

Evaluación de la actividad forrajera de hormigas cortadoras en un bosque nativo del centro norte de Entre Ríos

Sabattini, Rafael A.; Anglada, Marta M.; Ayala, Fabián A., Decuyper, Clarisa M.; Ermacora, Olga E.; Cian, Juan C.; Tosso, Yamila L.; Sabattini, Julian A.

AUTORES: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos. Ruta Prov. 11, km 10,5 (3101). Oro Verde, Paraná, Entre Ríos Argentina

CONTACTO: rsabatti@fca.uner.edu.ar y manglada@fca.uner.edu.ar

Resumen

El proyecto tuvo como objetivo determinar la especie de mayor importancia por su actividad de corte, en bosques nativos del centro norte de Entre Ríos asociados a suelos alfisoles. Se trabajó en tres establecimientos agropecuarios donde se determinó la presencia predominante de *Atta vollenweideri* Forel. Los nidos presentaron externamente un montículo de tierra de forma circular con aspecto de cono truncado, en cuya superficie se localizaron las bocas de entrada y los caminos de acarreo. A través de imágenes satelitales se localizaron nidos de *Atta* con distribución espacial agrupada y la mayor densidad se definió sobre un suelo Ocracualfe vértico predominante en el área en estudio. La biomasa total forrajada promedio por nido fue de 312.24 kg MS.nido⁻¹.año⁻¹, presentando un comportamiento selectivo sobre especies monocotiledóneas herbáceas graminiformes y ciperáceas, cuando la abundancia relativa fue alta. Se determinó que la nidificación modifica la resistencia mecánica a la penetración, altera negativamente las propiedades químicas y físicas del suelo en los primeros 15 metros desde la base del nido y cambia la vegetación circundante. *Atta vollenweideri* fue también ubicada en otros sitios de la provincia y además se determinó la presencia de *Atta saltensis* Forel, en el distrito Chilcas Departamento Victoria.

Palabras clave: hormigas cortadoras; actividad forrajera; bosque nativo

Objetivos propuestos y cumplidos

La propuesta original de esta investigación tuvo como propósito central, determinar la especie de hormiga cortadora dominante y de mayor importancia por su actividad de corte, en bosques nativos del centro norte de Entre Ríos, asociados a suelos Alfisoles.

De él derivaron los objetivos particulares consistentes en: caracterizar los nidos de hormigas cortadoras de un bosque nativo; definir de modo cualitativo, cuantitativo y por estación del año, la actividad de corte de las hormigas; relacionar su presencia con el suelo, la topografía y el ambiente (precipitaciones y temperatura); determinar el rol que tienen las hormigas en un sistema boscoso.

Marco teórico

Las hormigas cortadoras de hojas (Hymenoptera: Formicidae) son ampliamente conocidas por la defoliación que provocan en diferentes especies vegetales. Cortan fragmentos diversos como flores, hojas, tallos, entre otros que sirven de sustrato para cultivar un hongo del cual se alimentan. Debido a ello, son considerados los principales herbívoros de América (Rico-Gray 2007). Están representadas en Argentina por 16 especies del género *Acromyrmex*, 4 especies del género *Atta* (Cuezzo, F. 2004) y constituyen un problema de creciente incidencia en los sistemas productivos de la provincia de Entre Ríos. Prácticas agrícolas como la siembra directa y el desmonte de áreas con flora nativa que se destinan para los cultivos extensivos, han incrementado la incidencia de la plaga. (Anglada et al, 2010).

El centro norte de Entre Ríos presenta condiciones edáficas muy características. Estudios realizados sobre las altillanuras de la Cuchilla de Montiel demuestran la presencia de hormigueros de especies como *Atta vollenweideri* y *Acromyrmex lundii* sobre extensiones del monte xerófilo de Montiel en suelos Ocracualfes vérticos (Plan Mapa de Suelos, 1993). Además se menciona que la variabilidad de los rasgos de este tipo de suelo está influenciada en un 80% por la actividad de las hormigas (Plan Mapa de Suelos, 1986; 1990; 1993). Estos suelos abarcan una superficie total de 192.460 ha en los Departamentos Federal (55,45%), Feliciano (27,85%) y La Paz (16,70%).

Se han analizado numerosos trabajos dentro del área de dispersión de las hormigas cortadoras, desde el norte de México hasta el centro de la Argentina (Morrone, 2001), consistentes en aspectos de la biología y actividad de forrajeo en especies que habitan las distintas regiones; sus características como habitantes del suelo y aspectos de la nidificación; el papel de las hormigas cortadoras en la modificación de ecosistemas, que incluye el ciclo de vida, laboreo de suelo y actividad de forrajeo. Muchos de ellos, las describen como plagas agrícolas de gran importancia. Sin embargo, no todos los efectos de las hormigas son perjudiciales para el ambiente, aportan a mejorar el suelo con el laboreo que realizan para establecer sus nidos, reducen la compactación, aportan nutrientes y mejoran la retención de agua en el perfil.

En Entre Ríos, en estudios realizados por considerarlas plagas de los sistemas agroforestales y encontrar serias dificultades para su control por medios químicos a partir de la prohibición y salida del mercado de los insecticidas órgano clorados, se efectuaron relevamientos que permitieron registrar siete especies de *Acromyrmex* (*A.lundii*, *A.heyeri*, *A.striatus*, *A.ambiguous*, *A.hispidus*, *A.lobicornis*, *A.rugosus*) y *Atta vollenweideri* (Ríos de Saluso 2010; Anglada et al,2010).

Respecto del género *Atta* en los sistemas agropecuarios de Entre Ríos, la especie fue encontrada en al menos cinco departamentos de la provincia (Federal, La Paz, Paraná, Diamante y Nogoyá (Anglada, et al 2013).

Los pastizales naturales bajo bosque nativo son agroecosistemas característicos del centro norte de la provincia de Entre Ríos y actualmente se encuentran degradados por ausencia de estrategias de manejo (Wilson & Sabattini, 2001). Están compuestos por el estrato herbáceo con predominio de gramíneas, acompañado por el estrato arbóreo que constituye un recurso no siempre utilizado; y el arbustivo en

muchos casos constituido por renovales del género *Baccharis* y *Eupatorium*, sin valor significativo como alimento ya que los animales recurren a ellos en situaciones extremas (Casermeiro y Spahn, 1999, citado por Sabattini, 2002). La composición de especies herbáceas del pastizal natural condiciona su potencial como recurso forrajero, incidiendo directamente sobre su productividad. Los suelos son pesados con limitaciones para la agricultura y de excelente aptitud ganadera mixta de vacunos y lanares, por lo que es un área predominantemente de ganadería de cría. (Sabattini, 2002).

La competencia intra e interespecífica por lugares de anidación y recursos forrajeros que le permitan cumplir con su actividad de corte, la textura del suelo, la densidad y calidad de la vegetación como recurso para el corte, la etapa de sucesión ecológica y la perturbación antropogénica son factores que afectan la distribución espacial de los nidos de hormigas cortadoras. Estudios previos al presente proyecto, utilizando imágenes satelitales en pastizal natural del El Carayá, (Feliciano, E. Ríos, 6400 ha), localizaron la presencia de 500 nidos de *Atta spp.* con distribución espacial agrupada (Sabattini, 2015).

A partir de todo lo expuesto, el trabajo que aquí se presenta se basó en la hipótesis de que la presencia de hormigas cortadoras en un bosque nativo establece una competencia directa en el normal crecimiento del pastizal natural.

Una vez determinada la especie predominante de hormiga cortadora, *Atta vollenweideri* Forel, en bosques nativos del centro Norte de Entre Ríos, se extendió el área de exploración a distintos puntos de la provincia, donde por informes previos, se sospechaba la presencia de la misma especie.

Caracterización del área de estudio

La investigación se desarrolló en el Área Natural Protegida Reserva de Usos Múltiples Estancia “El Carayá” Distrito Atencio, al sur del Departamento Feliciano, Entre Ríos, Argentina (30°35’-30°38’ S, 58°48’-58°56’O) **Sitio I**, en el Establecimiento “Santa Clara” Distrito María Grande Segunda, Departamento Paraná, Entre Ríos (31°32’59,6” S; 59°40’38,3”O), **Sitio II**; y en el establecimiento “Los Abuelos” Alcaráz Segundo Departamento Paraná (31°26’0” S; 59°43’0”O) **Sitio III**. En la etapa final del Proyecto, se muestrearon otros sitios de la provincia, donde se sospechaba la presencia de *Atta spp.*

Entre Ríos, presenta dos regiones climáticas: una pequeña franja al norte de la provincia, que corresponde al clima Subtropical húmedo de llanura y otra que cubre el resto de su territorio y corresponde de al clima Templado húmedo (Rojas y Saluso, 1987). En la zona norte los inviernos son suaves y veranos con temperaturas superiores a 26 °C. El resto de la provincia, centro y sur, se halla bajo la influencia del clima templado húmedo de llanura. Presenta inviernos cuya temperatura media oscila entre los 7° C y 10° C., y en verano, entre los 19°C y 23°C. Las precipitaciones anuales en Entre Ríos disminuyen en forma gradual de NE a SO y en promedio se aproximan a los 1.000 mm.

El **Sitio I** se encuentra ubicado al sur del Departamento Feliciano (Provincia de Entre Ríos, Argentina (Figura 1). Los bosques nativos se presentan muy heterogéneos en su fisonomía y estructura del estrato arbóreo y desarrollo del estrato arbustivo, según la diversidad de suelos y la profusa red hidrográfica que surca la región. En general, el estado actual del bosque nativo caracteriza la posición de la sucesión vegetal, y es posible identificar: montes vírgenes en la etapa final de la sucesión; montes sucesionales que corresponden a etapas intermedias, y renovales en los inicios de la sucesión luego del desmonte, donde normalmente domina una especie de tipo invasora y cosmopolita (Sabattini et al., 2013). Según Cabrera, (1976) el área de estudio corresponde a la Provincia Fitogeográfica del Espinal, que se caracteriza por bosques xerófilos dominados por algarrobo negro (*Prosopis nigra*), ñandubay (*Prosopis affinis*) y espinillo o aramo (*Acacia caven*). Además se encuentran los denominados “bañados con bosque selva” y “bosque selva” correspondiente a la Provincia Fitogeográfica Paranaense. En relación a los suelos, al estar ubicados en zonas planas a muy suavemente onduladas, son imperfectamente drenados y después de las lluvias quedan con exceso de agua en superficie. Tienen un epipedón muy somero, inferior a 10 cm y de textura limosa al que le sigue un horizonte impermeable e impenetrable por las raíces. No tienen peligro

de erosión, pero el exceso de agua superficial periódica y las características físico-químicas adversas, reducen considerablemente su aptitud y capacidad productiva (Plan Mapa de Suelos, 1980). Según Sabattini *et al.* (2013), la serie de suelo que predomina el área de estudio es Grecco (Ocracualfe vértico) ubicada en las pequeñas planicies bien definidas, relativamente más altas dentro del paisaje subnormal de pendientes largas y suaves. En esos sectores domina el monte nativo bajo y cerrado con la presencia de palma caranday, palmera yatay y quebracho blanco; con importantes áreas de blanquizales de escasa a nula cobertura del pastizal natural. También se encuentra la Asociación Arroyo Quebracho-Grecco y Arroyo Quebracho-Garat y el Complejo A° Feliciano.

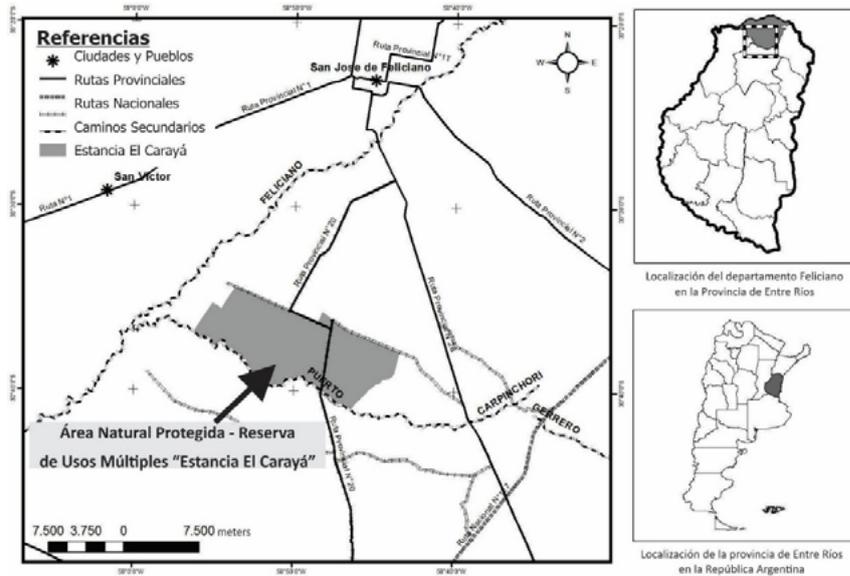


FIGURA 1. Localización del área de estudio.

El Sitio II se ubica en el Distrito María Grande 2° (Dpto. Paraná, Entre Ríos) a 3,3 km al Este de la Ruta Nacional N° 127 sobre un camino de tierra consolidado y el **Sitio III**, se ubica en el Distrito Alcaráz Segundo, departamento La Paz (Figura 2). Se encuentran en la zona de clima Templado Húmedo de Llanura e inmerso en sistemas de producción agrícola-ganadero con cultivos anuales (soja, sorgo, trigo y maíz) como también pasturas implantadas y pastizales naturales. Para la caracterización edáfica se consideró la Carta de Suelo del Departamento Paraná (Plan Mapa de Suelos Dpto. Paraná, 1998) y la revisión e interpretación *in situ* de las unidades presentes. El área de estudio del Sitio II está conformada por dos unidades edáficas: el Complejo Arroyo Burgo, donde dominan los suelos Haplacueptes, caracterizados por tener un epipedón perturbado y altos contenidos de limo en superficie en áreas planas que se denominan “blanquizales y la Asociación Hasenkamp que corresponde a la conjunción de la Serie Hasenkamp (60%) ubicada en los planos altos de forma aislada, y de la Serie Santiago (40%) ubicada topográficamente en las pendientes. La Serie Hasenkamp es un Argiudol ácuico, cuya limitante principal es la susceptibilidad a la erosión hídrica. El epipedón es oscuro de textura franco-arcillo-limosa, seguido de un horizonte argílico oscuro arcillo-limoso con moteados de hierro-manganeso. La Serie Santiago es un Peluderte argico, caracterizado por presentar arcilla montmorillonítica cerca de la superficie. El **sitio III**, corresponde a un suelo Ocracualfe vértico (Alfisoles) Respecto a la vegetación, ambos sitios (II y III) corresponden a la Provincia fitogeográfica del Espinal, específicamente al Distrito del Ñandubay (Cabrera, 1976). El bioma dominante es el bosque nativo con dominancia de especies arbóreas de los géneros *Prosopis* y *Acacia*, acompañadas por otros géneros como *Jodina*, *Celtis*, *Schinus* y *Geoffroea*. En

los bosques se encuentra inmerso el bioma del pastizal natural de especies gramíneas correspondientes a la Provincia Pampeana del Distrito Uruguayense, cuyos géneros dominantes son *Paspalum*, *Sipa* y *Piptochaetium*.

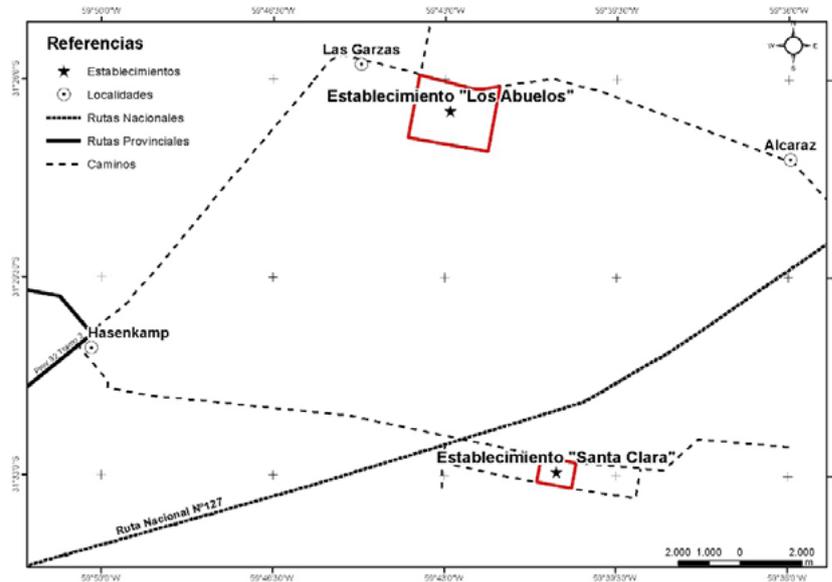


FIGURA 2. Localización de los nidos de *Atta vollenweideri* en el Establecimientos "Los Abuelos" y "Santa Clara" utilizados para la descripción morfológica.

Metodología

Los diferentes estudios realizados sobre las hormigas cortadoras y su asociación con los bosques nativos demandaron la aplicación de métodos específicos cuya síntesis se enuncia a continuación.

Recolección e identificación de especies de formicidos

En los lotes con bosque nativo, se realizó el censo de las colonias localizadas sobre una transecta (200 m) y en cada una de ellas se obtuvieron muestras de hormigas (mínimo 5 obreras mayores) por cada hormiguero. En el Laboratorio de Zoología Agrícola de la FCA – UNER se realizó la descripción de los individuos colectados utilizando lupa binocular NIKON SMZ 645. Para la determinación se utilizaron las claves de Borgmeier, 1959; Della Lucía, 1993; Kusnesov, 1978 y además se realizaron comunicaciones personales con la Dra. Fabiana Cuezco.

Relevamiento y caracterización de hormigueros

En el **Sitio I**, se utilizó una transecta de 300 m de longitud por 100 m de ancho donde se encontraron 17 nidos y en cada uno se evaluó: a) dimensiones del montículo (eje mayor y eje menor); b) altura máxima del montículo; c) número de bocas activas; d) caminos de acarreo (número, ancho y largo) y e) material acarreado. Se obtuvieron fotografías en planta con cámara digital y aérea (drone). En los **Sitios II y III**, se realizó un muestreo preferencial (Matteucci y Colma, 1982) teniendo en cuenta la revisión previa de una imagen satelital del Google Earth®. En terreno se geolocalizaron las colonias con GPS y se registraron las mismas variables morfológicas, que en el **Sitio I**. Se estimó el área de cada nido utilizando la fórmula

propuesta por Jonkman (1980) para *Atta vollenweideri*, se estimó el volumen externo con la fórmula del cono truncado y se evaluó el área explorada de los nidos a partir del camino de acarreo próximo promedio a partir de la fórmula de superficie del círculo.

$$\text{Área} = \pi (1/2 D) (1/2 d),$$

Donde D y d equivalen al eje mayor y menor del nido, respectivamente. El volumen externo de los nidos fue estimado con la fórmula del cono truncado:

$$\text{Volumen} = ((R^2 + r^2 + R \cdot r) \cdot \pi \cdot h) / 3,$$

Donde R^2 y r^2 corresponden al radio del eje mayor y menor, respectivamente.

Cuantificación de la densidad y distribución de los nidos

Para localizar **espacialmente** los nidos de hormigas cortadoras, además del relevamiento de campo en "El Carayá" (Sitio I), se utilizó una imagen satelital de alta resolución espacial y se georeferenciaron a campo, 12 nidos. Posteriormente se generaron capas vectoriales de puntos, líneas y polígonos para luego proceder al análisis geoestadístico. Además se utilizaron nidos georreferenciados con GPS para correlacionar el patrón de los hormigueros con la imagen satelital. Para determinar el tipo de distribución de los nidos se utilizaron técnicas basadas en la teoría del "promedio de vecinos más cercanos" (Ebdon, 1985; Mitchell, 2005) y otros estadísticos (Ord y Getis, 1995). Además se estimó la distancia mínima, máxima y promedio basado en la distancia euclidiana de 4 puntos; y la distribución direccional con el método de elipse de desviación estándar (Mitchell, 2005).

En estudios posteriores se determinó la **distribución geográfica potencial** de *Atta vollenweideri* Forel y se identificaron los factores que limitan su distribución. La superficie del trabajo abarcó 78.781 Km². Los registros de ocurrencia de la especie se obtuvo de relevamientos de campo realizados en el año 2015 por medio de rutas nacionales, provinciales y caminos rurales, utilizando un receptor de posicionamiento global portátil. Se utilizaron 15 variables bioclimáticas del Worldclim que fueron estudiadas con el método de máxima entropía, mediante el programa MaxEnt.

Evaluación de la actividad de forrajeo de las colonias

Para obtener el patrón de cosecha de las hormigas cortadoras, se utilizó como indicador el número de hormigas que ingresaban al nido cargadas con fragmentos vegetales (Farji-Brener, 1993). Se realizaron dos muestreos por cada estación del año, sobre 5 nidos seleccionados por su actividad (activos y muy activos). En cada uno de ellos se seleccionaron y marcaron tres bocas activas y sobre sus caminos (orientados en diferentes direcciones) se tomaron muestras a lo largo del ciclo de trabajo. Cada dos horas se colectó todo el material acarreado por las obreras durante cinco minutos consecutivos, durante el lapso que duró la actividad epigea. En laboratorio se identificaron los fragmentos del material vegetal (arbóreo, herbáceo, arbustivo) y se secó en estufa a 60°C durante 48 hs hasta llegar a peso constante. Para establecer la relación entre la tasa de forrajeo y las condiciones meteorológicas se registró la temperatura del aire y humedad relativa ambiente a 20 cm del suelo durante cada evaluación con un termohigrometro digital ($\pm 0.1^\circ\text{C}$ y $\pm 1\% \text{HR}$). Posteriormente se calculó el índice de temperatura-humedad (ITH) para determinar si existe correlación entre la tasa de consumo diaria y la combinación de ambas variables meteorológicas, utilizando la siguiente fórmula:

$$ITH = 0.8Ta + \left(\frac{HR}{100} \right) (Ta - 14.3) + 46.4$$

Donde:

Ta= Temperatura Ambiente (°C)

HR= Humedad Relativa (%)

La cantidad total de material cosechado por día por hormiguero se obtuvo al calcular el área debajo de la poligonal que surgió de los muestreos del día.

Estudios de la relación suelo – hormigas

Se evaluó el impacto de la nidificación de *Atta vollenweideri* Forel sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, a través de:

- Medir la resistencia mecánica a la penetración: se seleccionaron 10 nidos de *A. vollenweideri* en la Estancia El Carayá, donde se registró la Resistencia Mecánica a la Penetración, en cinco posiciones (centro y periferia, hasta 5 m respecto del centro del nido, a 15, y 60 m del nido) por medio de dos transectas de 60 metros en cada hormiguero con dirección aleatoria. Para las mediciones se utilizó un penetrómetro Eijkelkamp Penetrologger 2000, que permite efectuar mediciones hasta una profundidad de 80 cm con resolución de un centímetro, expresados en valor de presión: Mpa. Posteriormente se realizó una interpolación de cada penetración en un perfil longitudinal de isovalores de RMP, utilizando el método de ponderación de distancia inversa. Los valores de RMP se estratificaron en profundidad, a los efectos de evaluar diferencias de medias entre posiciones de la transecta. Para el análisis de resultados se utilizó el test no paramétrico de Kruskal – Wallis y el software Infostat 2015.

- Evaluar los componentes texturales del suelo y las variables químicas. Se trabajó en un suelo Alfisol en un bosque nativo semixerofito de la Ecorregion Espinal Sitio I) en el norte de la provincia de Entre Ríos (Argentina). Se seleccionaron 10 nidos y de cada uno se tomaron muestras compuestas de suelo superficial en cinco posiciones. Se evaluaron los componentes texturales y nueve variables químicas. Para el análisis e los resultados, se usaron técnicas de análisis de varianza paramétricas y no paramétricas.

- Medir los cambios en la resistividad del suelo utilizando Tomografía de la reactividad eléctrica: El funcionamiento de esta técnica se basa en la resistividad al paso de la energía eléctrica por medio de un par de electrodos dipolo-dipolo y se utilizó para medir los cambios producidos por las perturbaciones que provocan las hormigas. El estudio se realizó en un Establecimiento agropecuario del departamento La Paz, Entre Ríos, Argentina, cercano a la localidad de Hasenkamp (Sitio III). Se seleccionó un nido adulto de *Atta vollenweideri*, donde se realizaron mediciones de resistividad eléctrica sobre cuatro transectas considerando los puntos cardinales más importantes: Norte-Sur, Este-Oeste, Noreste-Suroeste, y Noroeste-Sureste. Se utilizó un equipo de prospección eléctrica por corriente continua con compensación automática de potenciales espontáneos. El espaciado entre electrodos seleccionado fue de 1 m y en cada transecta se investigó un ancho total de 10 metros hacia ambos lados del centro del nido. Se realizó el tratamiento estadístico utilizando pruebas de normalidad Shapiro-Wilks de la variable ($W=0,83$; $p=<0,0001$) y técnicas no paramétricas, y se realizó un análisis cualitativo por medio de perfiles transversales a cada profundidad, utilizando una interpolación de isovalores de resistividad a través del método de ponderación de distancia inversa (Zimmerman et al. 1999).

Estudio de la vegetación herbácea y arbustiva vs .hormigas

La relación entre la presencia de hormigas cortadoras y la vegetación circundante a las colonias, se llevó a cabo en el establecimiento “El Carayá”. Para ello, se seleccionaron al azar nidos de *A.vollenwei-*

deri, siguiendo el trazado de los caminos interiores del lote y de dos transectas delineadas a partir del centro del hormiguero (0m) y hasta 60 m de distancia en direcciones opuestas. Se utilizó el método de interacción para cuantificar el porcentaje cubierto por herbáceas-arbustivas y la composición florística fue estimada por el método de Canfield. Para el análisis estadístico se aplicó una prueba no paramétrica entre las posiciones y una técnica multivariante, para poder asociar las especies y las variables.

Área de distribución preliminar del género Atta en la provincia de Entre Ríos

La investigación se desarrolló en sitios específicos de distintas localidades de la provincia de Entre Ríos, tres de ellos (Atencio, María Grande Segunda y Alcaráz 2°) establecidos como lugares de desarrollo del Proyecto y el resto, surgido de la comunicación personal con asesores técnicos, que detectaron nidos sospechados de pertenecer al género *Atta*. Se procedió a registrar en planillas diseñadas al efecto, las dimensiones de los hormigueros: longitud del eje mayor, del eje menor (ejes perpendiculares) del montículo; número de bocas; caminos de acarreo ancho y largo; material acarreado; altura de los túmulos. Se estimó el área y el volumen externo de los nidos, aplicando las fórmulas de Jonkman para *Atta vollenweideri* y de cono truncado. Determinados los sitios y realizados los registros, se determinaron las especies, se caracterizaron los nidos, se analizó la asociación suelo-nidificación y se estableció la distribución de los nidos.

Resultados

Recolección y determinación de especies de formicidos. Caracterización de los nidos

Sitio I: Estancia El Carayá

Se determinó la presencia predominante de *Atta vollenweideri* Forel. Los nidos se hallaron ubicados en regiones topográficas planas, cercanos a ríos o arroyos y próximos a árboles y arbustos. Externamente presentaron un montículo de tierra de forma circular con aspecto de cono truncado. En su superficie se localizaron las bocas de entrada y los caminos de acarreo utilizados por las hormigas obreras para introducir el material cosechado, transportar tierra de las excavaciones internas o bien para retirar residuos de la colonia (Holldobler y Wilson, 2011). En la periferia y en el centro de los nidos, se observaron pequeñas aberturas denominadas torretas que sirven de ventilación para controlar la temperatura interna, dado que la actividad de las hormigas y el metabolismo del hongo aumentan la temperatura del hormiguero (Figura 3). Las dimensiones promedio obtenidas fueron 8,12 m ($\pm 1,0$) para el eje mayor y 7,54 m ($\pm 1,1$) de eje menor. La altura de elevación promedio de los nidos respecto del suelo fue de 0,41 m. El área promedio de los hormigueros relevados a campo fue de 48,72 m² ($\pm 12,19$), obteniendo un máximo de 77,8 m² y mínimo de 27,3 m². En lo que refiere al volumen externo de los nidos se obtuvo un promedio de 20,15 m³ ($\pm 5,16$ m³) de tierra removida desde capas inferiores hasta la superficie, equivalente a 26,4 t de suelo considerando una densidad aparente de 1,31 t/m³.

Se contabilizaron 15 bocas de entrada activas ($\pm 5,77$) en promedio por nido, siendo 5 el número mínimo observado y 25 el máximo. El ancho de los caminos en promedio fue de 6,75 cm ($\pm 1,68$) con una longitud de 39,47 m ($\pm 16,95$). Se registró una longitud mínima de las sendas de 17 m y una máxima de 76 m. Presentan distribución radial respecto del centro del nido, de esta manera permite ampliar el área de exploración de la colonia.



FIGURA 3. Fotografías de la estructura externa de nidos de *Atta vollenweideri*. ANP “El Carayá” (Feliciano, Entre Ríos)

Sitio II Establecimiento “Santa Clara” y Sitio III Establecimiento “Los abuelos”

Atta vollenweideri Forel, fue la especie de hormiga cortadora determinada en el área de estudio. Los nidos se ubicaron en regiones topográficas planas con alto riesgo de inundaciones muy cercanos a los arroyos, al igual que lo registrado en el Sitio I. Externamente presentaron un montículo de tierra de forma circular con aspecto de cono truncado. Sobre la superficie se localizaron los caminos de acarreo, las bocas de entrada y las torretas de ventilación (Figura 4 y Figura 5).

El área externa de los nidos relevados en Santa Clara (Sitio II) obtuvieron un máximo de 76,1 m² y mínimo de 29,8 m². Las dimensiones promedio obtenidas fueron de 7,9 m para el eje mayor y 7,8 m de eje menor. La altura de elevación promedio de los nidos respecto del suelo fue de 0,49 m. El volumen externo de los nidos se obtuvo un promedio de 100,44 m³ (STD = 52,7) de tierra removida desde las capas inferiores hasta la superficie y no se obtuvieron diferencias significativas con el resto de los nidos evaluados. Se contabilizaron 77 bocas de entrada activas en promedio por nido, valor significativamente superior respecto de los nidos del Sitio I y Sitio III. El área externa promedio de los nidos de Los abuelos, fue de 52,37 m² (\pm 11,89) la altura promedio del montículo 0,52 m y el volumen de la colonia 111,71 m³ (\pm 36,43). Se registraron 60 bocas activas en promedio.



FIGURA 4. Fotografías de la estructura externa de nidos de *Atta vollenweideri*. Establecimiento “Santa Clara” (Paraná, Entre Ríos)



FIGURA 5. Fotografía de colonias de *Atta vollenweideri* en Establecimiento “Los Abuelos” (Las Garzas, La Paz)

Densidad y distribución espacial de los nidos

La distribución de los nidos de hormigas cortadoras de hojas (HCH) se analizó a escala de potrero y a nivel provincial teniendo en cuenta técnicas de estadística espacial y modelos de entropía basados en variables bioclimáticas, respectivamente. El estudio se realizó en la Estancia “El Carayá”. A través de la imagen satelital se localizaron 500 nidos del género *Atta* en 6400 ha, con distribución espacial agrupada. El 72 % del área en estudio no presentó nidos; el 17 % de la superficie presentó baja densidad (entre 0,07 – 0,29 nidos/ha) y el 11 % del área presentó la mayor densidad (0,30 y 0,72 nidos /ha) localizados sobre un suelo de la Serie Grecco (Ocracualfe vértico) predominante en el área en estudio. En este sector predomina el bosque nativo bajo y cerrado, con presencia de palma caranday, palmera yatay y quebracho blanco; con importantes áreas de blanquizales de escasa a nula cobertura del pastizal natural.

A partir de determinar la especie como *Atta vollenweideri* Forel, se estimó la distribución geográfica potencial de la especie, en la provincia de Entre Ríos sobre una superficie de 78.781 Km² que presenta clima templado húmedo de llanura. Los registros de ocurrencia de la especie se obtuvieron de relevamientos de campo realizados en el año 2015 por medio de rutas nacionales, provinciales y caminos rurales, utilizando un receptor de posicionamiento global portátil. Se utilizaron 15 variables bioclimáticas del Worldclim que fueron estudiadas con el método de máxima entropía, mediante el programa MaxEnt.

La probabilidad más alta de presencia de *Atta vollenweideri* está ubicada en el centro norte de Entre Ríos. El modelo de distribución basado en variables bioclimáticas y topográficas obtuvo un promedio de AUC de 0,81, indicando una buena predicción con bajos errores de comisión y omisión. El 28 % de la superficie provincial presenta una probabilidad alta (Mayor al 50 %) de condiciones bioclimáticas para la instalación de esta especie, mientras que el 30 % presenta bajas probabilidad de ocurrencia. Sin embargo, el 40 % del territorio no presenta condiciones aceptables para que la hormiga colonice áreas nuevas. La temperatura fue la variable que predijo de manera más efectiva la distribución de los datos, siendo la temperatura máxima media del período más cálido (AUC=0,71) la variable más destacada seguida por la temperatura media anual (AUC= 0,70), la temperatura del cuatrimestre más cálido (AUC=0,68) y la temperatura media del cuatrimestre más lluvioso con un AUC=0,67. Se comprobó que la temperatura media del cuatrimestre más lluvioso determina valores altos de probabilidad de hallar la especie en la provincia de Entre Ríos entre los 21,5 °C y 24,5 °C. Esta variable está relacionada con la precipitación del cuatrimestre más lluvioso, que en conjunto contribuyen con el 53,7 % del modelo resultante. Se estima que el área de distribución geográfica de *Atta vollenweidei* en la provincia de Entre Ríos, supera los 21.800 km², concentrándose en el centro norte donde se encuentra la mayor superficie cubierta por bosques nativos (Figura 6). El método de modelización y análisis espacial presenta respuestas adecuadas a lo esperable para la especie en estudio, debido a que las variables climáticas seleccionadas se relacionan con sus características ecológicas biológicas y ecológicas, sumado al diseño geomorfológico general de la provincia.

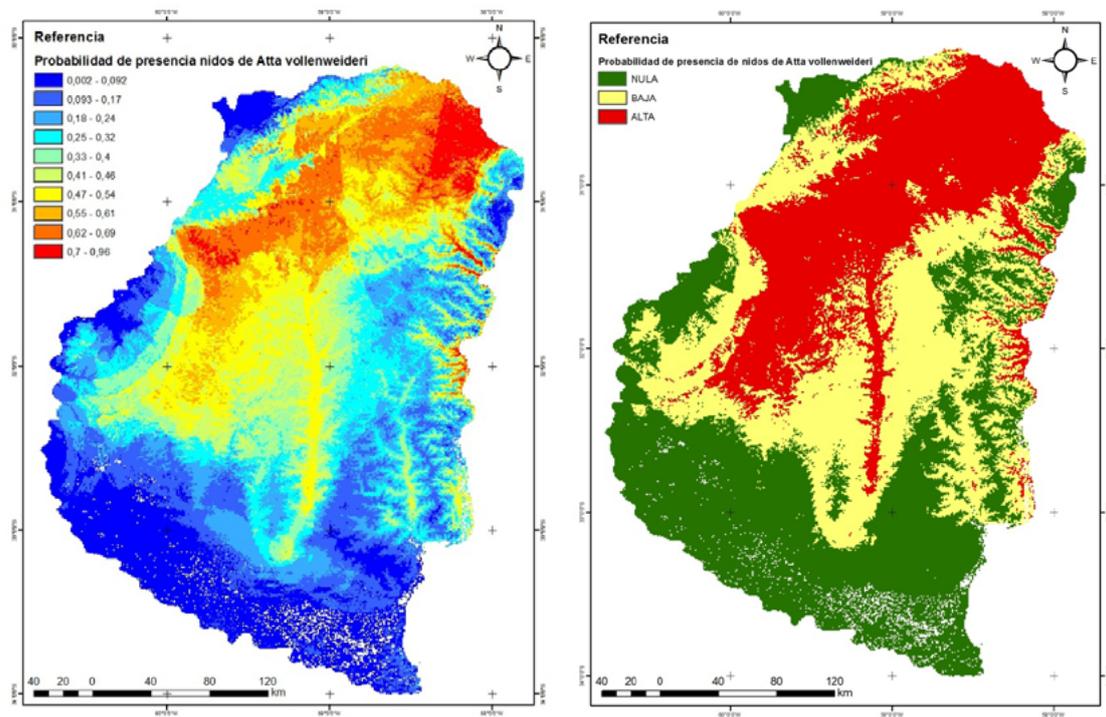


FIGURA 6. Modelos acumulativos del software MaxEnt y de probabilidad de presencia de nidos de *Atta vollenweideri* Forel 1893 en la provincia de Entre Ríos.

Evaluación de la actividad de forrajeo de las colonias de *A.vollenweideri*

Se estudió la herbivoría anual de *A.vollenweideri* sobre la vegetación de los bosques nativos de “El Carayá” (Sitio I) y de “Santa Clara” (Sitio II) sobre 5 nidos seleccionados en cada lugar. Los períodos de estudio comprendieron mayo de 2015 a febrero de 2016 en “El Carayá” y desde agosto de 2016 a octubre de 2017 en “Santa Clara”.

La recolección de vegetales transportados por las hormigas permitió identificar 4 fragmentos que incluyeron monocotiledóneas graminiformes y ciperáceas en primer lugar, dicotiledóneas herbáceas y arbustivas, dicotiledóneas arbóreas y material senescente.

La biomasa total forrajada promedio por nido de *Atta vollenweideri* fue de $312.24 \text{ kg MS.nido}^{-1}.\text{año}^{-1}$, sin que se evidenciaran diferencias significativas entre sitios, registrando $282.09 \pm 96.89 \text{ kg MS.nido}^{-1}.\text{año}^{-1}$ en el Sitio I, mientras que en el Sitio II se obtuvo un total de $342.70 \pm 111.34 \text{ kg MS.nido}^{-1}.\text{año}^{-1}$ (LSD Fisher, $F=2.53$, $P=0.1230$). Cuando se analizó por separado cada una de las fracciones evaluadas, se presentaron diferencias significativas entre sitios (Figura 7) En el Sitio I la actividad forrajera anual sobre especies monocotiledóneas graminiformes y ciperáceas fue 36% significativamente superior (Kruskal Wallis, $H=5.30$, $P=0.0213$) respecto al Sitio II ($150.50 \pm 49.28 \text{ kg MS.nido}^{-1}.\text{año}^{-1}$). En cambio, se obtuvo un aumento significativo del 87% (Kruskal Wallis, $H=8.80$, $P=0.003$) y 40,6% (Kruskal Wallis, $H=8.80$, $P=0.003$) en el Sitio II de las fracciones dicotiledóneas herbáceas y arbustivas, y dicotiledóneas arbóreas respecto al Sitio I, respectivamente. Los resultados globales indicaron que la tasa de forrajeo promedio anual fue de $577 \text{ g MS.nido}^{-1}.\text{día}^{-1}$, conformada mayoritariamente (61%) por especies monocotiledóneas graminiformes y ciperáceas. Realizando un análisis por fracción, la tasa de forrajeo de las especies dicotiledóneas herbáceas y arbustivas en el Sitio II fue de $198.09 \pm 268.26 \text{ gMS.nido}^{-1}.\text{día}^{-1}$, y de $86.46 \pm 127.38 \text{ gMS.nido}^{-1}.\text{día}^{-1}$ en el Sitio I. Es importante mencionar que en ambos sitios no se registró acarreo significativo del material de desecho senescente, siendo escaso a nulo en todas las evaluaciones realizadas. En términos generales, la dinámica estacional de la actividad forrajera en el Sitio I, se concentró en los meses

de otoño e invierno (73,8 %), mientras que en el Sitio II, el 70.8% (242 kg MS.ha⁻¹.año⁻¹) de la actividad forrajera se concretó entre la primavera y el verano (Figura 8). Es posible afirmar que la tasa diaria promedio de forrajeo de las especies monocotiledóneas graminiformes y ciperáceas fue significativamente superior en el verano e invierno respecto del resto de las estaciones (H=16.87, P=0.0007), resultando diferente al analizar por sitio, donde fue significativamente superior en el Sitio I durante los meses de otoño e invierno alcanzando tasas máximas de 773 g MS.nido⁻¹.día⁻¹ y 1.025 g MS.nido⁻¹.día⁻¹, respectivamente. El resto del año no se obtuvo diferencias significativas, registrando valores de extrema variabilidad en el Sitio II en primavera (113% CV) y en verano con un 117% de CV. En la primavera se obtuvieron valores superiores de tasa forrajeo diaria en las especies dicotiledóneas herbáceas y arbustivas en el Sitio II, mientras que en el resto de los meses del año no presentó diferencias significativas entre sitios. En las estaciones de otoño y primavera se observó un aumento significativo en la tasa de forrajeo diario de las especies dicotiledóneas arbóreas en el Sitio II, mientras que en la estación de invierno y verano los resultados no muestran diferencias entre sitios.

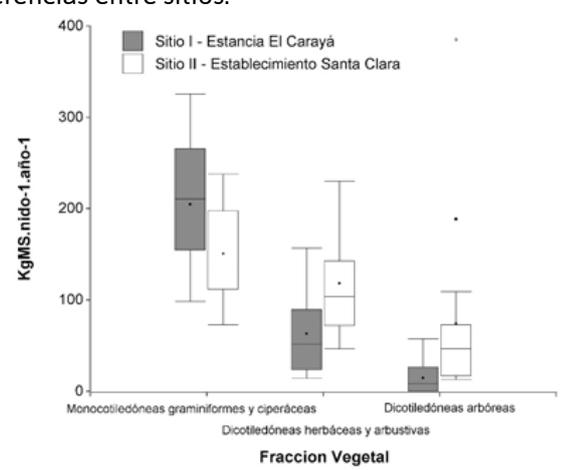


FIGURA 7. Actividad forrajera anual por nido de las fracciones evaluadas en los sitios evaluados.

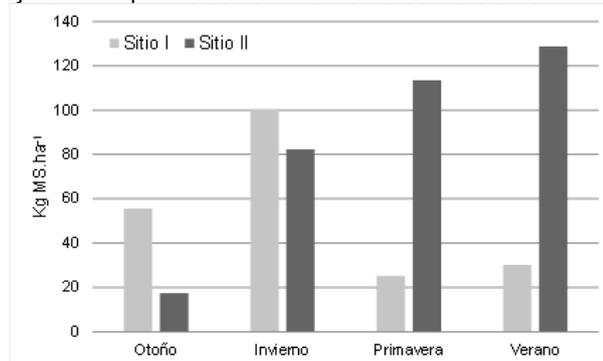


FIGURA 8. Actividad forrajera estacional (kg MS.ha⁻¹.año⁻¹) de los sitios evaluados.

Las variables meteorológicas no presentaron correlación con la tasa de forrajeo. Las colonias de *Atta vollenweideri* cosechan anualmente un 9.5% de la productividad primaria de un pastizal natural en bosques nativos del Espinal Argentino. Estacionalmente se observó una combinación de estrategias en el forrajeo para conformar su dieta mostrando gran plasticidad, que permite afirmar un comportamiento estrictamente selectivo sobre especies monocotiledóneas herbáceas graminiformes y ciperáceas cuando la abundancia relativa es alta, de lo contrario expresa un oportunismo muy marcado cortando otras especies vegetales

*La modificación de las propiedades físicas del suelo por el efecto producido a partir de la cons-

trucción y mantenimiento de los nidos, provoca una modificación de la resistencia mecánica a la penetración (RMP). En el centro y la periferia del nido, la RMP promedio del perfil del suelo fue menor comparado con las restantes posiciones evaluadas, con excepción de los 30 m de distancia debido a las concavidades que presentaba el terreno en esa zona. El aumento de la RMP en los primeros 20 cm del suelo parece deberse a la presencia de concreciones calcáreas que la hormiga traslada a la superficie durante la construcción y mantenimiento del nido (Figura 9). Este aumento en la RMP superficial disminuye la infiltración de agua en el nido, reduciendo el riesgo de inundación de la colonia, y afecta la porosidad, el drenaje, la aireación y la densidad aparente del suelo (Díaz et al 2016). Todos estos cambios en la estructura del suelo pueden afectar la actividad de la biota edáfica y mejorar la fertilidad alrededor del nido (Díaz et al, 2016).

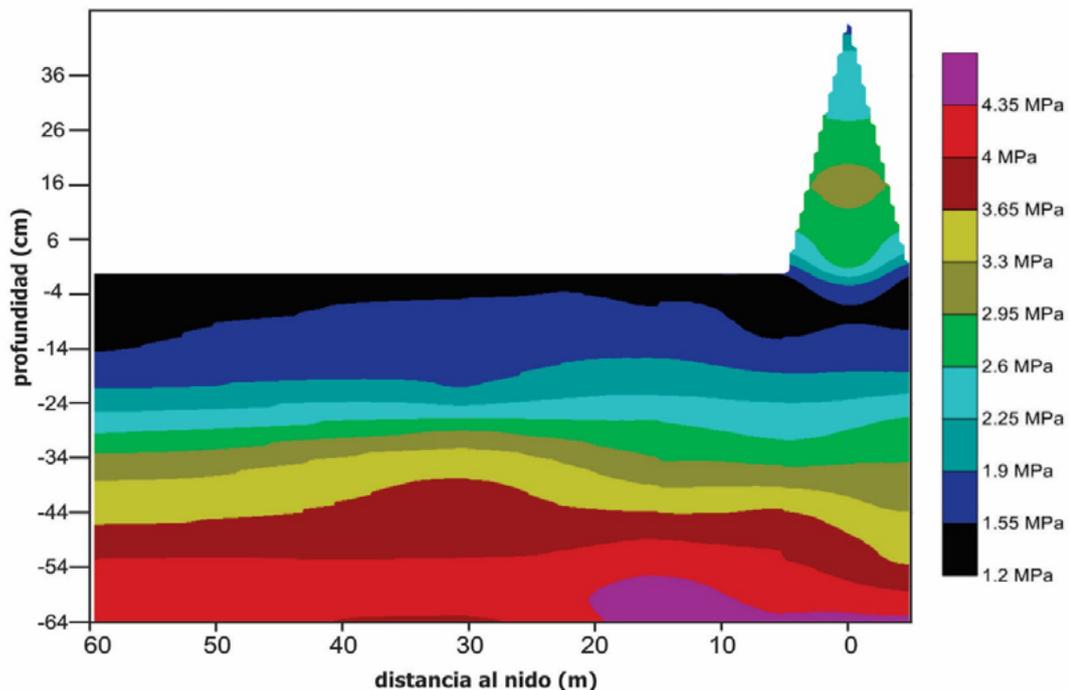


FIGURA 9. Perfil longitudinal de isovalores de RMP (MPa) en suelos modificados por hormigas cortadoras de hojas.

En otro trabajo se evaluaron los componentes texturales y nueve variables químicas en un suelo Alfisol en un bosque nativo semixerofito de la Ecorregion Espinal en el norte de la provincia de Entre Ríos. Se registró un aumento significativo en las variables del suelo de pH, CIC, Na⁺, CE y PSI en la cresta de los nidos en comparación con la base, a 15, 30 y 60 m del nido. El contenido de MO aumentó significativamente a medida que aumentaba la distancia al nido, de 3.20 mg CO kg⁻¹ en la cresta del nido, a 15.04 mg CO kg⁻¹ a 60 m (Tabla 1). Los contenidos de fósforo disponible y magnesio intercambiable no mostraron diferencias significativas en las diferentes posiciones evaluadas ($p = 0.2833$ y $p = 0.9084$, respectivamente). El suelo en la cresta del nido mostró una leve salinidad (3.61 ± 1.55 dS.m⁻¹) y ligera sodicidad ($12.42 \pm 3.65\%$) con respecto al suelo adyacente (Tabla 1). El aumento del pH en la cresta y la base del nido, que conduce a condiciones alcalinas, se puede explicar por la acción de las hormigas que llevan a la superficie material original que en este suelo es muy rico en Ca⁺⁺, ya que es una cuestión de limo calcáreo de origen lacustre-pantano. El carbono orgánico en la cresta de los nidos fue significativamente menor en comparación con la base y 15 metros de distancia, afirmarían la hipótesis de que las hormigas reducen sustancialmente el contenido de carbono en el nido desde el horizonte superficial a las capas más profundas del suelo (Frouz y Jilková 2008). En el suelo de este estudio, el contenido de P disponible en la superficie fue extremadamente bajo y no fue modificado por la acción de las hormigas,

porque son suelos derivados de material original muy pobre en este nutriente (Boschetti et al., 1999). La capacidad de intercambio de cationes está estrechamente relacionada con la textura del suelo. En la clase de suelo evaluada, la montmorillonita domina en la fracción de arcilla y los resultados obtenidos muestran que en la cresta del nido hay un mayor contenido de arcilla con respecto al suelo adyacente. Esto explicaría el aumento en la capacidad de retención de cationes como Ca ++, Mg ++ y Na + (Tabla 1, Fig. 4). Por otro lado, la acumulación de materia orgánica dentro de las cámaras de residuos también contribuye a aumentar el CIC. Estos resultados confirman la hipótesis de que las hormigas invierten el contenido de Ca ++ y Na +, donde hubo una mayor concentración en la cresta y la base del nido (Tabla 1), debido a la inversión de los horizontes transfiriendo a la superficie el material original de estos suelos.

TABLA 1. Valores promedio de las variables edáficas en las 5 posiciones seleccionadas: cresta, base, 15 m, 30 m y 60 m. Medias con letras iguales en el sentido de filas no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). * Valor H según la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

| Variables Edáficas | Cresta | Base | 15 m | 30 m | 60 m | R ² | F | P |
|---|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|--------|---------|
| pH | 8.81±0.45 ^d | 8.37±0.41 ^c | 7.48±0.38 ^b | 7.07±0.54 ^a | 6.96±0.27 ^a | 0.77 | 37.65 | <0.0001 |
| CO (g kg ⁻¹) | 3.20±2.55 ^a | 7.82±2.13 ^b | 11.58±3.41 ^c | 14.20±3.46 ^{cd} | 15.04±4.43 ^d | 0.66 | 22.09 | <0.0001 |
| P (mg kg ⁻¹) | 3.12±0.97 ^{ab} | 2.83±0.60 ^a | 3.60±1.04 ^b | 3.03±0.82 ^{ab} | 3.04±0.38 ^{ab} | 0.10 | 1.30 | 0.2833 |
| CIC (cmol(c) kg ⁻¹) | 37.85±2.60 ^b | 34.45±3.17 ^a | 32.01±3.26 ^a | 31.70±4.88 ^a | 31.73±3.88 ^a | 0.32 | 5.36 | 0.0013 |
| Ca⁺⁺ (cmol(c) kg ⁻¹) | 26.45±2.80 ^c | 25.06±2.15 ^c | 22.64±2.47 ^b | 20.46±2.65 ^{ba} | 20.16±2.50 ^a | 0.52 | 11.99 | <0.0001 |
| Mg⁺⁺ (cmol(c) kg ⁻¹) | 4.32±1.01 ^a | 4.36±1.53 ^a | 4.70±1.12 ^a | 4.18±1.23 ^a | 4.40±1.10 ^a | 0.02 | 0.25 | 0.9085 |
| Na⁺ (cmol(c) kg ⁻¹) | 4.63±1.18 ^b | 1.81±0.47 ^a | 1.60±0.54 ^a | 1.42±0.53 ^a | 1.46±0.48 ^a | - | 23.70* | 0.0001 |
| CE (dS m ⁻¹) | 3.61±1.55 ^c | 1.15±0.21 ^b | 0.85±0.24 ^{ab} | 0.79±0.45 ^a | 0.66±0.10 ^a | - | 33.43* | <0.0001 |
| PSI (%) | 12.42±3.65 ^b | 5.36±1.69 ^a | 5.05±1.82 ^a | 4.56±1.63 ^a | 4.63±1.61 ^a | - | 19.92* | 0.0005 |
| Arcilla (%) | 35.43±8.65 ^b | 32.85±2.20 ^{ab} | 30.82±3.78 ^{ab} | 30.70±2.69 ^{ab} | 30.86±4.03 ^a | - | 6.56* | 0.1670 |
| Limo (%) | 53.61±9.06 ^b | 57.80±5.72 ^{ab} | 58.03±4.54 ^{ab} | 55.66±4.08 ^{ab} | 56.63±6.10 ^a | - | 5.31* | 0.2567 |
| Arena (%) | 5.48±3.16 ^a | 4.77±2.49 ^a | 4.65±3.15 ^a | 6.30±2.69 ^a | 5.12±3.17 ^a | - | 2.73* | 0.6074 |

La utilización de la Tomografía de Resistividad Eléctrica, permite conocer las modificaciones físicas que provoca la construcción y el mantenimiento de colonias de *Atta vollenweideri* en éste caso, en suelos Vertisoles. La tomografía eléctrica es muy sensible a cambios de resistividad horizontal, a costa de disminuir los cambios verticales de dicho parámetro. Se trabajó sobre un nido adulto de *Atta vollenweideri* cuyas dimensiones eran 7,5 metros de diámetro y 40 cm de altura. En términos generales no se observaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis, H=0,28, p=0,5978) entre el sector testigo (15,46 Ω.m) y con nidos (16,95 Ω.m) teniendo en cuenta todo el perfil evaluado, y considerando la influencia del tamaño del nido. En superficie se registraron la mayor resistividad en ambas situaciones, explicables

posiblemente por la presencia de calcáreos en los mismos. A partir de esta profundidad la resistividad comienza a descender, con un marcado paralelismo a partir de 1,5 metros hasta el extremo final del perfil evaluado, respondiendo a mayores contenidos de humedad, suelos más arcillosos y contenido de sales del agua higroscópica retenida por las arcillas (Hernández et al. 2017). Se observaron diferencias significativas en los primeros 50 cm de profundidad en la RE, siendo mayor sobre el área del nido (Tabla 2). Sin embargo, en profundidad no se obtuvieron diferencias significativas. Estos resultados pueden estar explicados porque en superficie aumenta el número y volumen de las cámaras fúngicas y de desechos (Jonkman 1978), siendo mayor el contenido de aire afectando inversamente al paso de la corriente eléctrica. Hasta 1,5 m de profundidad se observa un leve aumento en la RE sobre el área del nido que pueda deberse al número de canales internos y galerías que las hormigas realizan para llegar a alimentar a las crías y a las reinas. En términos cualitativos, se puede observar que los cambios espaciales de RE sobre el área superficial que ocupa el nido, dependen del sentido cardinal de las transectas. En este sentido, por ejemplo, se registró un aumento considerable de la RE en cercanías del centro del nido sobre la transecta con sentido Oeste-Este, pudiendo responder a la presencia de una cámara de hongos o bien a la galería intrincada de caminos internos característicos de las colonias de *Atta vollenweideri* (Jonkman 1976).

TABLA 2. Diferencias en la Resistencia Electrica ($\Omega.m$) en profundidad entre área que ocupa el nido y el sector testigo. Medias * son significativamente diferentes (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$)

| Profundidad (m) | RE ($\Omega.m$) | | H | p |
|-----------------|-------------------|-------------------|---------|--------|
| | Nido | Testigo | | |
| 0,5 | 38,57 \pm 12,23 | 34,53 \pm 7,67 | 6,26 * | 0,0124 |
| 1,0 | 16,27 \pm 5,58 | 15,42 \pm 3,58 | 0,42 ns | 0,5181 |
| 1,5 | 11,46 \pm 6,48 | 10,34 \pm 5,34 | 0,49 ns | 0,4856 |
| 2,0 | 7,25 \pm 5,62 | 8,54 \pm 8,13 | 0,11 ns | 0,7426 |
| 2,5 | 10,33 \pm 7,48 | 11,00 \pm 9,36 | 0,02 ns | 0,8860 |
| 3,0 | 9,04 \pm 5,86 | 12,61 \pm 14,13 | 0,78 ns | 0,3780 |
| 3,5 | 9,63 \pm 6,42 | 13,78 \pm 10,15 | 1,23 ns | 0,2676 |
| 4,0 | 20,39 \pm 36,20 | 17,44 \pm 17,08 | 1,15 ns | 0,2838 |

*El estudio de los cambios de vegetación en un bosque nativo como consecuencia de la nidificación de *Atta vollenweideri*, comprendió determinaciones efectuadas a diferentes distancias medidas desde el nido: 5 m, 15 m, 30 m y 60 m. Se demostró que la cobertura de herbáceas (monocotiledóneas, y dicotiledóneas) decrecieron en las áreas adyacentes a los nidos (79,3% y 45 %, respectivamente), destacándose el suelo desnudo en la cresta y la base de los nidos.

En ese punto (60 m del nido), se observó el predominio de la cubierta de herbáceas (47,2 %) seguido de suelo desnudo (13,8 %), leguminosas (13,7%) y ciperáceas (9,4 %). La fracción de arbustivas involucró un 10% de la cobertura en todas las unidades de muestreo de la transecta. Se observó una correlación positiva entre la cubierta vegetal de gramíneas ($y = 4,88\ln(x) + 21,04$, $r^2 = 0,86$, coeficiente de correlación de Pearson = 0,67), leguminosas ($y = 1,68\ln(x) + 10,09$, $r^2 = 0,85$, Pearson = 0,49) y ciperáceas ($y = 1,18\ln(x) + 5,70$, $r^2 = 0,91$, Pearson = 0,39). Sin embargo, en el suelo desnudo se obtuvo una correlación negativa ($y = -7,18\ln(x) + 48,61$, $r^2 = 0,96$, Pearson = - 0,66). La cobertura herbácea aumentó enormemente a partir de 5 m del nido, permaneciendo constante hasta 60 m de distancia del nido (40 %). Este patrón se mantuvo para especies leguminosas y ciperáceas con un menor porcentaje de cobertura vegetal a 60 m de distancia del nido (17 % y 11 % respectivamente).

Se identificaron quince especies de plantas y dos familias corresponden a monocotiledóneas y dicotiledóneas (Tabla 3). La presencia de *Dichondra repens* J.R.Forts. & G.Forts (12,3 %) y otras especies de dicotiledóneas dentro del estrato herbáceo fueron las más abundantes del nido, seguido por el *Sporobolus indicus* R.Br. (6.3 %) entre las gramíneas. *Aloysia gratissima* Tronc. fue la más abundante y presentó mayor cobertura (6.8 %) seguida por *Baccharis ulicina* L. (5.8%) y *T.campestris* (4.2 %). A una distancia de 5 m del nido, *D.repens* y otras dicotiledóneas dominaron con el 24,4% y 17.8 % respectivamente, seguido por *S.indicus* (11.9%) y ciperáceas(10.8 %). También es digno de mención el aumento en especies arbustivas (Tabla 3).

TABLA 3. Cobertura total de especies herbáceas y arbustivas en la cresta, a los 5, 15, 30 y 60 metros respecto al nido. Tomado de Sabattini et al, 2018.

| List of species | | 60m | 30m | 15m | 5m | Nest | Native Forest without ant nests ¹ |
|-----------------|--|------|------|------|------|------|--|
| Shrub | <i>Aloysia gratissima</i> Tronc. | 13.6 | 4.0 | 5.0 | 13.8 | 6.8 | N/D |
| | <i>Baccharis ulicina</i> L. | 5.5 | 4.9 | 5.9 | 14.3 | 5.8 | N/D |
| | <i>Senecio grisebachii</i> Baker | 0.3 | 1.3 | 1.0 | 0.9 | 0.5 | 0.7 |
| | <i>Sida rhombifolia</i> L. | 0.4 | 0.3 | 2.1 | 0.8 | 0.3 | 8.9 |
| | <i>Trithrinax campestris</i> Drude & Griseb. | 5.5 | 5.3 | 8.8 | 9.9 | 4.3 | N/D |
| Sedges | | 20.0 | 10.9 | 11.2 | 10.8 | 6.0 | 14.2 |
| Dicotyledons | | 5.2 | 6.0 | 7.4 | 17.8 | 10.0 | N/D |
| | <i>Chloris</i> spp. Sw. | 14.6 | 10.6 | 7.3 | 4.8 | 3.4 | N/D |
| | <i>Cynodon dactylon</i> Pers. (pioneer) | 10.9 | 8.8 | 9.9 | 5.2 | 1.9 | 3.9 |
| | <i>Dichondra repens</i> J.R.Forst. & G.Forst (pioneer) | 6.1 | 7.5 | 12.3 | 24.4 | 12.3 | 4.3 |
| | <i>Eragrostis lugens</i> Wolf | 27.4 | 17.2 | 8.6 | 5.5 | 2.5 | 4.0 |
| Grass | <i>Paspalum</i> spp. L. | 13.1 | 5.4 | 2.7 | 1.8 | 0.0 | 29.9 |
| | <i>Piptochaetium montevidense</i> J.Presl | 15.6 | 7.4 | 4.0 | 0.8 | 0.3 | 7.2 |
| | <i>Schizachyrium microstachyum</i> Nees | 2.0 | 0.5 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 5.5 |
| | <i>Setaria</i> spp. P.Beauv. | 30.4 | 16.5 | 8.8 | 2.0 | 1.4 | 4.9 |
| | <i>Sporobolus indicus</i> R.Br. (pioneer) | 19.1 | 11.8 | 12.7 | 11.9 | 6.3 | 5.5 |
| | <i>Stipa</i> spp. L. | 16.4 | 9.4 | 4.5 | 1.4 | 0.8 | 31.1 |

A los 15 m de distancia, decreció el porcentaje de especies arbustivas (*A.gratissima*, *B.Ulicina*, y *T. campestris*, *S.indicus* (12,7%) siendo más abundante el grupo de herbáceas constituido por *Cynodon dactylon* Pers. (9.9%), *Setaria* spp.P Beauv. (8.8 %), *Eragrostis lugens* Wolf (8.6 %), y *Cloris* spp.Sw.(7.3 %). Por otro lado se observó una gran disminución de especies dicotiledóneas a 5 m de distancia del nido.

A treinta metros del nido, las especies más abundantes fueron *Setaria* spp y *E. lugens*, seguidos de *S.indicus*, *Stipa* spp., y de *Chloris* spp. Otras especies tales como *Paspalum* spp y *pitochaetium montevidensis*J.Presl fueron registrados dentro del grupo de herbáceas a 60 m del nido (Tabla 3). Se identificaron tres grupos: grupo I dominantes con el 10 % de la cubierta vegetal conformada por *D.repens* y dicotiledóneas; grupo II formado por especies de arbustos acompañantes (*B. ulicina* y *A gratissima*) y el

grupo III lo conforman el estrato herbáceo con *S. indicus*, ciperáceas y otras especies con bajo grado de cobertura (<4 %). A cinco metros de distancia del nido se mantiene el mismo número para el grupo dominante de *D.repens* (grupo I) cuya cobertura es más de 20 %, seguido de otro grupo de especies abundantes que representan 10 % - 18% de la cubierta (grupo II) que consiste en dicotiledóneas, *S. indicus*, ciperáceas y arbustos de mediano y gran tamaño. El grupo III son especies acompañantes con bajo grado de cobertura (<8 %). A quince metros del nido, sin embargo, el número de especies que componen cada grupo está equilibrado. Las especies dominantes de la cubierta vegetal (grupo I) consisten en *Setaria spp.*, *E. lugens*, y *C. dactylon* entre otros. El grupo II está representado por dicotiledóneas y especies acompañantes de arbustos de mediano y gran tamaño. *Setaria spp.* y *E.lugens* (grupo I) se agruparon en relación a la distancia de 30 m desde el nido, mientras que el grupo II presenta especies de gramíneas y dicotiledóneas con un porcentaje de cobertura inferior.

Los nidos de *Atta vollenweideri* afectan la vegetación herbácea y arbustiva presentes en el bosque nativo degradado de la ecorregión del Espinal donde estas hormigas realizan una gran selección de las especies herbáceas consideradas pioneras en la sucesión vegetal.

Para completar los estudios descriptos y con el objetivo de establecer (de manera preliminar) la distribución geográfica del género *Atta* en la provincia de Entre Ríos, se realizaron relevamientos en sitios específicos de distintas localidades de la provincia de Entre Ríos. Tres de ellos fueron informados previamente por haber sido establecidos como lugares seleccionados para el desarrollo del Proyecto y asociados a bosques nativos y el resto, surgido de la comunicación personal con asesores técnicos, que detectaron e informaron nidos sospechados de pertenecer al género *Atta*. A través de este estudio, se verificó la presencia del género *Atta* en dieciséis sitios y nueve departamentos de la provincia de Entre Ríos, sobre tres órdenes de suelos. Debido a que la mayoría de los nidos de *Atta* fueron ubicados en cercanías de las Rutas Nacionales 12 y 127, podría considerarse ese trazado como una transecta natural para el muestreo. Se determinaron dos especies: *Atta vollenweideri* (especie predominante) y *A. saltensis*. De ser confirmada (mediante estudios moleculares) la determinación de *Atta saltensis*, sería el primer registro de la especie en la provincia de Entre Ríos. Las características externas de los nidos en *A.vollenweideri* fueron idénticas en todos los registros efectuados y sólo presentó leves diferencias con la exhibida por los hormigueros de *A.saltensis*, fundamentalmente en la forma que presentan de los orificios de ventilación. La superficie aparente (promedio) de los nidos de *A.vollenweideri* fue de 37,5 m², obteniendo un máximo de 57 m² y mínimo de 25 m². En lo que refiere al volumen externo de los nidos se obtuvo un promedio de 8,42 m³ de tierra removida desde capas inferiores hasta la superficie (máximo 13 m³ cúbicos, mínimo 4,5 m³). La altura de elevación promedio de los nidos respecto del suelo fue de 0,49 m. Se contabilizó un mínimo de 14 caminos de acarreo por nido y un máximo de 77. En el distrito Chilcas, se localizaron y evaluaron dos nidos de *Atta saltensis* cuya superficie aparente varió entre 15 m² y 23 m² y la altura de los mismos (n=2), fue de 0,40 m (Figura 10). Fowler (1985) señala que el área aparente de los nidos de esta especie no supera los 30 m², y en este trabajo el promedio determinado entre ambos nidos es de 19 m². Se observaron en promedio 7 bocas de ingreso con presencia de hormigas, pero sin caminos de acarreo marcados, debido a la intervención del productor, con medidas de control. Ambas especies, se establecieron sobre suelos con características vérticas y el 69 % de los nidos fueron detectados en suelos con clase textural franco arcillo limosa en el horizonte superior y el 31 % restante fueron registrados en suelos con mayor proporción de limo en el epipedón. La mitad de los sitios donde se detectaron hormigueros de *Attas* corresponden a explotaciones agrícolas, uno de ellos agrícola ganadero y el resto dedicado a ganadería en campo natural - bosque nativo. En razón de ello, se encontraron nidos de *A.vollenweideri* en lotes agrícolas a libre exposición y otros favorecidos por el efecto del sombreado que proporciona el bosque nativo.



FIGURA 10. Hormiguero de *Atta saltensis* sobre suelo Molisol (Chilcas, Victoria)

Conclusiones

En la provincia de Entre Ríos, está presente el género *Atta*, en dieciséis sitios y nueve departamentos, edificando sus nidos sobre distintos órdenes de suelos con características vérticas. Se determinaron dos especies *Atta vollenweideri* de manera predominante y *Atta saltensis* en uno de los sitios estudiados. El área de distribución geográfica potencial de *Atta vollenweideri*, supera los 21.800 km² de extensión concentrándose en el centro norte donde se encuentra la mayor superficie cubierta por bosques nativos asociados a suelos Alfisoles.

Las características externas de los nidos de *A. vollenweideri*, fueron similares tanto en los hallados en los tres sitios de estudio, como en los nidos registrados en otros puntos del relevamiento. Se comprobó que la construcción y mantenimiento de los nidos de *A. vollenweideri*, alteran negativamente las propiedades químicas y físicas del suelo. Se determinó el aumento significativo del pH, CIC, Na, CE y PSI en la cresta de los nidos con respecto a la base, a 15, 30 y 60 m del nido. A la vez, modifican la resistencia mecánica a la penetración del perfil del suelo, siendo menor (promedio) en el centro y la periferia del nido en comparación con las restantes posiciones evaluadas, con excepción de los 30 m de distancia. En cuanto a la asociación nido-vegetación circundante, se observó que las colonias afectan a la comunidad de herbáceas y arbustivas de la vegetación presente en los bosques degradados de la región del Espinal, donde estas hormigas realizan una gran selección de las especies herbáceas consideradas pioneras en la sucesión vegetal.

Atta vollenweideri, se encontró activa durante las cuatro estaciones del año y en su acción de forrajeo mostró preferencia por cosechar herbáceas graminiformes y ciperáceas, proyectando valores de biomasa total forrajada promedio por nido de 312,24 kg M.S.nido⁻¹.año⁻¹. Las colonias de *A. vollenweideri* cosechan anualmente un 9.5% de la productividad primaria de un pastizal natural en bosques nativos del Espinal Argentino.

Se comprobó una vez más, que la actividad de las hormigas cortadoras y en este caso particular del género *Atta* en suelos de la provincia de Entre Ríos, responde de manera fehaciente a su valorización como “ingenieros ecosistémicos”, al intervenir de manera directa en los cambios que produce en su hábitat y participar de la regulación de recursos para otras especies.

Indicadores de Producción

1. Artículos publicados en revistas de difusión científica

- SABATTINI JA, SABATTINI RA, ANGLADA MM, AYALA, F. (2015) Distribución espacial de nidos de hormigas cortadoras en un bosque nativo del centro norte de Entre Ríos (Argentina). *Revista Científica Agropecuaria* 19(1-2):17-27.
- DIAZ, E.L.; SABATTINI, J.A., HERNANDEZ, J.P.; SABATTINI, I.A.; CIAN, J.C.; SABATTINI, R.A. (2016). Efecto de los nidos de la hormiga cortadora de hojas *Atta vollenweideri* sobre las propiedades físicas del suelo en un bosque nativo. *Ecología Austral*. 26(3):229-235
- SABATTINI JA, ZERDA H, SABATTINI RA, SAVIN, C. (2017). Distribución geográfica potencial de *Atta vollenweideri* Forel en la provincia de Entre Ríos (Argentina). *Ambiència Guarapuava* 13(1):31-46.
- SABATTINI, J.A.; SABATTINI, R.A.; CIAN, J.C.; SABATTINI, I.A. (2018). Vegetation changes in a native forest produced by *Atta vollenweideri* Forel 1893 (Hymenoptera: Formicidae) nests. *Neotropical Entomology*. 47(1):53-61.

2. Artículos en revistas de difusión científica en prensa

- DECUYPER C, AYALA F, ERMÁCORA O, ANGLADA M, LINDT M. (2018). *Atta vollenweideri* (Hymenoptera: Formicidae) en un bosque nativo del centro norte de Entre Ríos. En prensa. *Natura Neotropicalis* (48).
- SABATTINI JA, BEFANI R, HERNÁNDEZ JP, BOSCHETTI G, CIAN JC, SABATTINI I, DÍAZ E, SABATTINI RA. Leaf-cutter ants: spatial modification of the chemical and physical properties of the soil in a native forest in Argentina. In press. *Journal of Entomology and Zoology Science*. <http://www.entomoljournal.com/>

3. Presentaciones a Congresos Nacionales e internacionales

- SABATTINI JA, SABATTINI RA, ANGLADA M, AYALA F. Distribución espacial de nidos de hormigas cortadoras en un bosque nativo del centro norte de Entre Ríos (Argentina). Presentado en el I Congreso de Manejo Silvopastoril y del Uso Múltiple del Bosque en el Distrito del Ñandubay. 1-3 de Octubre 2015. Villaguay, Entre Ríos. Expositor: Sabattini, Julián. (Ver Anexo)
- SABATTINI JA, BEFANI R, HERNANDEZ JP, CIAN JC, SABATTINI I, BOSCHETTI NG, DIAZ E, SABATTINI RA. Efecto de *Atta vollenweideri* sobre las propiedades químicas y físicas de un suelo alfisol en un bosque nativo de Entre Ríos, Argentina. Presentado en el IV Congreso Uruguayo de Zoología, 4-9 de Diciembre 2016. Maldonado, República Oriental del Uruguay
- SABATTINI JA, DIAZ EL, HERNANDEZ JP, CIAN JC, SABATTINI IA. TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA: ¿TÉCNICA PARA DETERMINAR LAS MODIFICACIONES EN SUELOS CON HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS? Trabajo enviado al XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo a realizar en la ciudad de Tucumán del 15-18/05/2018.

Bibliografía

- ANGLADA, M.M.; SALUSO, A.; ERMACORA, O.; MAIDANA, A.; DANS, D.; XAVIER, L.; DECUYPER, C.; AYALA, F.; BORGETTO, I.; SABATTINI, I.; MAIER, W. & L. MÓVER (2010) Hormigas podadoras en sistemas agrícolas y vegetación de monte en Entre Ríos. Resúmenes del Seminario-Taller "Hormigas cortadoras de hoja asociadas a los sistemas agroforestales". Oro Verde, Entre Ríos.
- ANGLADA, M.M., SALUSO, A.; ERMACORA, O.; MAIDANA, A.; DANS & C. DECUYPER (2013) Hormigas podadoras: Estudios bioecológicos y alternativas de manejo en sistemas agrícolas y vegetación de monte en Entre Ríos. PID UNER 2106. Ciencia, Docencia y Tecnología. Vol (3).
- BORGMEIER, VON T. (1959) Revision der Gattung *Atta* Fabricius (Hym., Formicidae). *Studia Entomologica*. Fasc 1-4. 2:321-390.
- BOSCHETTI, N. G.; VALENTI, R.; VESCO, C. y M. SIONE. (1999) Contenido de Fósforo total en suelos con características vérticas de la provincia de Entre Ríos. *REV. Facultad DE AGRONOMIA* 20 (1): 53-58, 2000

- CABRERA A.L (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2da. Edición. Tomo II, Fascículo 1. Editorial Acme. Buenos Aires 85 pp.
- CASERMEIRO, J. y E. SPAHN. (1999). Caracterización de los recursos forrajeros nativos del norte entrerriano. En: Sistemas agroforestales para pequeños productores de zonas húmedas. Casermeiro – Spahn Ed. Paraná. p: 77-82
- CUEZZO, F, & M. B.FUENTES. (2004). Citado por Barrera Corina et al en “Comunidades de Hormigas cortadoras de hojas en bosque serrano fragmentado del centro de Argentina (Córdoba): Un proyecto de estudio y resultados preliminares. Seminario Taller: Hormigas cortadoras de hojas asociadas a los sistemas agroforestales. Facultad de Cs. Agropecuarias de la UNER, Oro Verde, Entre Ríos julio de 2010. 1-4 pp
- DELLA LUCIA, T.M.C. (1993). As formigas cortadeiras. Caracterizacáo dos ninhos (Cap 4;34-42). In: As formigas cortadeiras. Ed. Vicosa, 262 pag.
- DIAZ EL, SABATTINI JA, HERNANDEZ JP, SABATTINI IA, CIAN JC, SABATTINI RA. (2016). Efecto de los nidos de la hormiga cortadora de hojas *Atta vollenweideri* sobre las propiedades físicas del suelo en un bosque nativo. *Ecología Austral*. 26(3):229-235.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M. & C.W. ROBLEDO. Infostat versión 2015. Grupo Infostat, FCA Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- EBDON, D. (1982) Estadística para geógrafos. España, Madrid: Oikos- Tau, s.a Ediciones, 352 pp
- FARJI BRENER, A.G. (1993) Influencia de la estacionalidad sobre los ritmos forrajeors de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) en una sabana tropical. *Rev. Biol. Tropical*. 41 (3):897-899.
- FOWLER, H.G., FORTI, L.C., PEREIRA-DA-SILVA, V., & SAES, N.B. (1986). Economics of grass-cutting ants. In: C.S. Lofgren, & R.K. Vander Meer. (Eds). *Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management* (pp. 18-35). Boulder, Westview Press U.S
- FROUZ J, JILKOVÁ V (2008) The effect of ants on soil properties and processes (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecol New* 11:191-199.
- HERNANDEZ, JP; A PAZ-GONZALEZ; & EL DIAZ. 2017. Evaluación de la distribución de humedad en la zona no saturada mediante calicata eléctrica, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina. *Estudios en la Zona No Saturada*. 8:115-124.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. (2011) The leafcutter ants. *Civilization by Instinct*. W.W.Norton & Company, Inc. China. 160 pp
- JONKMAN, J.C.M. (1976). Biology and ecology of the leaf cutting ant *Atta vollenweideri* Forel, 1893. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 81, 140-148
- JONKMAN, J.C.M. 1978. Nests of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri* as accelerators of succession in pastures. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 86:25-34
- KUSNEZOV, N. (1978). Hormigas Argentinas: Clave para su identificación. Ministerio de Cultura y Educación. Fundación Miguel Lillo. Miscelánea N°61. 147 pp y 27 láminas.
- MATTEUCI, S.; COLMA, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington DC. Editora Eva Chesneau. 163 pp
- MITCHELL, A. (2005). La Guía de Esri para el análisis SIG. Vol. 2. Esri Press.
- MORRONE, J. J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. M&T-Manuales & Tesis SEA, vol. 3. Zaragoza, 148 pp.
- ORD, J.K. and GETIS, A. (1995) Local spatial autocorrelation statistics: Distributional issues and an application. *Geographical Analysis*, 27, 286-306. doi:10.1111/j.1538-4632.1995.tb00912.x

- PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS (1980). Suelos y Erosión de la Provincia de Entre Ríos. Tomo 1. INTA EEA Paraná, Serie Relevamiento de Recursos Naturales. Proyecto PNUD/FAO/INTA Arg. 68/526,p.109
- PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS (1986). Carta de Suelos de la República Argentina. Departamento Feliciano, provincia de Entre Ríos. Serie relevamientos de recursos naturales tomo 3. Convenio INTA Gobierno de Entre Ríos, p. 96.
- PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS (1993). Carta de Suelos de la República Argentina. Departamento Federal, provincia de Entre Ríos. Serie relevamientos de recursos naturales N° 3. Convenio INTA Gobierno de Entre Ríos, p. 99.
- PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS (1998) Carta de Suelos de la República Argentina. Departamento Paraná, Provincia de Entre Ríos. Acuerdo Complementario del Convenio INTA - Gobierno de Entre Ríos, EEA Paraná, Serie Relevamiento de Recursos Naturales N° 17, 114 pp
- RICO-GRAY, V. & P.S. OLIVEIRA. (2007). *The Ecology an Evolution Ant-Plant Interactions*. The University of Chicago Press
- ROJAS, A. Y J. SALUSO (1987) Informe Climático de la provincia de Entre Ríos.. Publicación técnica N° 14. INTA Paraná.
- RÍOS DE SALUOS, M.L.A. (2010) manejo de las hormigas cortadoras de hojas en los principales sistemas agropecuarios y forestales de la provincia de Entre Ríos. Resúmenes del Seminario-Taller "Hormigas cortadoras de hoja asociadas a los sistemas agroforestales". Oro Verde, Entre Ríos 28- 32 pp
- SABATTINI, R. A.; MUZZACHIODI, N.; DORCHS, F. (2002). Sabattini, R.A.; Muzzachiodi, N. y A. F. Dorsch. 2002. Manual de Prácticas de Manejo del Monte Nativo. U.N.E.R. 56 pág.
- SABATTINI, R. A; LEDESMA, S.; SIONE, S. y SABATTINI, J.A. (2013) Ordenamiento territorial de bosques nativos en la cuenca del Arroyo Feliciano (Entre Ríos) 313-332 pp. En: Bases conceptuales y metodológicas para el Ordenamiento Territorial en el Medio Rural. Región Centro Argentina. 672 pp.
- SABATTINI, J.A.; SABATTINI, R.A.; ANGLADA, M.M., AYALA, F.A. (2015). distribución espacial de nidos de hormigas cortadoras en un bosque nativo del centro norte de Entre Ríos (Argentina). *Revista Científica Agropecuaria* 19 (1-2):17-27
- SABATTINI, JULIÁN A.; DIAZ, EDUARDO L.; HERNANDEZ, JUAN P.; CIAN, JUAN C., SABATTINI IVÁN A. Tomografía de la resistividad eléctrica: Técnica para determinar las modificaciones en suelo con hormigas cortadoras de hojas? Trabajo enviado para su presentación en el Congreso Argentino de Ciencias del Suelo. Mayo de 2018. Tucumán. Argentina.
- SABATTINI JA, BEFANI R, HERNÁNDEZ JP, BOSCHETTI G, CIAN JC, SABATTINI I, DÍAZ E, SABATTINI RA. En prensa. Leaf-cutter ants: spatial modification of the chemical and physical properties of the soil in a native forest in Argentina. Enviado a publicación en Febrero 2018. *Journal of Entomology and Zoology Science*. <http://www.entomoljournal.com/>.
- SABATTINI JA, SABATTINI RA, CIAN JC, SABATTINI IA. (2018) Vegetation Changes in a Native Forest Produced by *Atta vollenweideri* Forel 1893 (Hymenoptera: Formicidae) Nests. *Neotropical Entomology*, 47, 53-61.
- WILSON, M. G.; SABATTINI, R.A. (2001). Sustentabilidad de los agroecosistemas de montes en Entre Ríos: revisión crítica y modelo conceptual. *Rev. Facultad de Agronomía* 21 (2):117-128
- ZIMMERMAN, D.C., OAVLIK, A.; RUGGLES AND M.P. ARMSTRONG. (1999) An experimental comparison of ordinary and universal kriging and inverse distance weighting, *Mathematical Geology* 31:375-390

PID 2173

Denominación del Proyecto

Evaluación de la actividad forrajera de hormigas cortadoras en un bosque nativo del centro norte de Entre Ríos

Directora

SABATTINI, Rafael Alberto

Codirectora

ANGLADA, Marta Mónica

Unidad de Ejecución

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Dependencia

Universidad Nacional de Entre Ríos

Contacto

rsabatti@fca.uner.edu.ar y manglada@fca.uner.edu.ar

Integrantes del proyecto

Ayala, Fabián A., Decuyper, Clarisa M.; Ermacora, Olga E.; Cian, Juan C.; Sabattini, Julian Alberto (colaborador)

Becaria

Tosso, Yamila L.

Fechas de iniciación y de finalización efectivas

01/02/2015 y 31/01/2018

Aprobación del Informe Final por Resolución CS N°086/19 (16/05/2019)