

RESUMEN

En la actualidad se estima que el área hortícola para la Patagonia Norte (Río Negro y Neuquén) asciende a más de 8.000 has. Esto representa un incremento de la actividad aproximadamente en un 65 % en más de diez años.

En la última década se ha incrementado el uso de los fertilizantes nitrogenados tanto a nivel nacional como internacional, con el fin de obtener mayor producción y calidad en los cultivos. Estos fertilizantes comerciales normalmente aumentan la productividad a corto plazo, pero las ganancias en productividad no se mantienen y provocan un desequilibrio en la ecología del suelo.

Debido a la complejidad del ciclo del nitrógeno es difícil para el sector productivo planificar su disponibilidad para las plantas, por lo que en general se realizan aplicaciones excesivas en momentos inadecuados. Esta situación puede provocar contaminación por lavado de nitratos pudiendo alcanzar las aguas subterráneas o bien ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales.

En la región, no existen estudios sobre la dinámica de nitratos en horticultura. Por ello esta experiencia tiene como objetivos principales: *determinar la distribución de nitratos en el perfil del suelo, como un indicador del riesgo de contaminación; evaluar la eficiencia de aplicación del nitrógeno en un cultivo de lechuga; evaluar el efecto de la enmienda orgánica y el fertilizante químico en la productividad de lechuga; y evaluar la sensibilidad de la materia orgánica (MO) y C-biomasa(C-BM) como indicadores de la calidad de suelo.*

El ensayo se llevó a cabo en una chacra comercial ubicada en la localidad de Centenario, provincia de Neuquén.

El mismo se realizó en lechuga, cultivar *Maravilla de las Cuatro Estaciones*. El diseño experimental utilizado fue en bloques completamente aleatorizado con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes: Fertilización con estiércol de pollo (E) en el cuál se agregó una cantidad equivalente a 100 kg/ha de nitrógeno; Fertilización química con Nitrato de Amonio (Fi), donde se incorporó 100 kg/ha de nitrógeno y un Testigo (N₀), sin fertilización.

La aplicación del estiércol se realizó en una sola dosis previo al transplante y la fertilización química fue aplicada en dos oportunidades posterior al mismo. Se extrajeron muestras de suelo a diferentes profundidades (0-30, 30-60, 60-90 cm.),

para describir el movimiento vertical de los nitratos (NO_3^-) en el perfil. Así también se tomaron muestras de suelo superficial (15 cm.), para determinar los indicadores químicos tales como: *nitrógeno total (Nt)*; *carbono orgánico total (COT)* y los Indicadores biológicos: *respiración edáfica (RE)*, *carbono de la biomasa microbiana (C-BM)*; *índice de mineralización del carbono (IM)*, *proporción de Carbono de la biomasa microbiana en la materia orgánica (MO) del suelo* (cociente entre C-BM y COT).

La cosecha se realizó una vez que el cultivo alcanzó el desarrollo comercial, momento en el cual se determinó la materia fresca foliar (MFf) y materia seca foliar (MSf), en ésta última se determinó nitrógeno total, contenido de nitratos (NO_3^{-1}), fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca). También se determinó rendimiento: kg MFf ha^{-1} y kg MSf ha^{-1} , nitrógeno foliar absorbido kg ha^{-1} , eficiencia fisiológica (EF) que es la relación entre el rendimiento MSf y el nitrógeno absorbido. Se determinó la eficiencia de utilización del nitrógeno (EUN) por el método indirecto $\text{EUN} = (\text{NPF} - \text{NPT}) \times 100 / \text{DN}$

Dónde NPF= nitrógeno acumulado en la biomasa foliar del tratamiento fertilizado, NPT= nitrógeno acumulado en las plantas testigo y DN= dosis de nitrógeno agregada.

El monitoreo de los nitratos fue evaluada por el análisis de varianza (ANOVA), se consideraron modelos lineales mixtos que permitieron ajustar la dependencia espacio-temporal (profundidad-fecha de muestreo) de las unidades experimentales. Para evaluar los resultados biológicos obtenidos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), teniendo en cuenta tratamiento y bloque. Se compararon las medias por el test de Tukey, con un nivel de significancia del 0,05.

Al comienzo del ensayo los nitratos variaron entre 40 y 140 mg kg^{-1} . En la segunda fecha de muestreo la mayor disponibilidad de nitratos fue en el tratamiento estiércol. En la tercera y cuarta fecha disminuyeron bruscamente en los tratamientos fertilizados a valores de concentración semejantes al testigo. La segunda fase de crecimiento de la lechuga coincide con las últimas fechas donde se consume el 50 % de los nutrientes disponibles y la mayor producción de materia seca.

Los nitratos en profundidad se concentraron en los primeros 30 cm en el tratamiento Fi, mientras que en el E alcanzaron los 60 cm. Es importante considerar que desde la incorporación del estiércol al transplante paso suficiente tiempo (38 días) y los nitratos liberados superaron en ese lapso al consumo del cultivo en la primera fase del crecimiento, por lo cual parte se pierde por lavado y alcanzan los estratos sub-superficiales del suelo donde las raíces de la lechuga no aseguran su absorción.

Se obtuvo un aumento significativo en los rendimientos de materia fresca de lechuga por ha en el tratamiento con estiércol respecto al testigo y a fertilizante químico.

La eficiencia de utilización del nitrógeno aplicado (EUN) fue del 25 % en el tratamiento con estiércol y del 16% con fertilización química.

De los resultados obtenidos se concluye que la primera hipótesis 1: *“El uso de estiércol como enmienda orgánica generará menor riesgo de contaminación por nitratos en un sistema de producción hortícola bajo riego que los fertilizantes nitrogenados de síntesis química”*, no fue cumplida ya que la mayor concentración de nitratos a los 60 cm. de profundidad se dio en las parcelas fertilizadas con estiércol, lo que implica un mayor riesgo de lixiviación de los mismos hacia aguas subterráneas.

Respecto a las constantes biológicas se observó que: al final del cultivo, el carbono de la biomasa (C-BM) fue mayor en los tratamientos fertilizados respecto al testigo; El índice de mineralización indicó mejor equilibrio entre mineralización y humificación del carbono en los tratamientos con fertilización inorgánica (Fi) y testigo (N₀), marcando la diferencia entre los sistemas de manejo; Un incremento en la relación C-BM/COT (eficiencia metabólica de la biota), hacia el final del cultivo en el tratamiento con estiércol de pollo, sin que éste llegase a ser a ser significativo. Con estos resultados se cumpliría la hipótesis 2: *“Los indicadores de calidad del suelo como las relaciones de Materia Orgánica y el Carbono de la Biomasa permiten diferenciar situaciones de manejo”*

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que la aplicación de la enmienda orgánica marca una tendencia positiva en la producción, no obstante se debería continuar ajustando momento de aplicación y lámina de riego para evitar la lixiviación de los nitratos y lograr mayor eficiencia de recuperación del nitrógeno, como también seguir evaluando de la evolución de los parámetros biológicos.

Palabras claves: *fertilización orgánica, fertilización mineral, nitratos, lixiviación, eficiencia de uso del nitrógeno, indicadores biológicos.*