**PP 54 Efecto de las variables edafoclimáticas sobre la fijación biológica de nitrógeno en diferentes leguminosas**

Vela F[1], Conde MB [2], Bertram NA[2,3]*
[1]Actividad privada, [2]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), [3]Universidad Nacional de Rosario (UNR).
*E-mail: bertram.nicolas@inta.gob.ar

*Effect of edaphoclimatic variables on biological nitrogen fixation in different legumes*

## Introducción

El N es el elemento más abundante de la atmósfera, representando el 79% del volumen total. Este se encuentra en forma diatómica ($N_2$), estado en el cual no está disponible para el crecimiento vegetal. Adicionalmente, este nutriente condiciona en gran medida el crecimiento de las plantas, siendo frecuentemente limitante. Si bien la mayoría de las plantas dependen de la absorción de N del suelo para satisfacer sus necesidades, ciertas especies, sobre todo las leguminosas, son capaces de fijar N a través de una relación simbiótica con rizobios Sin embargo las variables climáticas y edáficas pueden afectar esta relación planta-rizobio y por ende la fijación biológica de nitrógeno (FBN).

El objetivo del presente trabajo fue determinar y cuantificar la relación entre las variables edafoclimáticas y la FBN de diferentes leguminosas herbáceas.

## Materiales y Métodos

Se realizó una búsqueda bibliográfica basada en trabajos referidos a la FBN de leguminosas en sistemas ganaderos de todo el mundo.

Se hallaron, seleccionaron y analizaron más de 80 artículos publicados entre los años 1930 y 2021, correspondientes a 24 países y cuatro continentes, que abarcan una amplia gama de suelos, condiciones climáticas, especies, etc. Como requisito principal para la selección de los artículos, los estudios debían incluir experimentos realizados en condiciones de campo y reportar los valores de biomasa aérea acumulada (kg MS.ha$^{-1}$), especies forrajeras herbáceas leguminosas (anuales o perennes), contenido de N aéreo total y fijación de N (Ndfa (%) o N fijo en kg.ha$^{-1}$), como variables mínimas requeridas, y transferencia de N (Kg ha$^{-1}$). Adicionalmente se tuvo en cuenta, análisis de suelo, tipo de suelo, época del año, fertilización, precipitación, temperatura y método de medición utilizado.

Se realizaron ecuaciones a partir de diferentes variables edafoclimáticas como, precipitación anual (PPa) y del periodo de estudio (PPp), temperatura media anual (TMa) y del periodo de estudio (TMp), materia orgánica (MO), pH, nitrógeno de suelo (Ns) y carbono orgánico (CO), para determinar la relación y el ajuste con la FBN para diferentes leguminosas herbáceas. Para el análisis estadístico de las regresiones lineales simples se utilizó el método de ANCOVA para comparar de pendientes y para las regresiones múltiples se utilizó el método de STEPWISE.

## Resultados y Discusión

Dada la variabilidad de los datos el intervalo de confianza es amplio y los R2 bajos. Sin embargo, se encontró una relación positiva significativa entre la precipitación del periodo (PPp) y la FBN. Por el contrario, tanto la temperatura media del periodo (TMp), como el carbono orgánico (CO) se relacionaron de forma negativa con la FBN. Mientras que no se hallaron diferencias en las relaciones de la FBN con las precipitaciones anuales (PPa), temperatura anual (TMa), pH y materia orgánica (MO) (Tabla 1).

Se observó que ninguna variable ambiental o edáfica por sí sola llega a predecir con precisión a la FBN. Esto haría suponer que la respuesta de la FBN frente a los factores ambientales es multicausal, es por ello que se recurrió a diseñar un modelo multivariado en donde un conjunto de variables ambientales y edáficas permita explicar mejor el comportamiento de la FBN tanto por especie como por grupo funcional (anual y perenne) (Tabla 2).

**Tabla 1.** Regresiones simples entre las variables edafoclimáticas y la FBN de diferentes leguminosas herbáceas.

| | Ecuación | $R^2$ | FBN (Kg. ha$^{-1}$) Min | FBN (Kg. ha$^{-1}$) Max | n | p valor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PPa | Y= -0,03x + 145.80 | 0.008 | 13.8 (1152) | 483.3 (813) | 112 | ns |
| PPp | Y= 0,06x + 59.21 | 0.041 | 2.3 (160) | 391.7 (483) | 151 | ** |
| TMa | Y= -0,28x + 115.50 | 0.001 | 30 (9.5) | 350 (13) | 65 | ns |
| TMp | Y= -2,03x + 106,30 | 0.040 | 1.5 (5.6) | 242.4 (13.7) | 80 | ** |
| MO (%) | Y= -0,53x + 148.20 | 0.001 | 15.9 (2.8) | 351.3 (2.3) | 17 | ns |
| pH | Y= 16,43x + 4.44 | 0.076 | 12.9 (4.2) | 323.8 (6.1) | 35 | ns |
| CO (%) | Y= -12,70x + 124.90 | 0.184 | 27.9 (3.54) | 296.7 (0.5) | 16 | ** |

**Tabla 2.** Regresiones múltiples entre las variables edafoclimáticas y la FBN de diferentes leguminosas herbáceas (anuales y perennes).

| Especies | Ecuación | $R^2$ | n | p-valor |
|---|---|---|---|---|
| *General* | FBN= -60,1 + 64,2 (% Ns) + 7,9 (TMp) | 0,80 | 41 | ** |
| *Perennes* | FBN= -187,5 + 56,6 (% Ns) + 33,3 (pH) + 3,2 (TMp) + 0,12 (PPp) - 0,14 (PPa) + 8,2 (TMa) | 0,76 | 110 | * |
| *Anuales* | FBN= 77,3 - 98 (% Ns) + 0,03 (PPp) | 0,43 | 39 | * |

Coeficientes de determinación ($R^2$), rangos de FBN mínimo y máximo (Kg N ha$^{-1}$), los valores presentados entre paréntesis representan las variables edafoclimáticas, tamaño de muestra (n) y significancia estadística (* para $P$<0,05, ** para $P$<0,01, y ns para $P$>0,05). Abreviaturas: PPa-precipitación anual; PPp-precipitación del periodo; TMa-temperatura media anual; TMp-temperatura media del periodo; MO-Porcentaje de materia orgánica; pH y CO-Porcentaje de carbono orgánico.

Se observó que las variables como él % Ns se asoció positivamente a la respuesta en la FBN en todos los casos, mientras que otras variables edáficas como pH o climáticas como la TMp, TMa, PPp y PPa. Mostrando un muy buen ajuste en los valores de FBN para leguminosas en general ($R^2$=0,80) como también leguminosas perennes ($R^2$=0,76), no siendo tan preciso para las anuales ($R^2$=0,43) posiblemente por su menor desarrollo radicular y adaptación a largo plazo.

## Conclusiones

Ninguna variable por sí sola predijo eficientemente la FBN. Sin embargo, el modelo multivariado que combinó variables climáticas (precipitación, temperatura) y edáficas (N del suelo, pH) explicando hasta el 80% la respuesta de la FBN en leguminosas en general, destacando la importancia de enfoques holísticos. Además, la FBN fue mejor explicada por este modelo.