



**ASÍ SON  
LOS SUELOS  
DE MI PAÍS**



## **IPEA N°223 Intendente Ramón N. Quinteros.**

Los Inmigrantes 205 esquina Facundo Quiroga. San José de la Dormida. Villa Tulumba.  
Córdoba.

Teléfono: 03521- 497911

Email: [ipem223@hotmail.com](mailto:ipem223@hotmail.com)

Director: Néstor Omar Araoz.

Vicedirector: Aldo Germán Farroni.



## **EL MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y SU RELACIÓN CON EL NITRÓGENO AMONICAL ATMOSFÉRICO Y EL MEDIO AMBIENTE**

**Autores:** Comán, Naile Brisa Nahir – Pineda, Maite Tizana – Gelvez, Manuela Nahir - Montenegro, Guadalupe – Garcia, Exequiel Gabriel – Zamora, Fátima Micaela Belén – Gori, Yanina – Carnevale, Daniel - Idiart, Elisa Noemí – Wolkowicz, Ana Carolina – Barros, José María

---

### Resumen:

El presente trabajo se realizó en la Región Norte de la Provincia de Córdoba, específicamente en el departamento Tulumba. El amoníaco, de fórmula  $\text{NH}_3$  es un gas que se encuentra de forma natural en la atmósfera, pero también hay actividades humanas como la agricultura y sobre todo la ganadería y el uso de fertilizantes que generan cierta cantidad. Como el medio ambiente y el clima son sistemas interconectados, este aumento de  $\text{NH}_3$ , a su vez influye negativamente en los ecosistemas y en la salud humana. Se seleccionó un lote con rastrojo de soja donde se delimitaron cuatro parcelas de 9 m<sup>2</sup>. Identificadas: T<sub>0</sub>: parcela testigo, T<sub>1</sub>: parcela fertilizada con urea, T<sub>2</sub>: parcela fertilizada con UAN, T<sub>3</sub>: parcela fertilizada con abono orgánico (estiércol de feed Lot). De cada parcela se extrajeron muestras de suelo de 0-20 cm y de 20-40 cm de profundidad. Al momento de la siembra se fertilizó empleando los fertilizantes antes mencionados con las dosis recomendadas por el laboratorio. La cuantificación del nitrógeno amoniacal volatilizado se llevó a cabo por tres repeticiones por tratamiento. Para ello se utilizaron colectores semi-abiertos estáticos. El proceso de volatilización es el proceso que lo sufren todos los fertilizantes nitrogenados y depende principalmente de las condiciones climáticas y del suelo.

Palabras Claves: Volatilización – Calentamiento Global – B.P.A

### Introducción:

El  $\text{NH}_3$ , entre otras consecuencias contribuye a la acidificación y al exceso de fertilización de los ecosistemas en la tierra y en el mar. Los gobiernos, las empresas e instituciones tienen planes para reducir las emisiones de  $\text{CO}_2$ , de  $\text{CH}_4$ , y otros contaminantes, pero a nadie parece preocuparle el aumento de  $\text{NH}_3$ . El mismo afecta sobre todo la temperatura y el agua. En la actualidad, se mide el  $\text{NH}_3$  de modo terrestre y satelital. Si la temperatura aumenta 5°C, las cantidades de  $\text{NH}_3$  lo harían en un 42%. El nitrógeno existe en la atmósfera como  $\text{N}_2$  (gaseoso), el cual es un componente esencial de los cuerpos de los seres vivos.

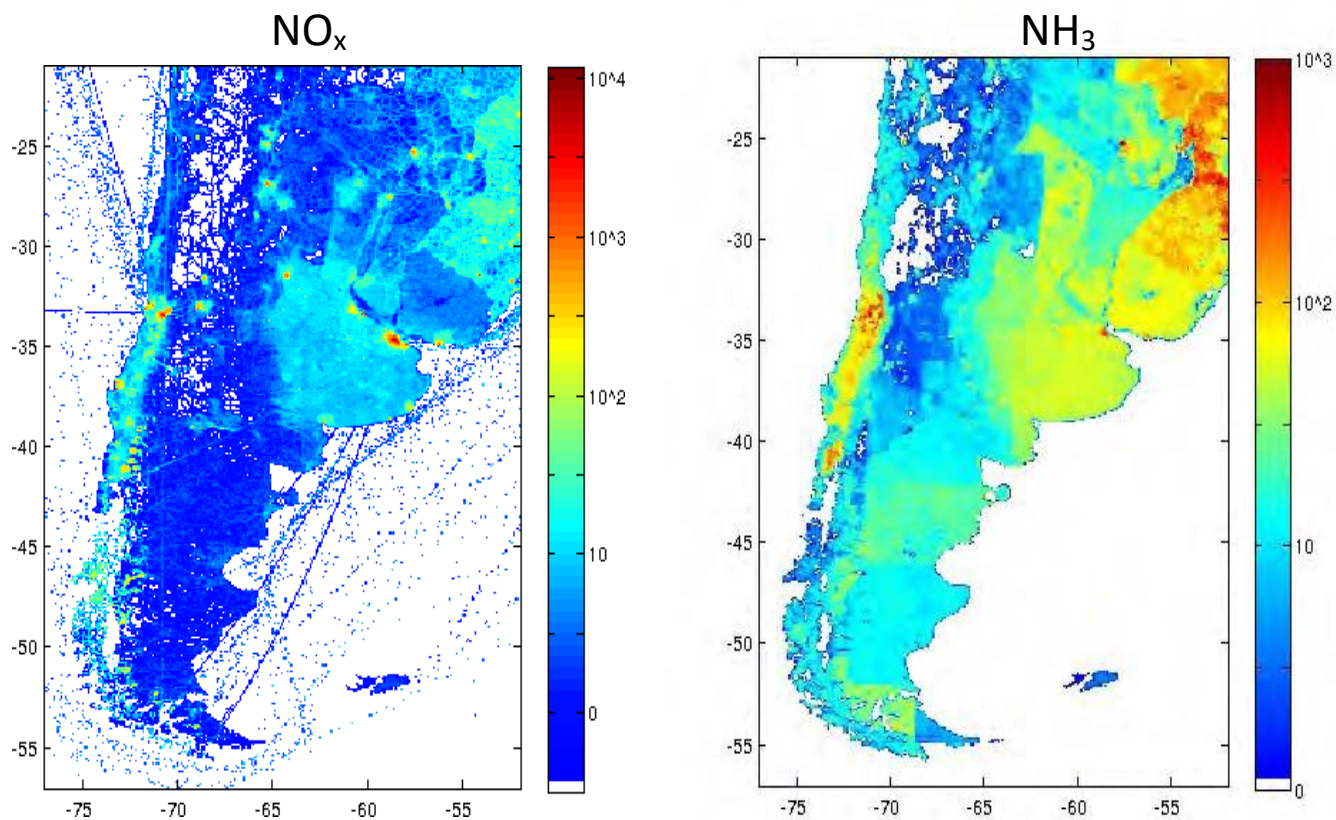


Los altos niveles de nitrógeno atmosférico, diferentes al  $N_2$  se asocian con efectos perjudiciales, como la producción de lluvia ácida - ácido nítrico ( $HNO_3$ ) y contribuyen al efecto invernadero en forma de óxido nitroso ( $NO_2$ ).

Cuando se usan los fertilizantes que contienen nitrógeno y fósforo en la agricultura, el fertilizante excedente puede llegar a los ríos, lagos y arroyos mediante escurrimientos superficiales. En este proceso, el escurrimiento de nutrientes produce un crecimiento excesivo, o proliferación de algas u otros microorganismos, cuyo crecimiento estaba limitado por la disponibilidad del nitrógeno o el fósforo.

La pérdida de nitrógeno puede ser la principal causa de la baja eficiencia de algunos fertilizantes amoniacales. Dichas pérdidas son el resultado de numerosos procesos químicos, físicos y biológicos, cuya magnitud es afectada por factores de ambiente, suelo y manejo tales como temperatura, pH del suelo, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, cobertura, humedad, la dosis y localización de los fertilizantes. Los cultivos de gramillas son habitualmente fertilizados con fuentes nitrogenadas sólidas y líquidas. En los últimos años se han introducido moléculas inhibitoras del proceso que actúan especialmente al nivel de la enzima ureasa, catalizadora del proceso.

Los óxidos de nitrógeno se producen de forma natural durante la descomposición bacteriana de nitratos orgánicos, los incendios forestales y de rastrojos, el escape de vehículos motorizados tipo diésel, la combustión los carbones, petróleo o gas natural y actividades industriales. En las últimas décadas se ha producido un incremento notable de las fuentes antropogénicas, provocando que las concentraciones de óxidos de nitrógeno sean claramente superiores en los entornos urbanos e industriales.



Total de Emisiones en Argentina.

Características de sitios de monitoreo:

Buenos Aires: Monitoreo de contaminantes: Parque Centenario, área residencial-comercial con flujo vehicular medio y escasa incidencia de fuentes fijas. Estación meteorológica: Aeropuerto Jorge Newbery, a 5 km de Parque Centenario.

Bahía Blanca: Monitoreo de contaminantes: Polo Industrial (petroquímico) en Ingeniero White. Estación meteorológica: Aeropuerto de Bahía Blanca Comandante Espora, a 12 km de Ing. White.

Córdoba: Monitoreo de contaminantes: Plaza Vélez Sarsfield, centro de la ciudad. Alto tránsito vehicular. Estación meteorológica: Aeropuerto Internacional Pajas Blancas, a 12 km del centro de la ciudad.

Fuente: UNC – FAMAFA - Maestría en Aplicaciones Espaciales de Alerta y Respuesta Temprana a Emergencias Instituto de Altos estudios Espaciales Mario Gulich.



#### Hipótesis:

El uso de diferentes presentaciones físicas de nitrógeno como fertilizante afecta al medio ambiente por la variación de la volatilidad de cada uno.

#### Objetivos:

- Determinar la pérdida de nitrógeno por volatilización al momento de la siembra de maíz.
- Comparar la volatilidad de las diferentes presentaciones comerciales del fertilizante nitrogenado.
- Revalorizar y concientizar acerca de la importancia de las BPAs en el uso de los diferentes fertilizantes.
- Comparar el rendimiento del cultivo según tratamientos.
- Difundir el TIS (Trabajo de Investigación de Suelos).

#### Material y Método:

Se seleccionó un lote con rastrojo de soja donde se delimitaron cuatro parcelas de 9 m<sup>2</sup>. Identificadas: T<sub>0</sub>: parcela testigo (Ver Imagen 5), T<sub>1</sub>: parcela fertilizada con urea (Ver Imagen 6), T<sub>2</sub>: parcela fertilizada con UAN (Ver imagen 7), T<sub>3</sub>: parcela fertilizada con abono orgánico (estiércol de Feed Lot) (Ver Imagen 8). De cada parcela se extrajeron muestras de suelo de 0-20 cm y de 20-40 cm de profundidad (ver tabla 1). Al momento de la siembra se fertilizó empleando los fertilizantes antes mencionados con las dosis recomendadas por el laboratorio (ver tabla 2). La cuantificación del nitrógeno amoniacal volatilizado se llevó a cabo por tres repeticiones por tratamiento (ver imagen 4 Y 9). Para ello se utilizaron colectores semi-abiertos estáticos hechos de cilindros de PVC de 16 cm de diámetro y 44 cm de altura, en cuyo interior se colocaron dos láminas de espuma de poliuretano de 3 cm de espesor, separadas 15,4 cm entre sí (Ver Imagen 3). Cada lámina de espuma se embebió en 70ml de una solución de ácido sulfúrico 0,5 N y 3% de glicerina (v/v) (Ver Imagen 1). La lámina inferior atrapa el NH<sub>3</sub> liberado desde el suelo, mientras que la lámina superior evita el ingreso del NH<sub>3</sub> proveniente de la atmósfera (Nömmik, 1973; Lara et al., 1999). La volatilización del NH<sub>3</sub> se determinó a los 1, 2, 3, 5 días después de la aplicación del fertilizante. Cada día de evaluación se reemplazaron las láminas de espuma de cada cilindro, la lámina inferior se llevó al laboratorio para determinar la cantidad de NH<sub>3</sub> volatilizado a través del método de digestión Kjeldahl.

La fecha de siembra fue el 31 de agosto, con una distancia entre líneas de 52 cm. La densidad utilizada fue de 2,8 semillas por metro lineal de surco y maíz v507 PWU (Ver Imagen 2).



Datos de análisis de suelo

Prof.	Lote	MO	Carbono	Nitrog Org	Rel C/N	Fósforo	Nitratos	pH	S-SO <sub>4</sub>	N Min (3% Anual el 90% de efíc)	N Act.	N T. Kg	Ren. Est (maíz)
cm		%	%	%		ppm	ppm		ppm	Kg de N	Kg de N	kg de N	qq/ha
0-20	Muestra 1	2,62	1,52	0,147	10,34	17,55	71,96	6,27		103,2	42,3	159,1	72
20-40	Muestra 2						23,08				13,6		

Tabla N°1

Recomendación de dosis de fertilización

Nº muestra laboratorio	Prof.	Lote	Rend Estimado	Urea	UAN	UAN
Unidades	cm		qq/ha	kg	kg/ha	lt/ha
434	0-20	Muestra 1	90	85	124	94
435	20-40	Muestra 2				

Tabla N° 2





Imagen 1.



Imagen 2. Fecha de siembra 31 de agosto.





Imagen 3. 31 de agosto.



Imagen 4. 31 de agosto.





Imagen 5. T<sub>0</sub> a los 33 días de la siembra.



Imagen 6. T<sub>1</sub> a los 33 días de la siembra.



Imagen 7. T<sub>2</sub> a los 33 días de la siembra.



Imagen 8. T<sub>3</sub> a los 33 días de la siembra.





Imagen 9. Vista completa de las parcelas de experimentación.





Resultados:

La técnica de digestión de las esponjas no es un análisis rutinario en los laboratorios. Por los que se presentó un inconveniente en el procesamiento de las muestras. Razón por la cual no se obtuvieron datos del nitrógeno amoniacal volatilizado en las parcelas. Esta dificultad nos instó a la búsqueda de información para enriquecer la discusión.

Discusión:

El nitrógeno en el suelo está sujeto a un conjunto de transformaciones de procesos de transporte que se denomina "Ciclo del Nitrógeno". Debido a las interacciones que existen entre todas las partes del sistema, para poder reducir las pérdidas de N, es necesario conocer cómo influyen las prácticas agrícolas y los factores ambientales en los diversos procesos de este ciclo. En el ciclo del nitrógeno no solo interviene el nitrógeno biogénico sino que también las fuentes de nitrógeno antropogénicas que han sido incrementadas en los últimos años en los entornos urbanos e industriales (Ver Figura 1).

La volatilización del amoníaco es un mecanismo que ocurre naturalmente en todos los suelos por mineralización del nitrógeno orgánico. Pero las pérdidas provenientes de fertilizantes químicos son considerablemente mayores que las provenientes del nitrógeno del suelo (Ver figura 2).

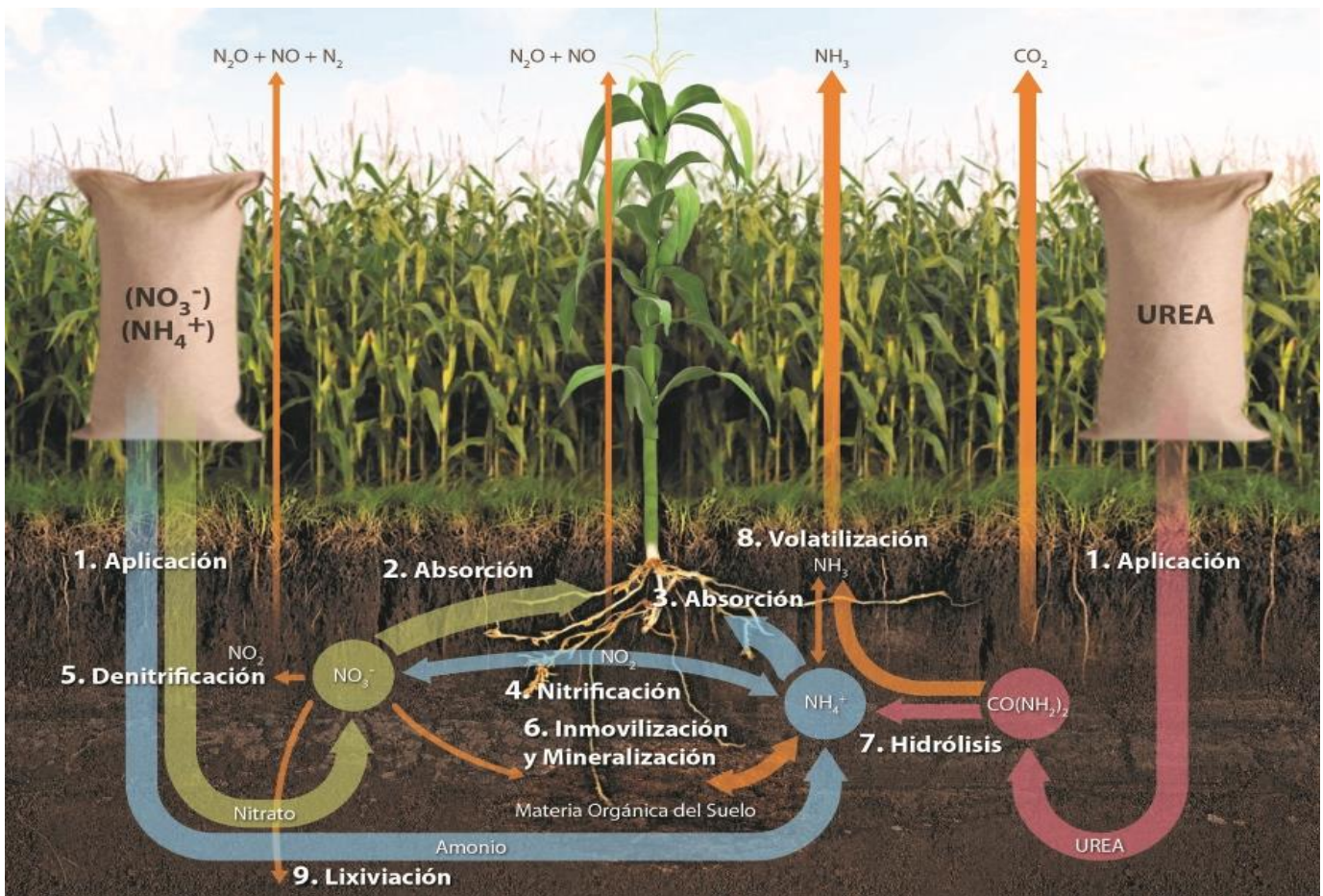


Figura 1. Ciclo del Nitrógeno en sistema agrícola.



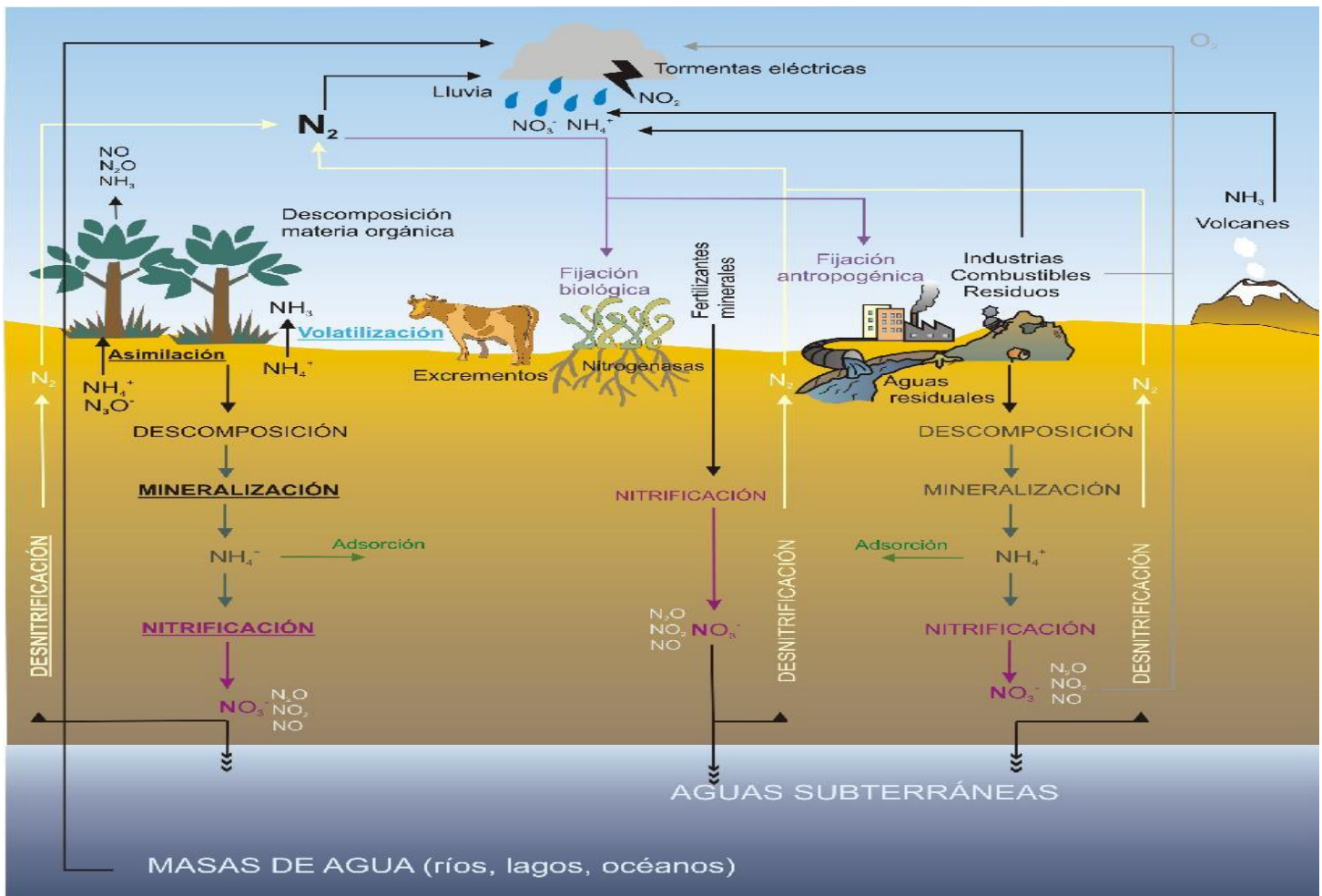


Figura 2. Ciclo biogénico y antropológico del Nitrógeno

Tabla 1: estimaciones de las pérdidas medias y total acumulado de N- $NH_3$  en función de las fuentes nitrogenadas en trigo. Rafaela, Provincia de Santa Fe. Campaña 1999/2000.

Tratamiento	DIAS DESDE LA APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE			TOTAL DE PERDIDAS	
	1	3	5	Kg/ha de N- $NH_3$	% de N perdido
	KG DE N/HA				
Urea 80 Kg N/ha	0,34 a	2,95 d	0,98d	5,79 f	7,30
UAN 80 Kg N/ha	0,12 a	1,12 c	0,68 c	2,66 e	3,32
Testigo	0,02 a	0,03 a	0,02 a	0,10 a	----

Valores para cada columna y momento de medición, seguidos por la misma letra no difieren significativamente entre sí ( $P < 0,05$ )

Fuente: EEA ITA Rafaela, Fontanetto y otros, 2001.



En la estación experimental de Rafaela del INTA se realizó un ensayo en el cultivo de trigo de siembra directa durante la campaña 1999/2000 (Fontanetto y otros).

Como resultado se encontró que las pérdidas totales por volatilización fueron mayores con la fuente de urea y en menor medida con UAN. No se registraron diferencias significativas de volatilización entre los diferentes tratamientos hasta el tercer día (Ver tabla 1) coincidiendo con lo informado con otros autores (Ferguson et al, 1984; Hargrove et al, 1988 y Sainz et al, 1997).

Para un aprovechamiento óptimo del cultivo y un potencial mínimo del medio ambiente, el agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento preciso que el cultivo los necesita. Esto es de gran relevancia para los nutrientes móviles como el nitrógeno, que puede ser fácilmente lixiviado del perfil del suelo o volatilizado, si no es absorbido por las raíces de las plantas. Puesto que las pérdidas de nitrógeno no pueden ser eliminadas totalmente se pueden establecer estrategias tales como estimar las extracciones y el fraccionamiento, adaptándolo a la fenología del cultivo, utilizar inhibidores, utilizar fertilizantes de liberación lenta, aplicación por ferti riego y aplicación foliar.

El objetivo perseguido en la adaptación de la disponibilidad del suelo a las necesidades del cultivo, con el objeto de minimizar los riesgos de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. El consumo de nitratos y nitritos por el hombre y los animales y la implicación del óxido nitroso perdido por volatilización en la disminución del ozono atmosférico fuerza a plantearse un manejo eficiente.

Los códigos de buenas prácticas para el nitrógeno nos dan pautas del uso adecuado para disminuir los efectos ambientales.

Por ello es de suma importancia realizar un balance de nutrientes determinando la cantidad de nitrógeno necesario para el cultivo y el nitrógeno disponible en el suelo. El nitrógeno requerido por el cultivo se determina considerando los experimentos de campo y las recomendaciones establecidas en cada zona. El nitrógeno que hay en el final del invierno en el suelo es muy variable y debe ser determinado a través del análisis del suelo. La mineralización del nitrógeno de la materia orgánica durante la época de crecimiento se tendrá en cuenta al hacer el balance de nitrógeno. La disponibilidad de nitrógeno en el suelo varía con el tiempo y depende de la fuente de materia orgánica, las características del suelo y del clima. La disponibilidad del nitrógeno aportado por el fertilizante nitrogenado también varía con el tiempo y depende del tipo de fertilizante, la forma (Líquido o Sólido) y la técnica de aplicación los compuestos nitrogenados se transforman de forma natural en el suelo y cuando pasan a nitratos pueden producirse lixiviaciones en el suelo. El fertilizante nitrogenado se utilizara de acuerdo a la demanda del cultivo para evitar pérdidas.

Conclusión:

- ❖ El proceso de volatilización es un proceso que lo sufren todos los fertilizantes nitrogenados en mayor o menor medida.
- ❖ El porcentaje de pérdida por volatilización depende principalmente de las condiciones climáticas y del suelo.



- ❖ El porcentaje de pérdida por volatilización puede ser disminuida al implementar las buenas prácticas agrícolas para el nitrógeno.
- ❖ Se continuará con el seguimiento del cultivo hasta el final del ciclo para realizar comparaciones de rendimiento.

Agradecimientos:

Al Laboratorio TERRA-Lab por colaborar desinteresadamente con los análisis de las muestras.

Al Laboratorio de Análisis Semillas, Suelos y Agua de la Sociedad Rural de Jesús María por la enorme predisposición para cuantificar el nitrógeno volatilizado.

Bibliografía:

- ❖ Ing. P.A.Mes Santiago Chevallier boutell. Agr. Mirta Toribio. Trabajo de investigación y desarrollo Profertil.
- ❖ Barbieri P.A, Echeverría H.E y Sainz Rosas H 2005 “Cuantificación de las pérdidas de nitrógeno por volatilización en el cultivo de maíz en función de la fuente, dosis y métodos de colocación del fertilizante” (convenio INTA Balcarce – profertil 2004/05).
- ❖ Salvagiotti, F 2005 “Cuantificación de las pérdidas del nitrógeno por volatilización y su efecto en el rendimiento del cultivo de maíz”. EEA INTA Oliveros. (convenio INTA oliveros – Profertil, 2004/05).
- ❖ [https://www.infoagro.com/abonos/buen\\_uso\\_fertilizante.htm](https://www.infoagro.com/abonos/buen_uso_fertilizante.htm)
- ❖ 2011-García Ferreyra–Ma-Fernanda-presentacion pdf. UNC, FAMAFA, IG, maestría en aplicaciones especiales de alerta y respuesta temprana a emergencias. Instituto de altos estudios espaciales de Mario Gulich. Obtención de mapas de calidad de aire a través de la implementación y primera aplicación del modelo de transporte químico CHIMERE sobre Argentina.