

## INFLUENCIA DE ÁRBOLES NATIVOS DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS, EN LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO.

*Pernasetti, S.; Di Barbaro, G. y Stegmayer, A.*

Cátedra de Microbiología Agrícola, Cátedra de Ecología Agraria y Cátedra de Pastizales Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. Av. Belgrano y Maestro Quiroga. C.P. 4700. Catamarca. Argentina. Tel. 03833-430504.

E-mail: [micro@agrarias.unca.edu.ar](mailto:micro@agrarias.unca.edu.ar); [ecologia@fcasuser.unca.edu.ar](mailto:ecologia@fcasuser.unca.edu.ar); [pastizal@agrarias.unca.edu.ar](mailto:pastizal@agrarias.unca.edu.ar)

Financiado por la SEDECyT. UNCa.

### **SUMMARY**

The arid and semi-arid regions characterized by few precipitations, soils with low tenors of organic matter, nitrogen and other nutrients, scarce vegetable covering, and frequent misuse conform a very fragile ecosystem that leads to erosive processes and desertification. Every attempt to recover these areas should be guided to the use of native plant species that manifest good installation capacity and the biggest organic matter contribution to the system. The arboreal stratum modifies the soil characteristics quantitatively and qualitatively. These changes are linked with fertility, which is intimately related with the biological activity of the soil. In the Central Valley of Catamarca, the dominant arboreal element belongs to the genus *Prosopis* and, as codominant, the species *Aspidosperma quebracho blanco*. The objective of the present work is to determine the influence of native and dominant arboreal species in the region on the biological activity of the soil. The following species were considered, *Prosopis chilensis*, *P. flexuosa* and *Aspidosperma quebracho blanco*, and three trees with similar dimensions, approximately 6 m. high and 10 m. of canopy diameter, were selected. The samples were taken at three distances from the trunk, two of them inside the canopy (1 and 3 meters), and one in the external area of the canopy (at a distance equivalent to the canopy diameter). Extractions were carried out at 2 depths: 0-20 cm and 20-40cm., repeating the extraction at the four cardinal points. (24 samples/tree). The biological activity was measured (BA) by means of the of Fluorescein

Diacetate Hydrolysis method (FDA) with two repetitions per sample. Data obtained took in absorbancia units starting with spectrophotometer readings of 490 nm. The results show that BA in the three trees is bigger under the canopy, diminishing gradually to the outer part of the canopy. In the individual analysis, the soil under the *P. chilensis* canopy presented indexes of more BA (60%), and in a lesser degree *P. flexuosa* (25%) and *Aspidosperma quebracho blanco*. The differences of BA in the samples obtained under and outside the canopy in the leguminous and non-leguminous plants (quebracho) are highly significant. These differences could be explained by the potential capacity of leguminous plants to fix  $N_2$ , a nutrient with the biggest effect on the decomposition of organic matter. In all cases, the soil BA in the profile of 20-40 cm is smaller than in the surface. From the results obtained, the conclusion can be that there is a positive influence of the arboreal stratum on the soil biological activity, and that this influence is more marked in the soil under the canopy of trees of the genus *Prosopis spp.*; consequently, the installation of an arboreal extract, especially of this last genus, will promote the soil biological activity and its fertility.

## RESUMEN

Las regiones áridas y semiáridas caracterizadas por pocas precipitaciones, suelos con bajo tenores de materia orgánica, nitrógeno y otros nutrientes, además de una escasa cobertura vegetal, conforman un ecosistema muy frágil, que sumada la sobreexplotación conduce a la intensificación de procesos erosivos y desertificación. Todo intento de recuperación de estas zonas debe orientarse a la utilización de especies vegetales originales del lugar que manifiesten buena capacidad de instalación y el mayor aporte de materia orgánica al sistema. El estrato arbóreo modifica cuantitativa y cualitativamente las características del suelo donde se encuentra, estos cambios están vinculados con la fertilidad, la cual está íntimamente relacionada con la actividad biológica del mismo. En el Valle Central de Catamarca, el elemento arbóreo dominante pertenece al género *Prosopis* y como codominante la especie *Aspidosperma quebracho blanco*. El objetivo del presente trabajo es determinar la influencia de especies arbóreas nativas y dominantes de la zona sobre la actividad biológica del suelo. Para lo cual se consideraron las siguientes especies, *Prosopis chilensis*, *P. flexuosa* y *Aspidosperma quebracho blanco*. Seleccionándose tres árboles de similares dimensiones con aproximadamente 6 m. de altura y 10 m. de diámetro de copa. Las muestras se tomaron a tres distancias partir del tronco, dos de ellas dentro de la canopia (1 y 3 metros), y una en la zona externa de la copa (distancia

equivalente al diámetro de copa). Se realizaron las extracciones a 2 profundidades: 0-20 cm y 20-40cm., repitiendo la extracción en dirección a los 4 puntos cardinales, (24 muestras por árbol). Se midió la actividad biológica (AB) mediante el método de Hidrólisis de Diacetato de Fluoresceína (FDA) con dos repeticiones por muestra. Los datos obtenidos se tomaron en unidades de absorbancia a partir de lecturas en espectrofotómetro a 490 nm. Los resultados muestran que AB, en los tres árboles, es mayor debajo del dosel arbóreo, disminuyendo paulatinamente hacia fuera de la canopia. En el análisis individual, los suelos bajo la canopia de *P. chilensis* presentaron índices de mayor AB (60%), siguiendo en orden decreciente *P. flexuosa* (25%) y *Aspidosperma quebracho blanco*. Las diferencias de AB entre las muestras obtenidas bajo la copa y fuera de ella entre las leguminosas arbóreas y la no-leguminosa (quebracho) son altamente significativas. Estas diferencias podrían explicarse por la capacidad potencial que tienen las leguminosas de fijar N<sub>2</sub>, nutriente que mayor efecto tiene en la dinámica de la descomposición de la materia orgánica. En todos los casos, la AB del suelo en el perfil de 20-40cm, es menor que en superficie. Se concluye que existe influencia positiva del estrato arbóreo sobre la actividad biológica del suelo, y que esta influencia es más marcada en el suelo bajo la canopia de árboles del género *Prosopis spp.*; por lo que la implantación de un extracto arbóreo, especialmente de este último género, promoverá la actividad biológica del suelo y la fertilidad del mismo.

## **INTRODUCCIÓN**

Las regiones áridas y semiáridas caracterizadas por pocas precipitaciones, suelos con bajo tenores de materia orgánica, nitrógeno y otros nutrientes, además de una escasa cobertura vegetal, conforman un ecosistema muy frágil, que sumada la sobreexplotación conduce a la intensificación de procesos erosivos y desertificación.

El Valle de Catamarca comprendido en el distrito fitogeográfico Chaco Árido (Morello, et al. 1977) pertenece a la provincia fitogeográfica del Chaco (Cabrera, 1976). Es el área más árida de la provincia fitogeográfica del Chaco. Las especies arbóreas dominantes de la región pertenecen al género *Prosopis* y a la especie *Aspidosperma quebracho blanco*. En esta zona, el mal manejo de los recursos y la sobreexplotación han producido un empobrecimiento en calidad y cantidad de especies vegetales, lo que conduce a una pérdida paulatina del patrimonio natural (De La Orden y Quiroga, 2000).

Una de las estrategias de recuperación de zonas perturbadas es la reforestación, la cual debe orientarse a la utilización de especies vegetales originarias del lugar que manifiesten buena capacidad de instalación y el mayor aporte de materia orgánica al sistema.

Se ha demostrado que la presencia de árboles en los sistemas del Chaco Arido aumenta la producción de pasturas naturales de buena calidad y que la recuperación de las mismas en sitios degradados se puede lograr con un período mínimo de descanso del pastoreo (Nai Bregaglio, et al 2001). El empleo de leguminosas arbóreas actúan como centros de distribución de carbono y nitrógeno en los terrenos bajo la influencia de las copas (Chambouleyron y Braun, 1994). El estrato arbóreo, por lo tanto, modifica cuantitativa y cualitativamente las características del suelo donde se encuentra; estos cambios están vinculados con la fertilidad, la cual está íntimamente relacionada con la actividad biológica del mismo.

Las mediciones de la actividad microbiana representan la fracción del suelo responsable del flujo de energía y ciclos de nutrientes, regulando las transformaciones de la materia orgánica. Los microorganismos del suelo juegan un papel muy importante en el funcionamiento y sustentabilidad del ecosistema, ya que promueven la descomposición de residuos, la mineralización y absorción de determinados nutrientes para las plantas, mejorando su nutrición, resistencia a las enfermedades y a otros estrés bióticos. Por otro lado, las plantas son fuentes de carbono para el suelo, que estimula la actividad microbiana. El aumento de esa actividad provoca la agregación de partículas del suelo que, bien estructurado, retiene más agua y oxígeno, favoreciendo el desarrollo de las plantas y microorganismos llevando al ecosistema a una nueva situación de equilibrio probablemente más próxima a la sustentabilidad (Chambouleyron y Braun, 1994).

Existen numerosas metodologías para evaluar o estimar la actividad bacteriana que incluyen conteos microscópicos directos; análisis químicos (contenido de ácido murámico); métodos fisiológicos, fumigación-incubación; análisis bioquímicos como la amonificación de la arginina y estimaciones de actividad enzimática. Aunque los métodos de medición no son absolutos, son capaces de indicar diferencias o cambios en las poblaciones microbianas (Turco y Blume, 1999).

Una de las metodologías usadas para evaluar la actividad microbiana en el suelo es la Hidrólisis de Diacetato de Fluoresceína, método propuesto por Schnurer y Rosswal en 1982. El diacetato de fluoresceína (FDA) es un compuesto incoloro susceptible de ser hidrolizado por varias enzimas (estearasas, lipasas y proteasas) de las células vivas. El producto de esta conversión enzimática es la fluoresceína, un producto coloreado, el cual puede visualizarse dentro de las células por microscopía de fluorescencia o cuantificarse por espectrofotometría ya

que la fluoresceína permanece en la célula causando fluorescencia intracelular (Ghini et al., 1998; Gillian Adam, Harry Duncan , 2001).

El objetivo del presente trabajo es determinar la influencia de especies arbóreas nativas y dominantes de la zona del Valle de Catamarca sobre la actividad biológica del suelo medida por Hidrólisis del FDA.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Se consideraron las siguientes especies, *Prosopis chilensis*, *P. flexuosa* y *Aspidosperma quebracho blanco*, seleccionándose tres árboles de similares dimensiones con aproximadamente 6 m. de altura y 10 m. de diámetro de copa, situados en el mismo ambiente. La evaluación se realizó en el mes de mayo (otoño) y las muestras de suelos se tomaron a tres distancias a partir del tronco, dos de ellas dentro de la canopia (1 y 3 metros), y una en la zona externa de la copa (distancia equivalente al diámetro de copa). Se realizaron las extracciones a 2 profundidades: 0-20 cm y 20-40cm, repitiéndose en dirección a los 4 puntos cardinales (24 muestras por árbol). Antes de las 24 horas de realizado el muestreo, se inició el procesamiento con el tamizado del suelo (malla de 4mm). Se realizaron determinaciones de pH, en una relación suelo : agua de 1:2,5; Nitrógeno total, con el método de Micro Kjeldahl; Carbono y Materia Orgánica por el Micro método de Walkley y Black. Se midió la actividad biológica (**AB**) mediante el método de Hidrólisis de Diacetato de Fluoresceína (FDA) con dos repeticiones por muestra. Para la determinación de FDA se utilizó la metodología descrita por Ghini, Mendes y Bettiol, 1998. Muestras de 5 gr. de suelo, se colocaron en erlermeyers de 125 mL juntamente con 20 mL de tampón fosfato de potasio 60 mM (8,7 g de  $K_2HPO_4$  y 1,3 g de  $KH_2PO_4$  por litro de agua destilada, pH 7,6). La reacción de hidrólisis de FDA (Biochemika- Fluka) fue iniciada adicionando 0,2 ml (400  $\mu$ g) de solución stock de FDA (2 mg por mL de acetona). Las muestras fueron incubadas por 20 minutos en agitador (200 rpm) a 25 °C. La reacción fue interrumpida a través de la adición de 20 ml de acetona por frasco. Se filtró por Whatman N° 1, tapando hermeticamente para evitar la evaporación de acetona y se leyó la absorbancia a 490 nm en un espectrofotómetro.

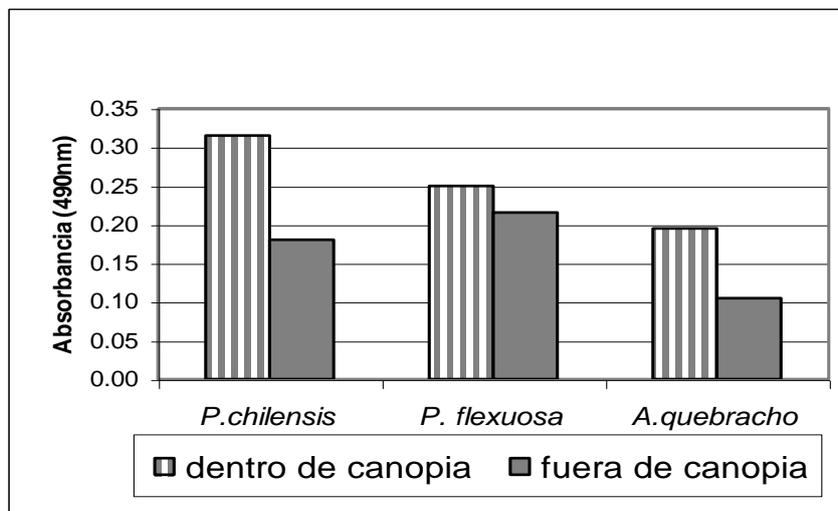
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis edafológicos se muestran en el cuadro N°1, en el cual se observó que el pH de los suelos es levemente a fuertemente alcalino, con poco contenido de nitrógeno, con excepción de la parte superficial de *P. chilensis* bajo canopia con tenores moderados de N (0,17%) y con contenidos de materia orgánica que descienden abruptamente a partir de los 20 cm de profundidad; esto es una característica de las regiones áridas, donde la materia orgánica solo se acumula en el primer horizonte o capa del suelo y en correspondencia a ello también lo hace el N, quizás con valores no tan abruptos, pero que influyen en la disponibilidad de N.

**CUADRO N°1: Análisis edafológicos de las muestras de los suelos estudiados**

Muestra	Prof. (cm)	PH	N (%)	CO(%)	MO(%)	C/N
<i>P. chilensis</i> - Bajo canopia	0 - 20	7.8	0.17	2.41	4.14	14.2
	20 - 40	8.3	0.12	1.72	2.96	14.3
<i>P. chilensis</i> - Fuera canopia	0 - 20	8.7	0.12	1.87	3.21	15,6
	20 - 40	8.6	0.11	1.68	2.88	14.0
<i>P. Flexuosa</i> Bajo canopia	0 - 20	8.0	0.08	1.43	2.46	17.8
	20 - 40	8.5	0.05	0.56	0.96	11.2
<i>P. Flexuosa</i> Fuera canopia	0 - 20	8.1	0.03	0.48	0.84	16.0
	20 - 40	8.3	0.04	0.40	0.68	10.0
<i>A. q. Blanco</i> - Bajo canopia	0 - 20	8.6	0.04	0.57	0.98	14.25
	20 - 40	8.9	0.04	0.47	0.81	11.7
<i>A. q. Blanco</i> - Fuera canopia	0 - 20	8.1	0.03	0.48	0.84	16.0
	20 - 40	8.3	0.04	0.40	0.68	10.0

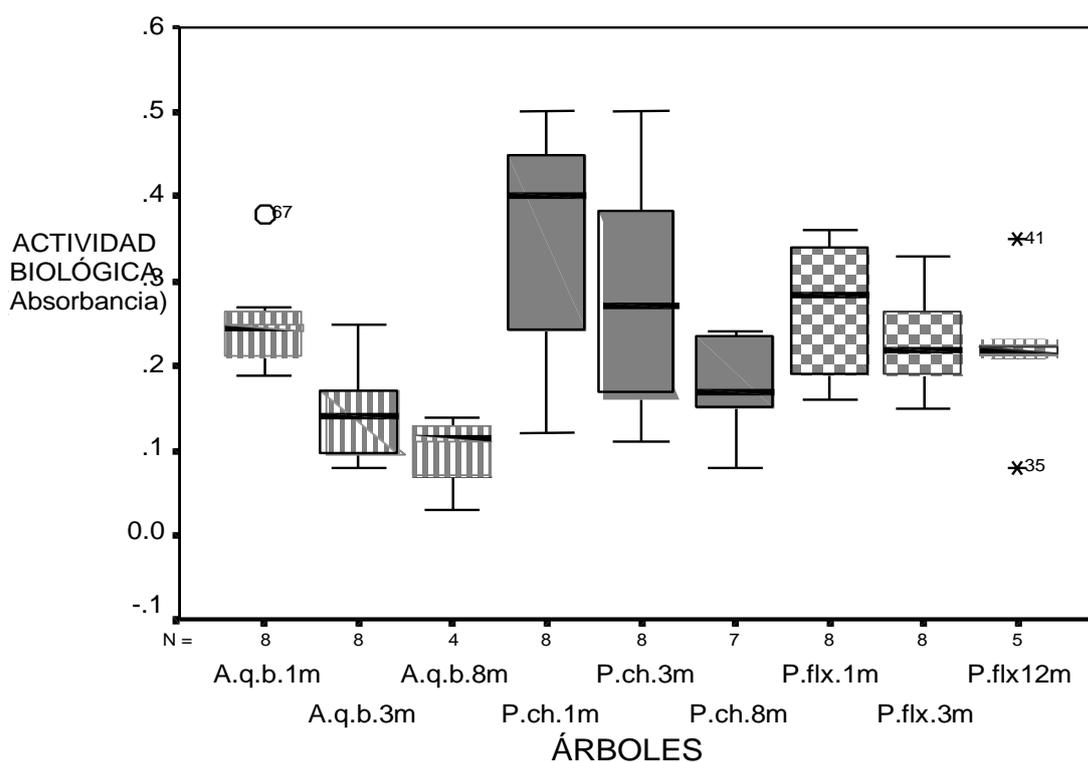
La Actividad Biológica (AB) de los suelos es mayor bajo el dosel arbóreo en los tres árboles (Gráfico 1). Esto se explica por la función amortiguadora de la copa en los procesos erosivos y fundamentalmente por el aporte de fitomasa aérea y subterránea que se incorpora al suelo. Los valores de absorbancia son superiores en los árboles leguminosos con respecto al quebracho, tanto fuera como dentro de la canopia. Estas diferencias podrían explicarse por la capacidad potencial que tienen las leguminosas de fijar N<sub>2</sub>, nutriente que mayor efecto tiene en la dinámica de la descomposición de la materia orgánica.



**GRÁFICO N° 1: Actividad biológica de los suelos dentro y fuera de la canopia de *Prosopis chilensis*, *P. flexuosa* y *Aspidosperma quebracho blanco*.**

Las leguminosas arbóreas capaces de interactuar en simbiosis con especies de la familia *Rhizobiaceae*, son apropiadas para el uso como especies pioneras para la colonización de sustratos pobres en materia orgánica. Eso es debido a que son responsables de la incorporación al suelo de material con relación C/N estrecha, por lo que, además del aporte de biomasa en los suelos, esas especies contribuyen en el reciclado de nutrientes de modo más efectivo, ya que la calidad del material aportado es generalmente superior a las de especies no leguminosas (Franco y Baliero 1999).

Existen suficientes informes sobre nodulación del género *Prosopis* en sus principales grupos taxonómicos y geográficos, por lo que se presume que la mayoría de las especies son capaces de nodular y fijar nitrógeno del aire (Felker, Clark 1980; Franco 1983; Pernasetti, Stegmayer, 1994; Pernasetti, et al, 2000; Stegmayer 1986; Stegmayer 1986; Stegmayer, Pernasetti 1986). Rundel (et al, 1982), estima que la fijación biológica de este género puede aportar entre 30-150Kg de N/ha/año<sup>-1</sup> según la densidad de ejemplares; estos mismos autores y Felker, informan que la producción de biomasa de árboles del género *Prosopis* del desierto de California es de 0-13 toneladas de peso seco por ha/año (Felker, 1984).



A.q.b.: *Aspidosperma quebracho blanco* P.ch.: *Prosopis chilensis* P.flx.: *Prosopis flexuosa*

**GRÁFICO N°2: Actividad Biológica de los suelos a diferentes distancias del tronco en *Prosopis chilensis*; *P. flexuosa* y *Aspidosperma quebracho blanco* ( $p < 0,01$ )**

Los resultados de la AB de los suelos en los tres árboles y en las tres distancias consideradas se muestran en el Gráfico N° 2, observándose en todos los casos mayor actividad biológica en los suelo de las especies de *Prosopis* sobre *Aspidosperma quebracho blanco*. En el análisis estadístico las diferencias fueron en todos los casos altamente significativas.

También se observa en este gráfico que la AB de las muestras a 1 metro del tronco son mayores y los valores de AB fuera de la canopia de las especies de *Prosopis* están ubicados por encima de los valores de los 3 metros bajo la canopia de *Aspidosperma quebracho blanco*. Se evidencia que existe un gradiente horizontal de la AB donde los valores mayores se encuentran próximos al centro de proyección de la copa de los árboles disminuyendo hacia la periferia. Se podría considerar que la razón de esto estaría relacionada al reciclado subterráneo de nitrógeno fijado por el árbol y la secuestración de los exudados radicales, nitrogenados y carbonados, por la actividad microbiana. Estos exudados podrían ser reciclados directamente hacia la materia orgánica del suelo o alternativamente, mineralizados y absorbidos por las plantas asociadas que normalmente crecen bajo la copa y son reciclados por la biomasa muerta.

Además la AB del suelo fuera de la canopia de los árboles de *Prosopis sp.* es mayor (absorbancia 0,18 y 0,22) que la misma zona en *Aspidosperma quebracho blanco* (absorbancia 0,11).

## CONCLUSIÓN

La Actividad Biológica de los suelos bajo la copa de las especies de *Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa* es mayor que *Aspidosperma quebracho blanco*, todos ellos árboles típicos de la zona del Valle de Catamarca. Los árboles leguminosos ejercen una influencia que va más allá del diámetro de la copa ya que los valores fuera de ella también son sensiblemente mayores; transformándose en centro de distribución de nutrientes.

## BIBLIOGRAFÍA

- CABRERA, A.. 1975. "Regiones Fitogeográficas de la República Argentina". Fasc. 1. TomoII. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Ed. ACME. Buenos Aires.
- CHAMBOULEYRON, M.B. y BRAUN W, R. H.. 1994. "Microorganismos e processos biológicos no sistema plantio directo". En Inter- relacao fertilidade biología do solo e nutricao de plantas. Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciencia do solo. : 487- 508.
- CHAMBOULEYRON, M.B. y BRAUN W, R. H.. 1994. "Contribución de tres leguminosas leñosas a la economía del nitrógeno en una comunidad pedemontana". MULTEQUINA 3. Mendoza- Argentina. : 75-81.
- DE LA ORDEN, E; QUIROGA, A. .2000. " Recursos vegetales nativos de la Cuenca del río del Valle. Caracterización estructural de una comunidad vegetal del chaco árido". Revista del CIZAS. Vol.1, Número 1 y 2. Marzo de 2000. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca- Argentina. : 9-16.
- FELKER, P. .1984. "Legume trees in Semi-Arid and Arid Areas" .In Pesquisa agropecuaria brasileira, 19/n. Brasil. :47-59.

- FELKER, P. and CLARK, P.. 1980. "Nitrogen fixation (acetylene reduction) and cross inoculation in 12 *Prosopis* (mesquite) species" Plant and Soil, 57:177-186.
- FRANCO, A.A. & BALIEIRO, F. DE C.. 1999. "Fixacao biológica de nitrogênio: alternativa aos fertilizantes nitrogenados". En Inter- relacao fertilidade biológica do solo e nutricao de plantas. Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciencia do solo. :577-595.
- FRANCO, AVILIO A.. 1983. "Fixacao en N<sub>2</sub> en *Prosopis juliflora*". Pesquisa em Biología do Solo, EMBRAPA, Km 47. Seropédico, RJ 23460. Brasil.
- GHINI, RAQUEL; MENDES, M.; BETTIOL, W.. 1998. "Método de Hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) como indicador de actividade microbiana no solo e supressividade a *Rhizoctonia solani*". Summa Phytopathologica. Vol. 24, N° 3/4. : 239-242.
- GILLIAN ADAM, HARRY DUNCAN . 2001. "Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils". Soil Biology & Biochemistry. 33 (2001) : 943-951.
- MORELLO, J. H., et. Al . 1977. "Estudio Macroecológico de los Llanos de La Rioja". En: IDIA. Suplemento 3.
- NAI BREGAGLIO, M. ET AL.. 2001. "Efecto de la cobertura arbórea sobre la distribución de la diversidad y la producción de pasturas naturales, en el Chaco Árido de la Provincia de Córdoba". Memorias del Primer Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales 2001. San Cristóbal. Santa Fé.
- PERNASETTI, S. y STEGMAYER, A.R. 1994. "Comportamiento y evaluación de cepas de *Rhizobium* aisladas de leguminosas arbóreas en ensayos de infectividad-eficiencia directa y cruzada." En Memorias de la XVII Reunión Latinoamericana de Rhizobiología (RELAR). Ciudad de la Habana Cuba. : 44.
- PERNASETTI, S; STEGMAYER, A.R. y DI BARBARO, G.. 2000. Fijación Biológica del Nitrógeno en *Prosopis chilensis* de la provincia de Catamarca-Argentina". En las Memorias de la XX Reunión Latinoamericana de Rhizobiología (RELAR). Arequipa-Perú. :144
- RUNDEL, P.W. ET AL.. 1982. "Seasonal dynamics of nitrogen cycling for a *Prosopis* Woodland en the Sonoran Desert". Plant and Soil 67, :343-353.

- STEGMAYER, A.R. . 1986. "Nodulación por *Rhizobium sp.* en *Prosopis Flexuosa* DC. In Anais XII Reunión Latinoamericana sobre *Rhizobium* (RELAR). Campinas, SP, Brasil.
- STEGMAYER, A.R. y PERNASETTI, S. . 1986. "Nodulación por una cepa de *Rhizobium sp* en cuatro especies de *Prosopis* (algarrobos). In Anais XII Reunión Latinoamericana sobre *Rhizobium* (RELAR). Campinas, SP, Brasil. : 364.
- TURCO, R.F & BLUME, E.. 1999. "Indicators of soil Quality" En Inter- relacao fertilidade biología do solo e nutricao de plantas. Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciencia do solo. : 529-550