

Mineralización de rastrojos de *Lupinus costaricensis* DB Dunn en un suelo ultisol en La Palma de Pérez Zeledón

JOSÉ CARLOS PICADO ROMERO¹, PAOLA BRENES ROJAS² & WAGNER PEÑA CORDERO³

1. TFG Bachillerato Ingeniería Agronómica, Universidad Estatal Distancia. picadojoseca@gmail.com
 2. Docente e Investigadora. Vicerrectoría de Investigación Universidad Estatal Distancia. paolarjs@gmail.com
 3. Docente e Investigador. Catedra de Gestión sostenible del suelo ECEN, UNED. wpena@uned.ac.cr
- Universidad Estatal a Distancia. Apartado Postal 474-2050. San Pedro, San José. Costa Rica

Recibido: 08 de marzo de 2018

Aceptado: 08 de agosto de 2018

RESUMEN

El nitrógeno (N_2) es un nutrimento móvil y deficiente en suelos y cultivos, quizás por su naturaleza química. Desde su descubrimiento a la actualidad, las leguminosas han sido aún más importantes por aportar N_2 en aras de una agricultura de conservación. Se propuso evaluar el aporte de este elemento a través del uso de rastrojos de la leguminosa *Lupinus costaricensis* DB Dunn, en un suelo ultisol en la localidad de La Palma de Pérez Zeledón (Sur de Costa Rica), utilizando 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. El aporte del rastrojo se vio afectado por las variables climáticas de temperatura y humedad, pero a pesar de esto, en los resultados se obtuvo una importante mineralización del rastrojo; sin embargo, no se encontró una diferencia significativa en el aporte al suelo, principalmente por las variables mencionadas, afectando la eficiencia del proceso de mineralización de la materia orgánica.

Palabras clave: nitrógeno, leguminosas, rastrojos, mineralización.

ABSTRACT

Nitrogen is a mobile element which its presence is low in soil and crops due to its chemical nature. From the discovery until current times legumes have been the cornerstone in the contribution of Nitrogen in an attempt to encourage eco-friendly agriculture. It was proposed to evaluate the contribution of nitrogen through the use of legume *Lupinus costaricensis* DB Dunn litter decomposition in an ultisol soil located in La Palma de Pérez Zeledón (south of Costa Rica), using four treatments with three repetitions each one. The experiment revealed that the decomposed litter was affected by climate variables such as temperature and humidity; despite of that, the results showed an important availability of mineralization of the litter decomposition Nitrogen, but not a significant contribution to the soil. This happened mainly and due to the climatic factors

mentioned which affected the efficiency of the mineralization of organic material.

Key words: Nitrogen, legumes, litters, mineralization.

Introducción

Manejar una adecuada fertilidad en el suelo es un tema clave para lograr buenos resultados en nutrición vegetal y con ello una adecuada productividad en los cultivos, así como de su fortalecimiento ante ataques eventuales de plagas y enfermedades (Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, 2013). En el marco de una adecuada fertilidad, es importante un contenido óptimo del elemento nitrógeno para lo cual existen fuentes de materiales orgánicos que son ricos en este, tal es el caso del uso de abonos verdes con aportes que involucran empleo de especies leguminosas y no leguminosas (Santos y Velasco, 2016). En abonos verdes se encuentran importantes investigaciones principalmente en el uso de leguminosas que involucran del género *Lupinus* con el aporte de nitrógeno atmosférico.

En Costa Rica se pueden encontrar leguminosas del género *Lupinus*, de las cuales existe la *L. costaricensis* DB Dunn, que, a pesar de la poca información existente en la literatura del país sobre su uso en la fertilidad del suelo, ha despertado interés por aportes de investigaciones en otras especies de ese género como la *Lupinus mutabilis* Sweet con beneficios en fijación nitrógeno atmosférico en cantidades apreciables de hasta 100 kg/ha aproximadamente,

restituyendo la fertilidad del suelo donde se cultiva (Barrera, 2015).

Por otro lado, en un experimento con *Lupinus montanus Kuth* en México evaluando la tasa de mineralización en 3 tratamientos: materia verde, compost y vermicompost de la misma especie, el ensayo demostró que existe una mayor tasa de mineralización en el *Lupinus* verde (Guerrero, Quintero, Espinoza, Benedicto y Sánchez, 2012).

El empleo de abonos verdes, principalmente de leguminosas al suelo, además del aporte de N₂ aporta otros macro y micronutrientes esenciales, también por su uso como cobertura que protege del impacto físico de la lluvia y viento, es un hábitat favorable para una diversa cantidad de microorganismos, ayuda a romper ciclo de plagas y enfermedades, controla plantas competidoras y muy importante: algunos tienen propiedades desintoxicantes que para el caso de suelos excesivamente fertilizados, tienen la característica de ser consumidores de nutrientes (Guanche, 2012).

Por lo anterior, se establece una investigación para determinar la disponibilidad total de nitrógeno del rastrojo *Lupinus costaricensis DB Dunn*, en campo abierto en la localidad de la Palma de Pérez Zeledón, al igual que estimar la tasa de degradación del rastrojo en función del tiempo.

Metodología

El ensayo se llevó a cabo en La Palma del cantón de Pérez Zeledón, localizado a 5 kilómetros de San Isidro del General, al sur del país.

Se realizó un diseño factorial compuesto de cuatro tratamientos y tres repeticiones, para

evaluar la disponibilidad del nitrógeno de la leguminosa *Lupinus costaricensis DB Dunn*, a través de la descomposición y mineralización del rastrojo o sustrato orgánico.

Dichos tratamientos consisten en obtener muestras –las tres repeticiones– cada 8 días durante un mes, es decir: T0 inicia, T1 a los 7 días, T2 a los 14 días, T3 a los 21 días y T4 a los 28 días después de plantado el sustrato en una cantidad determinada de suelo. La unidad de análisis consistió en 12 bolsitas de nylon, se les adicionó 1 Kg del suelo ultisol local y 35 gramos de materia verde. Es importante indicar que el abono verde se obtuvo de la finca La Angelina en Ochomogo de Cartago.

Se aplicó el análisis de varianza (ANAVA), junto con el análisis *Tukey* a través del programa INFOSTAT, VERSION: 2011.

Resultados y discusión

El nitrógeno total disponible del rastrojo obtenido de los tratamientos, fue inferior a lo esperado como se observa en el cuadro 1, con 0,01 g en el tratamiento final con respecto al inicial el cual fue de 0,58 g. Durante el tiempo del ensayo, se obtuvieron precipitaciones de hasta 5mm acompañados de días soleados, además de temperaturas de 24°C promedio (ICAFE, 2017), siendo estas condiciones las que inciden sobre la mineralización del rastrojo como establece Cabrera (2007) en su última investigación, señalando que el pico máximo de mineralización sucede a un rango de temperatura de 30 a 40°C y con un alto contenido de humedad a capacidad de campo en el suelo, es decir, el contenido de humedad que es capaz de mantener el suelo luego de su saturación.

CUADRO 1

Evaluación del aporte de nutrimentos del rastrojo al suelo ultisol en La Palma.

Trat. (semana)	Elementos esenciales				
	N (g)	C (g)	P (mg/l)	K (cmol(+)/l)	Ca (cmol(+)/l)
0	0,58±0,34 B	10,03±0,12 B	8,00±0,00 A	0,26±0,01 A	2,30±0,36 A
28	0,01±0,00 A	4,57±0,00 A	29,67±17,39 A	0,44±0,06 B	3,90±0,70 B
p – valor	p<0,0446	p<0,0001	p<0,0971	p<0,0056	p<0,0245

Nota. Las letras diferentes (p > 0,05). Valores en gramos (g) en bases seca por cosecha.

Al finalizar el tiempo de exposición al suelo, se observó variabilidad en los resultados de nitrógeno, relacionado por la actividad microbiana según lo expuesto por Tortosa (2013), el cual establece que un suelo demasiado seco, provoca que la biota no pueda operar de forma eficiente, además expone que los microorganismos necesitan de una óptima humedad para realizar los procesos metabólicos eficazmente.

Por otro lado, en la relación carbono/nitrógeno (C/N) en el suelo, no se encontró un aporte significativo del rastrojo, el valor obtenido en el tratamiento final fue inferior al esperado con 5,01 a los 28 días, mientras que inicialmente fue de 25,67, por tanto, se estableció que no hubo una relación adecuada para una buena mineralización de estos elementos.

Por su parte, en la evaluación de la relación C/N en el rastrojo se demostró que tuvo un aporte en el suelo como se esperaba, ya que hubo una disminución en el contenido de estos elementos en el rastrojo durante los tratamientos, como aparece en el cuadro 2, coincidiendo con lo dicho por Sosa, Sánchez y Sanclemente (2014), los cuales exponen que en el uso eficiente de abonos verdes, se da una liberación gradual de nutrientes.

Lo anterior, revela que en la descomposición del rastrojo, se dio una liberación de manera significativa en los elementos P, K, Ca, cuyos valores obtenidos al final del ensayo disminuyeron gradualmente con respecto al tratamiento inicial, con valores de 0,18 mg/l, 1,46 cmol(+)/l, 1,47 cmol(+)/l para el tratamiento final, como se observa en la tabla, con lo cual se demostró también una mejora en las condiciones del suelo mediante el aporte del rastrojo, con base en lo dicho por Sosa, Sánchez y Sanclemente (2014).

En la evaluación de la curva de humedad en el rastrojo, se encontró una disminución en el contenido, como se esperaba, este se degradó y se demostró el aporte de elementos en el suelo. No obstante, en la evaluación del rastrojo en el suelo, se encontró un déficit en el contenido hídrico pasando de un 40 a 18% en el tratamiento final (28 días) en relación con la inicial. Se estableció que una baja en las precipitaciones durante el periodo del ensayo junto con los días soleados, contribuyeron a este hecho. Ante esto, la actividad microbiana se vio afectada, con lo cual se perdió eficiencia en el proceso de descomposición, debido a la baja relación C/N obtenida en el tratamiento final la cual tuvo un valor de 5.

CUADRO 2

Evaluación de la degradación química del rastrojo de *Lupinus costarricensis* durante los 28 días en un ultisol de La Palma, San Isidro del General.

Trat. (semana)	Elementos				
	N (g)	C (g)	P (mg/l)	K (cmol(+)/l)	Ca (cmol(+)/l)
0	1,33±0,05 D	15,67±0,08 C	0,27±0,06 A B	1,63 ±0,12 A	1,54±0,05 A
7	0,69±0,02 C	15,25±0,38 C	0,23±0,02 A B	1,83±0,18 A B	1,05±0,11 A
14	0,64±0,09 B C	14,12±0,15 B C	0,29±0,03 B	3,03±0,27 B	2,64±0,44 B
21	0,42±0,14 A B	9,46±4,24 A B	0,23±0,05 A B	1,55±1,01 A	1,73±0,59 A B
28	0,36±0,06 A	7,06±0,76 A	0,18±0,03 A	1,46±0,28 A	1,47±0,24 A
p – valor	p<0,0001	p<0,0120	p<0,0365	p<0,0160	p<0,0029

Nota. Las letras diferentes (p> 0,05).

Ottos (2015), de manera consecuente explica que en relaciones C/N con un valor cercano a 5, ocurre un cese de la microflora y microfauna en el suelo, señala que hay una pérdida

de eficiencia en la actividad microbiana, donde hubo una pérdida de humedad durante el ensayo pasando de un 40,81% en el tratamiento inicial a un 18,24% al final, debido a un déficit en el

contenido de precipitaciones durante el tiempo de estudio, esto contribuyó a condiciones de volatilización.

Al mismo tiempo, en la evaluación del contenido de materia orgánica, pese a que se dio una disminución con un 7% para el tratamiento final sobre 17% de la inicial, se determinó que esta fracción orgánica *aún se encontraba* en un rango óptimo, coincidiendo con Molina y Meléndez (2002) en su último informe sobre análisis de suelos, en el cual establecen el valor óptimo entre un 5 a 10%.

Conclusiones

Se encontró que hubo una degradación del rastrojo de *Lupinus costaricensis* DB Dunn, pero no se evidenció un aporte significativo de nitrógeno al suelo. Es decir, a pesar de que existió una disminución paulatina del nutrimento N en el contenido del rastrojo, no se pudo evidenciar el aporte al sustrato debido a los factores climáticos, principalmente el contenido de humedad en el suelo. Lo anterior se relaciona con lo observado, en cuanto a la reducción paulatina en el contenido de humedad en el suelo, debido al déficit en las precipitaciones presentadas durante el periodo de la investigación.

No obstante, se aprecia un aporte óptimo de materia orgánica en el suelo a los 28 días después de incorporado el rastrojo de la leguminosa, el cual estuvo alrededor de un valor de 7%, que es superior a lo recomendado en ultisoles (5 %).

Además, se determinó un aporte significativo de los nutrimentos P, K, Ca al suelo por parte del *Lupinus costaricensis* DB Dunn, con valores de 0,18 mg/l, 1,46 cmol(+)/l, 1,47 cmol(+)/l para el tratamiento final. Al degradarse el rastrojo hubo también una disminución en el contenido de material seca en el tratamiento de los 28 días con respecto al tratamiento inicial.

Como recomendación, es importante estar monitoreando el contenido la temperatura y humedad en el suelo, ya que de estos factores depende el éxito de la mineralización y aporte de elementos del rastrojo al suelo (Arias 2001). El contenido de humedad óptimo para una adecuada mineralización deba ser superior al 30% y a

una temperatura adecuada, cercano a los 25°C, aunque se aclara que en los trópicos no varía la temperatura más de 5°C debido a la capacidad buffer y térmica del recurso (Porta et al 2003, Peña 2017).

Por otro lado, se recomienda el uso de abonos verdes al suelo especialmente en periodos de barbecho y de especies de leguminosas, cuando las tierras productivas están en descanso debido al importante aporte de nutrimentos que estos proporcionan y que pueden ser aprovechados cuando se inicia el siguiente cultivo. Para ello, se requiere que la planta sea de rápido crecimiento, se corte previo a la floración para la formación del rastrojo y que proporcione no solo alto contenido de nitrógeno sino también de biomasa vegetativa, pero se debe conocer su capacidad de degradación según el tipo de suelo y las condiciones agroclimáticas donde se incorporará, debido a que la unidad productiva podría valorar si es necesario o no sustituir esta técnica por el uso de sales fertilizantes y el manejo convencional de los cultivos. Para la continuación de las investigaciones, es necesario el uso de técnicas más precisas, como la isotópica ¹⁵N relacionado con la fijación biológica y la dinámica del nitrógeno en los sistemas productivos.

Agradecimientos: Proyecto RLA5065-IAEA, Vicerrectoría de Investigación UNED y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: Laboratorio de suelos, foliares y agua (INTA, Cartago - Costa Rica).

Referencias bibliográficas

- Arias, A.C. 2001. Suelos tropicales. EUNED, San José.
- Barrera, E. 2015. Evaluación del frijol *Lupinus* (*Lupinus mutabilis*) como abono verde para la producción agroecológica en el municipio de Subachoque Cundinamarca. Tesis. Ing. Agroecología. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Bogotá. 80p.
- Cabrera, M. 2007. Mineralización y nitrificación: procesos claves en el ciclo del nitrógeno. *En línea*. Recuperado de [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/77FA8167A21708978525799500785679/\\$FILE/Cabrera-IA34.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/77FA8167A21708978525799500785679/$FILE/Cabrera-IA34.pdf)

- Guanche, A. 2012. Los abonos verdes. *En línea*. Recuperado de http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/agec_454_abonos_verdes.pdf
- Guerrero, P., Quintero, R., Espinoza, V., Benedicto, G., Sánchez, M. 2012. Respiración de CO₂ como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de *Lupinus*. *Revista Tierra Latinoamericana*. 30 (4): 355-362.
- Instituto del Café de Costa Rica. ICAFE. 2017. Clima del café. *En línea*. Recuperado de <http://www.icafe.cr/sector-cafetalero/clima/?zona=PZ>
- Molina, E. y Meléndez, G. 2002. Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.
- Ottos, E. 2015. Relación entre el contenido de materia orgánica y nitrógeno total de los suelos de la provincia de Leoncio Prado. Tesis. Ing. Agr. Tingo María, Perú 138p.
- Porta, J.; M. López-Acevedo, C. Roquero. 2003. Edafología: para la agricultura y el medio ambiente. 3ª ed, Mundi-Prensa. Madrid.
- Peña W. 2017. Edafología del trópico. EUNED, San José Costa Rica.
- Servicio Agrícola y Ganadero. SAG. 2013. Agricultura Orgánica Nacional. Bases Técnicas y situación actual. *En línea*. Recuperado de http://www.sag.gob.cl/sites/default/files/agricultura_org._nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf
- Santos, T., y Velasco, V. 2016. Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Revista Agro Productividad*. 9 (8): 52 – 58. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/315114517_Importancia_de_la_materia_organica_en_el_suelo
- Sosa, B., Sánchez, M., y Sanclemente, E. 2014. Influencia de abonos verdes sobre la dinámica de nitrógeno en un Typic Haplustert del Valle del Cauca, Colombia. *Revista Ciencias del suelo*. 63 (4): 343-351.
- Tortosa, G. 2013. Factores que influyen en el proceso de compostaje. *En línea*. Recuperado de <http://www.compostandociencia.com/2013/04/factores-influyen-compostaje-html/>