integral anual del NDVI muestran una caída

significativa en el sector que se caracteriza por presentar mayor productividad anual. Posiblemente, esta tendencia esté indicando una elevada de presión de uso sobre los recursos naturales en esta región.

Por último, se analizó la respuesta de los ecosistemas, a partir de los atributos fenológicos de la vegetación, al fenómeno de El Niño Oscilación Sur (ENSO). Para identificar los diferentes estadios climáticos se utilizó el Índice Multivariado del ENSO (MEI) ya que representa múltiples variables y brinda una descripción más completa y flexible del fenómeno climático que otros índices. La relación fue evaluada mediante un análisis de regresión lineal. Los principales resultados muestran que no se encontró un fuerte patrón de correlación espacial entre el MEI y el comienzo de la estación de crecimiento. La duración de la estación de crecimiento se correlaciona positiva y negativamente con el MEI en la región: los patrones espaciales más intensos relacionados a una duración de la estación de crecimiento más larga (correlación positiva con el MEI) se observan en el centro-este de la provincia (partidos de Tapalqué, norte de Azul, Rauch, Ayacucho y Pila), mientras que los patrones relacionados a una duración más corta (correlación negativa con el MEI) se encuentran en los extremos SO y NE de la región. Este mismo patrón se aprecia entre el MEI y la integral anual del NDVI, lo que indica que el ENSO en su fase "El Niño" (período húmedo) provoca un incremento en la productividad anual en el centro-este de la provincia, región caracterizada por un alto porcentaje de cobertura de pastizales naturales. Estos resultados preliminares sugieren que las fases de "El Niño" impactan en las respuestas fenológicas de los ecosistemas, mostrando relaciones complejas que deben ser profundizadas. Sin duda estos resultados son un punto de partida para profundizar en el comportamiento de la dinámica de los ecosistemas a escala de paisaje en un contexto de cambio climático global.

## **7. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS O PUBLICADOS EN EL PERIODO.**

**7.1. PUBLICACIONES.** Debe hacerse referencia, exclusivamente a aquellas publicaciones en la cual se halla hecho explícita mención de su calidad de Becario de la CIC. (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha aclaración no debe ser adjuntada. Indicar el nombre de los autores de cada trabajo, en el mismo orden que aparecen en la publicación, informe o memoria técnica, donde fue publicado, volumen, página y año si corresponde; asignándole a cada uno un número. En cada trabajo que el investigador presente -si lo considerase de importancia- agregará una nota justificando el mismo y su grado de participación.

1- Lara, B. y M. Gandini. 2014. Quantifying the land cover changes and fragmentation patterns in the Argentina Pampas, in the last 37 years (1974-2011). *GeoFocus* (artículos), 14: 163-180 pp.

2- Lara, B. y M. Gandini. 2014. Análisis de la fragmentación de pastizales en la Pampa Deprimida (Argentina). *Semiárida*, Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam, 24(1): 21-30 pp.

3. Gandini, M., B. Lara y R. Scaramuzzino. 2014. Zonificación basada en la respuesta de ecosistemas a oscilaciones climáticas. *Revista Estudios Ambientales*, 2(2): 4-24 pp.

**7.2. PUBLICACIONES EN PRENSA.** (Aceptados para su publicación. Acompañar copia de cada uno de los trabajos y comprobante de aceptación, indicando lugar a que ha sido remitido. Ver punto 7.1.)

1- Lara, B. y M. Gandini. Tendencias en la dinámica de la vegetación en un sector de la provincia de Buenos Aires a escala de paisaje: una aproximación utilizando series temporales de NDVI. Aceptado para ser presentado en las V Jornadas y II Congreso

Argentino de Ecología de Paisajes, a desarrollarse entre el 27 y 29 de mayo de 2015 en la ciudad de Azul, Buenos Aires.

2- Lara, B. y M. Gandini. Estado del conocimiento sobre el pajonal de *Paspalum quadrifarium*: un análisis a múltiples escalas. Aceptado para ser presentado en las V Jornadas y II Congreso Argentino de Ecología de Paisajes, a desarrollarse entre el 27 y 29 de mayo 2015 en la ciudad de Azul, Buenos Aires.

3- Gandini, M. y B. Lara. Análisis morfológico de la dinámica de fragmentos de *Paspalum quadrifarium* en una zona de la cuenca del río Salado del sur. Aceptado para ser presentado en las V Jornadas y II Congreso Argentino de Ecología de Paisajes, a desarrollarse entre el 27 y 29 de mayo de 2015, en la ciudad de Azul, Buenos Aires.

4- Vercelli, N. y B. Lara. Análisis de patrones de anegamiento en momentos de excesos hídricos en un sector de la cuenca inferior del arroyo del Azul. Aceptado para ser presentado en las V Jornadas y II Congreso Argentino de Ecología de Paisajes, a desarrollarse entre el 27 y 29 de mayo de 2015 en la ciudad de Azul, Buenos Aires.

5- Scaramuzzino, R., M. Gandini y B. Lara. Mapeo de una población naturalizada de *Eucalyptus viminalis* en el Sistema de Tandilia mediante imágenes satelitales de alta resolución espacial y clasificación basada en objetos. Aceptado para ser presentado en las V Jornadas y II Congreso Argentino de Ecología de Paisajes, a desarrollarse entre el 27 y 29 de mayo de 2015 en la ciudad de Azul, Buenos Aires.

6- Scaramuzzino, R., M. Gandini, B. Lara, J. Bardi y C. D'Alfonso. Distribución del arbusto *Baccharis dracunculifolia* subsp. *tandilensis* en la provincia de Buenos Aires: cambios en la preferencia de hábitat y su incidencia sobre el paisaje. Aceptado para ser presentado en las V Jornadas y II Congreso Argentino de Ecología de Paisajes, a desarrollarse entre el 27 y 29 de mayo de 2015 en la ciudad de Azul, Buenos Aires.

### **7.3. PUBLICACIONES ENVIADAS Y AUN NO ACEPTADAS PARA SU PUBLICACIÓN.**

(Adjuntar copia de cada uno de los trabajos. Ver punto 7.1.)

1- Lara, B. y M. Gandini. Enviado. Caracterización del comportamiento fenológico de las coberturas vegetales en un sector de la Pampa Deprimida (Argentina): una aproximación utilizando series temporales de NDVI. *Ambiência*. Fecha de envío: 06/10/2014.

### **7.4. PUBLICACIONES TERMINADAS Y AUN NO ENVIADAS PARA SU PUBLICACIÓN.**

(Adjuntar resúmenes de no más de 200 palabras)

**7.5. COMUNICACIONES.** (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores)

**7.6. TRABAJOS EN REALIZACIÓN.** (Indicar en forma breve el estado en que se encuentran)

**8. OTROS TRABAJOS REALIZADOS.** (Publicaciones de divulgación, textos, etc.)

#### **8.1. DOCENCIA**

#### **8.2. DIVULGACIÓN**

1- Lara, B. y M. Gandini. 2013. El pajonal como paisaje en la zona de Ariel. <http://www.diarioeltiempo.com.ar/~uvtiempo/index.php/agropecuarias/21984-el-pajonal-como-paisaje-en-la-zona-de-ariel>

2- Lara, B. y M. Gandini. 2013. ¿Qué nos pueden decir las imágenes de satélite? II Jornada a campo, JACT 2013. Chacra de la Facultad de Agronomía (UNCPBA), 13 de noviembre de 2013.

3- Lara, B. y M. Gandini. 2013. Distribución del pajonal en el centro bonaerense. <http://www.diarioeltiempo.com.ar/~uvtiempo/index.php/agropecuarias/24912-distribucion-del-pajonal-en-el-centro-bonaerense>

4- Gandini, M. y B. Lara. 2014. Observación de imágenes satelitales. XII Edición de la Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología. Facultad de Agronomía (UNCPBA), 17 de junio de 2014.

5- Lara, B. Resumen de Tesis "Fragmentación de pastizales en el centro de la provincia de Buenos Aires mediante imágenes LANDSAT". Boletín de la Asociación Argentina de Ecología del Paisaje (ASADEP) N°25, junio-julio 2014.

### 8.3. OTROS

**9. ASISTENCIA A REUNIONES CIENTÍFICAS.** (Se indicará la denominación, lugar y fecha de realización y títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas)

- Participación en calidad de asistente al II Encuentro Nacional "Formación docente, investigación educativa y enseñanza de las ciencias: complejidades y desafíos". Facultad de Agronomía (UNCPBA), octubre de 2013.

**10. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC.** (Señalar características del curso o motivo del viaje, duración, instituciones visitadas y si se realizó algún entrenamiento)

-TRAZANDO MAPAS DE NUESTRO MUNDO CON AQUARIUS/SAC-D. Curso virtual organizado por la NASA en el marco de la Semana de las Ciencias Terrestres. 2 horas de duración, sin evaluación. Noviembre de 2013.

-ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI. Dictado por la Dra. Fabiana Navarro Rau. 16 horas de duración, sin evaluación. Julio de 2014. Facultad de Agronomía (UNCPBA).

-CARTOGRAFÍA DIGITAL DE SUELOS. Dictado por el Dr. Oscar Bravo. 30 horas de duración, aprobado con evaluación. Agosto de 2014. Facultad de Agronomía (UNCPBA).

### 11. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO

### 12. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO

-Ayudante de primera categoría Ad honorem en la cátedra de Ecología General, perteneciente al tercer año de la carrera Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Agronomía (UNCPBA).

-Colaborador en el curso de posgrado "INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA", de 50 horas de duración. Agosto de 2014. Perteneciente a la currícula de la Maestría en Teledetección y SIG de la Facultad de Agronomía (UNCPBA). Docente responsable: Dra. Ilda Entraigas.

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

-Participante como integrante en el proyecto de investigación "Aspectos ecológicos y genéticos de los cambios ambientales en los pajonales de paja colorada en el centro de la provincia de Buenos Aires", acreditado en el Sistema Nacional de Incentivos por la Secretaría de Ciencia, Arte y Tecnología de la UNCPBA. Período 2012-2015.

-Participante como integrante en el proyecto de extensión "Biowiki del Centro. Galería multimedia de bases de datos biológicos". Facultad de Agronomía (UNCPBA). Período 2014-2015.

-Participación como evaluador de dos trabajos científicos para el International Journal of Remote Sensing, fines de 2013 y 2014.

-Participación como evaluador de un trabajo científico para la Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, durante el año 2014.

-Participación como evaluador de dos trabajos científicos para Remote Sensing Letters, durante el año 2014.

**14. TÍTULO DEL PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PERÍODO DE PRORROGA O DE CAMBIO DE CATEGORÍA** (Deberá indicarse claramente las acciones a desarrollar)  
Dinámica regional de los ecosistemas del centro-este de la provincia de Buenos Aires.

Métodos a utilizar

Luego de esta primera parte en donde se realizó la búsqueda y selección de las imágenes satelitales necesarias, se evaluaron los distintos métodos de filtrado para las series temporales y se abordó la dinámica de la vegetación en el período 2000-2014, se propone incorporar el último período (2014-2015) dentro del análisis del comportamiento de los ecosistemas a escala regional. Este último período presenta ciertas peculiaridades en cuanto a las condiciones climáticas: las precipitaciones registradas en la región superaron en un orden de 500 a 600 mm al promedio histórico anual y, además, se registró un evento extremo de "El Niño"; condiciones que llevaron a que millones de hectáreas quedaran anegadas por un tiempo considerable. En este sentido, la incorporación de este nuevo período podría ser utilizado como un ejemplo de cómo responden los ecosistemas ante situaciones anómalas como las anteriormente mencionada.

Por otro lado, a partir de los atributos fenológicos de la vegetación (descriptores del funcionamiento ecosistémico) estimados a partir de la serie temporal de NDVI-MODIS del período 2000-2014 se discriminarán los diferentes tipos funcionales de ecosistemas (TFE). Éstos son unidades espaciales discretas que comparten un conjunto de características y/o atributos funcionales, y están definidos independientemente de la estructura de la vegetación. Los TFE están relacionados conceptualmente a los tipos funcionales de plantas (TFP), sin embargo los TFE están definidos en un nivel de organización diferente que los TFP. Los TFE agrupan ecosistemas con un comportamiento funcional similar independiente de su estructura, mientras que los TFP agrupan especies con funciones similares independientemente de su filogenia. Los TFE pueden definirse en base a diferentes aspectos relacionados con los flujos de materia y energía entre los cuales, la productividad primaria neta aérea es uno de los indicadores esenciales del funcionamiento ecosistémico.

Al respecto de la identificación de los tipos funcionales de ecosistemas, existen diversas metodologías que pueden ser aplicadas. Entre las principales se pueden mencionar las siguientes: análisis multivariado (por ejemplo, análisis de componentes principales) o

técnicas de clasificación no jerárquica multivariada (K-Means, ISODATA). En este punto, se probarán estas metodologías y se escogerá aquella que brinde resultados más satisfactorios y congruentes con la realidad.

Por último, una vez definidos los tipos funcionales de ecosistemas del centro-este de la provincia de Buenos Aires, se intentará asociarlos a las comunidades vegetales más representativas de la región ya descritas (descripciones de Vervoorst, Cabrera, entre otros), con el objetivo de analizar si existe algún tipo de correspondencia entre las características fisonómico-estructurales de la vegetación y las unidades homogéneas funcionales encontradas a partir de los atributos fenológicos derivados de las curvas de NDVI.

---

### Condiciones de 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 Becario, la que deberá incluir:
- a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 14).
  - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, deben agregarse al término del desarrollo del informe
  - c. Informe del Director de tareas con la opinión del desarrollo del becario (en sobre cerrado).

---

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

.....  
Firma del Director

.....  
Firma del Becario