

eNeTOTAL PLUS VS OTROS FERTILIZANTES CON INHIBIDOR DE LA UREASA.



INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico y la búsqueda continua por superar objetivos productivos plantea la necesidad de intensificar la eficiencia de uso de los nutrientes basada en las Mejores Prácticas de Manejo (MPM) para los cultivos. Los mayores esfuerzos se centraron en el Nitrógeno (N), debido a su importancia en el manejo del cultivo para lograr rendimientos potenciales, a su menor eficiencia relativa, y la necesidad de lograr una agricultura sustentable, sin poner en riesgo el medio ambiente.

Los fertilizantes de eficiencia mejorada (FEM) se denominan a todos aquellos que permiten aumentar la eficiencia de uso de los nutrientes aplicados, mejorando la productividad de los cultivos y la sustentabilidad en el manejo de los

nutrientes a través de la reducción de pérdidas de éstos fuera del sistema suelo-cultivo (*M. Torres Duggan, 2023*).

Dentro de los FEM se encuentran los estabilizados que se dividen en dos tipos:

» **Inhibidores de la nitrificación:** Permiten disminuir las pérdidas de Nitrógeno (N) por lixiviación y desnitrificación de los Nitratos (NO_3^-).

» **Inhibidores de la ureasa:** Permiten disminuir las pérdidas de Nitrógeno (N) por volatilización del Amoníaco (NH_3).

Para mayor información de los inhibidores

VER BOLETÍN Nº 16



INHIBIDORES DE LA UREASA

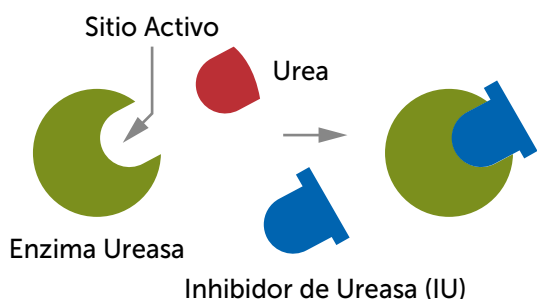
Desde el 2008 en Profertil, estamos evaluando y comercializando fertilizantes estabilizados con inhibidor de la ureasa. Durante estos años desde el departamento de I+D realizamos ensayos comparativos de rendimiento con distintas fuentes nitrogenadas, medimos pérdidas de N por volatilización de amoníaco (NH_3) y evaluamos la estabilidad de distintos principios activos en el tiempo de almacenaje. Sumado a esto desde el 2020, estamos realizando

ensayos de maíz en donde cuantificamos la emisión de óxido nitroso de distintas fuentes de N, uno de los gases de efecto invernadero (GEI), en distintas localidades.

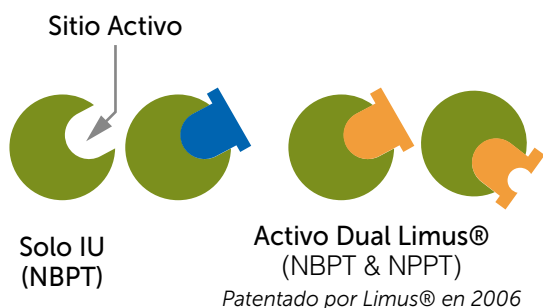
El objetivo de este boletín técnico es brindar información empírica sobre las ventajas del eNeTOTAL PLUS y la importancia de contar con un inhibidor de la ureasa (Limus-BASF) que contiene dos principios activos (NBPT y NPPT).

VENTAJAS DEL ENETOTAL PLUS VS OTROS FERTILIZANTES CON INHIBIDOR DE LA UREASA.

Único inhibidor del mercado que ofrece dos ingredientes activos: NBPT y NPPT proporcionando mayor eficiencia y una amplia protección contra la pérdida de nitrógeno.

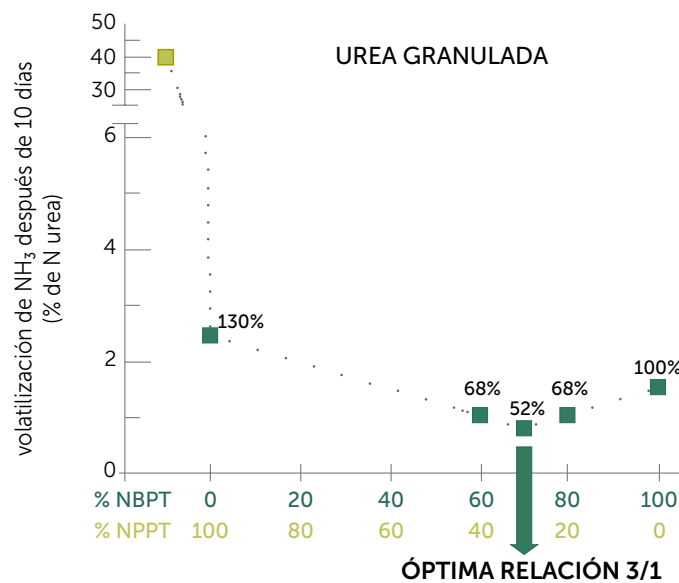


El inhibidor de la ureasa (NBPT) se une a la ureasa y disminuye la hidrólisis de la urea y la formación de amonio.



Las características de la enzima ureasa depende del origen y propiedades del suelo. Limus esta compuesto por dos inhibidores de ureasa (NBPT y NPPT) que combinados lo hacen más efectivo que un inhibidor simple.

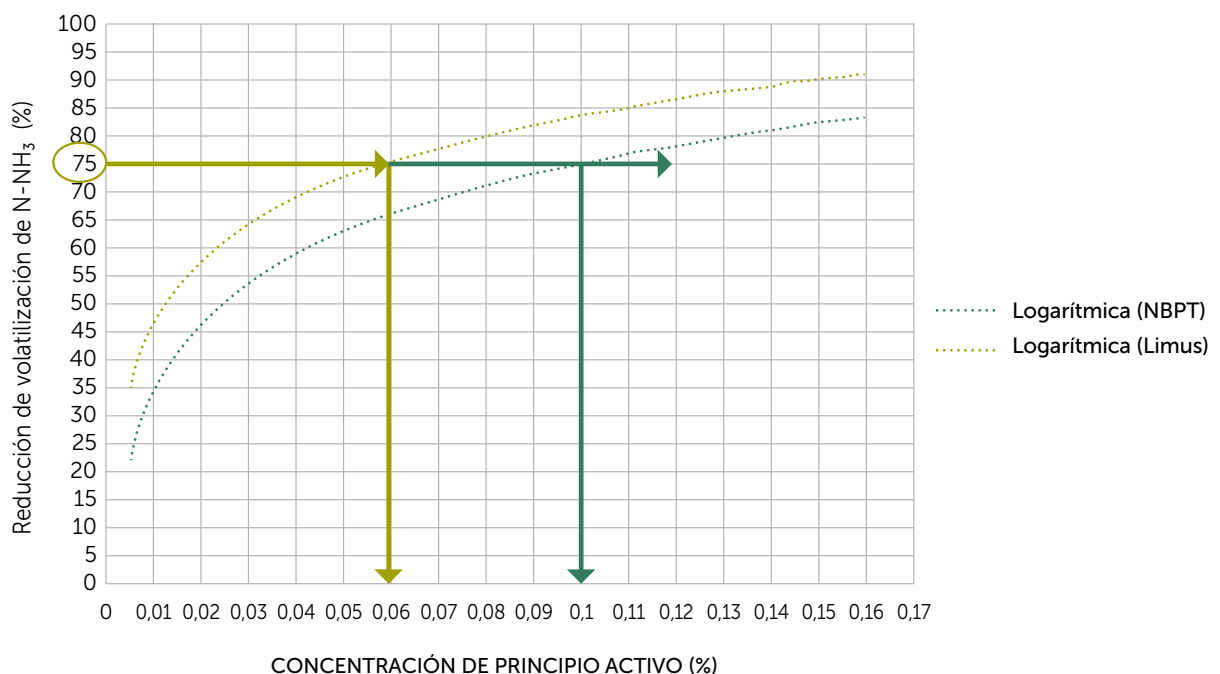
GRÁFICO 1: *Evaluación de la relación óptima de los principios activos NBPT y NPPT para lograr la mayor eficiencia como inhibidor de la ureasa.* Fuente: BASF, 2016.



Estudios químicos y de espectroscopia muestran que la relación óptima que otorga mayor poder inhibidor es 70% NBPT y 30% NPPT (Gráfico 1). El Limus contiene 63% de NBPT, 22% de NPPT y otros compuestos secundarios. La combinación conduce a una mejora de la eficiencia cercana al 50%, comparándola con el NBPT solo.

Esto se comprobó en una serie de ensayos de laboratorio que llevo a cabo el equipo de BASF (2012-15), en donde se evaluó la dosis del principio activo necesaria para alcanzar la reducción del 75% de la pérdida de NH₃, observándose que con el Limus (NBPT/NPPT) fue un 40% más efectivo (Gráfico 2).

GRÁFICO 2: *Evaluación de la dosis necesaria para alcanzar la reducción del 75% de la pérdida de N por volatilización de amoníaco (NH₃) de dos principios activos (NBPT y NBPT/NPPT).* Fuente: BASF, 2015.



OFRECE MAYOR ESTABILIDAD A TEMPERATURA AMBIENTE Y MAYOR TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.

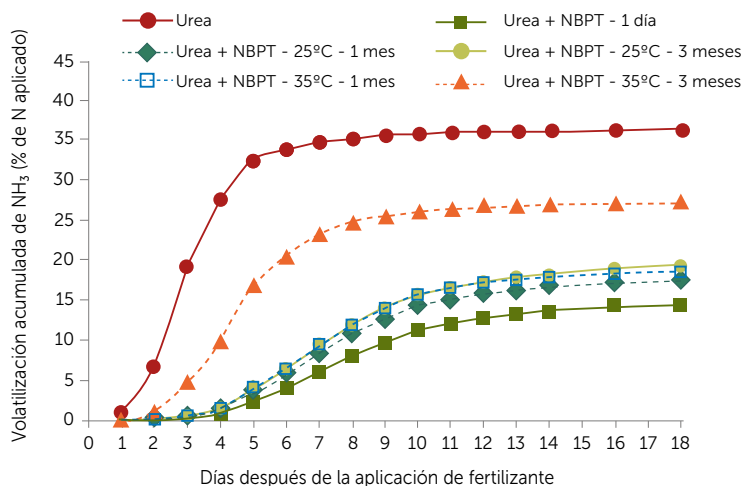
En una revisión realizada por el Dr. H. Cantarella (Cantarella *et al.* 2018) se señala la importancia de las condiciones de temperatura y humedad en el almacenaje del inhibidor. Hay varios estudios que demuestran que el NBPT se degrada con el tiempo cuando se aplica a la urea, y esto puede limitar la vida útil del fertilizante tratado (Watson *et al.* 2008 y Gioacchini *et al.* 2000). Watson (Watson *et al.* 2008) encontró que la vida media de almacenamiento de la urea tratada con NBPT fue de 20 semanas a 25°C, pero la degradación de NBPT fue mucho menor cuando la urea se almacenó a 4°C. En este estudio, cuando se añadió el inhibidor de ureasa a la urea fundida antes de la granulación, la estabilidad fue más prolongada que cuando NBPT recubría los gránulos de urea. Soares (Soares *et al.* 2011) descubrió que la urea recubierta con NBPT podía almacenarse de

forma segura durante 12 semanas a 25°C, pero sólo 4 semanas a 35°C. Cantarella y su equipo (Cantarella *et al.* 2016) estudiaron la eficacia de la urea recubierta con NBPT almacenada en dos lugares de Brasil. Descubrieron que la urea almacenada en el sitio sur (temperatura suave) aún funcionaba tan bien como la urea recién tratada después de 9 meses, mientras que la urea almacenada en el almacén centro-norte (más caliente) era significativamente menos efectiva después de 6 meses.

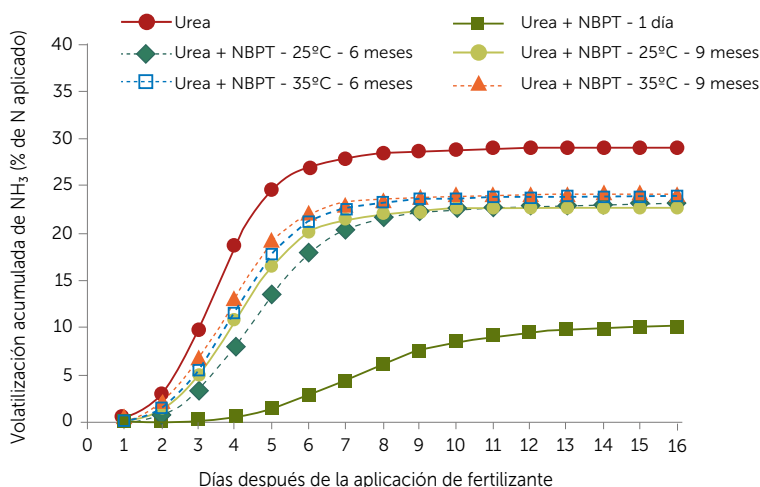
En el *Gráfico 3* vemos un trabajo de los Dres. Soares y Cantarella (2012) en el cual evaluaron la curva de pérdida por volatilización de amoníaco (%N) según fuente y meses de almacenamiento de la Urea+NBPT (0, 1, 3, 6 y 9 meses).

GRÁFICO 3: *Evaluación de la pérdida acumulada de N por volatilización de amoníaco (NH₃) de Urea y Urea+NBPT con distintos días de almacenamiento (0, 1, 3, 6 y 9 meses) a distintas temperaturas (25 y 35°C).* Fuente: Soares *et al.* 2012.

AMONÍACO PERDIDO HASTA 3 MESES DE ALMACENAJE DE LA UREA+NBPT.



AMONIACO PERDIDO HASTA 9 MESES DE ALMACENAJE DE LA UREA+NBPT.



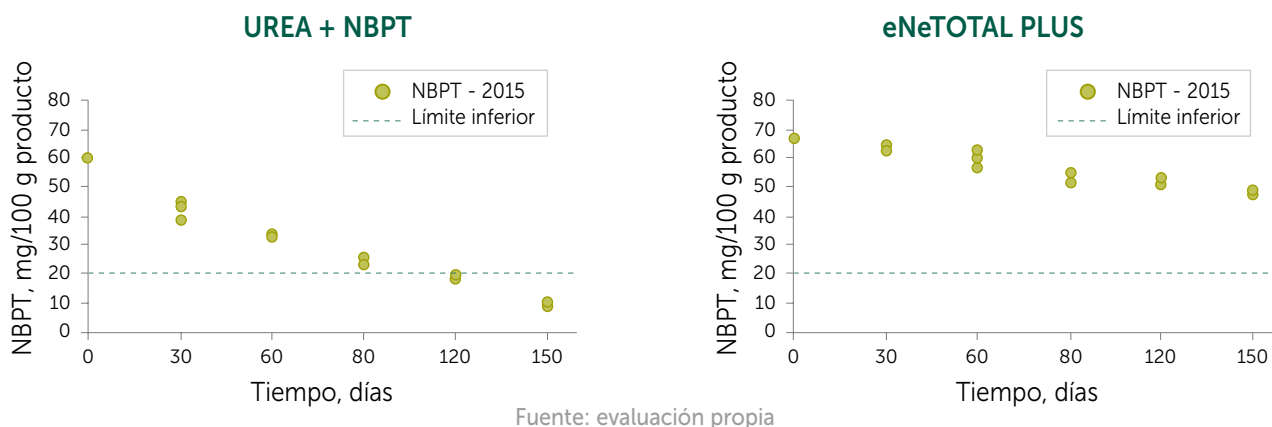
En los mismos vemos como la eficiencia del inhibidor se va perdiendo a mayor tiempo de almacenamiento y a mayor temperatura.

Los disolventes y otros aditivos de la solución NBPT utilizada para impregnar el fertilizante de urea parecen desempeñar un papel en la estabilidad y longevidad de los productos comerciales. Sin embargo, la estabilidad de la urea recubierta con NBPT sigue siendo motivo de preocupación, especialmente en condiciones en las que el fertilizante debe almacenarse durante

un largo período antes de su uso (Cantarella et al. 2018).

A raíz de esto y en búsqueda del mejor inhibidor, durante el 2015 y 2016 desde el departamento de I+D Profertil, realizamos una serie de ensayos en laboratorio (Plapiqui-CONICET y laboratorio Profertil) y a campo, para evaluar la pérdida de eficiencia de los distintos inhibidores de la ureasa en el tiempo: Urea + NBPT y Urea + NBPT/ NPPT (eNeTOTAL PLUS). Los resultados de estos ensayos se muestran en los Gráficos 4 y 5.

GRÁFICO 4: *Evaluación de la pérdida de NBPT en los productos Urea + NBPT y eNeTOTAL PLUS, por un período de 150 días en condiciones de temperatura y humedad controladas. (30°C y 55%HR). Ensayo en laboratorio.* Fuente: Plapiqui-CONICET, 2015.



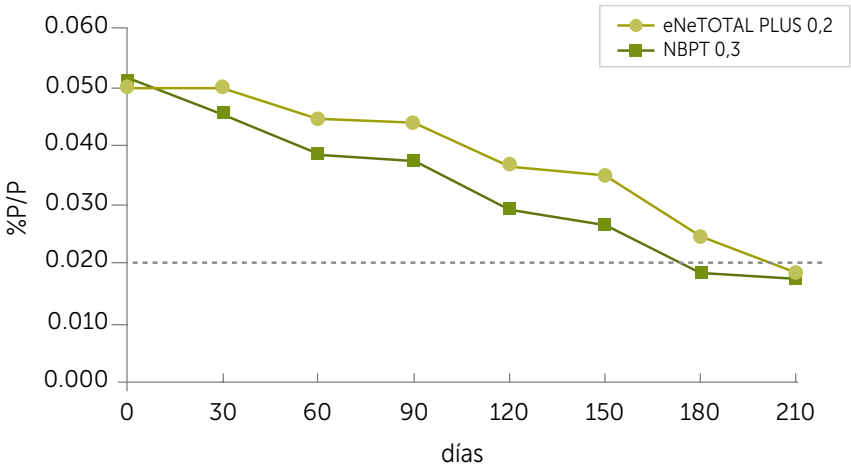
Fuente: evaluación propia

20 mg NBPT/100 gr producto= límite inferior recomendado como inhibidor.

Se concluye que bajo estas condiciones de temperatura (30°C) y humedad relativa (55%HR), la Urea + NBPT solo se puede almacenar por periodos menores de 90 días, y el eNeTOTAL PLUS se puede almacenar más de 150 días, tiempo límite del ensayo.

En el 2016 realizamos otro ensayo en donde evaluamos la pérdida de NBPT y NPPT de distintos inhibidores de la ureasa, durante el almacenamiento.

GRÁFICO 5: *Evaluación de la pérdida de la eficiencia del inhibidor en los productos Urea + NBPT y eNeTOTAL PLUS, por un período de 210 días en condiciones de temperatura y humedad ambientales.* Fuente: Laboratorio Profertil, 2016.



Si observamos el [Gráfico 5](#), vemos que la Urea + NBPT perdió más rápidamente el principio activo, llegó al límite antes de los 170 días, en cambio, el eNeTOTAL PLUS (Urea + NBPT/ NPPT) llegó al límite a los 200 días, confirmando que la suma de los principios activos le da más estabilidad al producto.

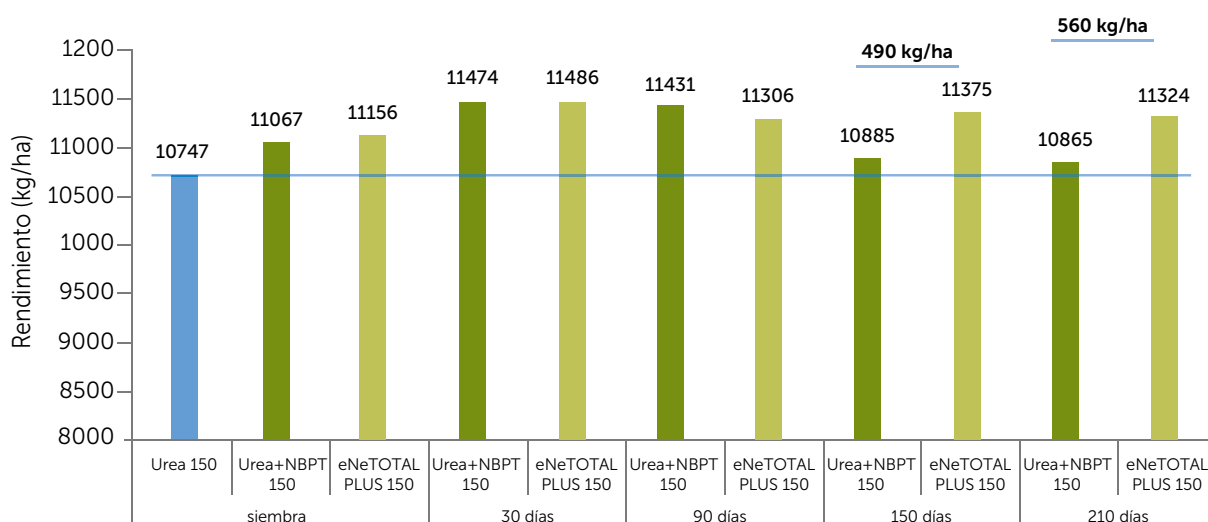
Las condiciones de temperatura y humedad en el almacenamiento se muestran en el [Cuadro 1](#). Cabe resaltar que los promedios fueron 15°C y 58% humedad relativa (%HR) en el galpón, condiciones distintas que en el ensayo de cámaras 30°C y 55% HR realizados en Plapiqui en el 2015.

CUADRO 1: *Registro de temperaturas (°C) y humedad relativa (% HR) de los data loggers de los distintos sitios del ensayo en el depósito. Valores mínimos, máximos y promedios.* Fuente: Laboratorio Profertil, 2016.

Lugar	Parámetro	Mínimo	Máximo	Promedio
Galpón	Humedad [%Hr]	24.30	80.10	58.62
	Temperatura [°C]	3.50	33.30	15.49
Urea+NBPT	Humedad [%Hr]	40.20	65.10	58.08
	Temperatura [°C]	6.50	30.90	17.34
eNeTOTAL PLUS	Humedad [%Hr]	38.70	63.10	55.56
	Temperatura [°C]	6.50	31.10	17.40

Continuando con esta línea de trabajo, en la campaña 2016-17 se llevaron a cabo dos ensayos de maíz tardío: Río Segundo (Ing. G. Zamora) y Pergamino (Ing. G. Ferraris EEA INTA Pergamino), en donde se evaluó la respuesta en rendimiento por el uso de los inhibidores (NBPT y NBPT/NPPT) con los distintos tiempos de almacenamiento. Los resultados se muestran en el *Gráfico 6*.

GRÁFICO 6: *Promedio de 2 ensayos de evaluación de rendimiento de maíz tardío bajo diferentes fuentes de N y distintos momentos de almacenamiento (0, 30, 90, 150 y 210 días). Río Segundo y Pergamino. Campaña 2016-17.* Fuente: Elaboración propia.



Como se observa en el *Gráfico 6* cuando el producto estuvo almacenado hasta 90 días los dos inhibidores fueron eficientes obteniéndose rendimientos de maíz semejantes. Cuando el producto estuvo almacenado más tiempo, 150 y 210 días, la eficiencia del inhibidor NBPT comenzó a disminuir, encontrándose rendimientos semejantes a la Urea (10.747, 10.885, 10.865 kg/ha respectivamente), y el eNeTOTAL PLUS (inhibidor NBPT/NPPT) demostró ser un producto más eficiente y estable en el tiempo, con diferencias en rendimientos de más de 500 kg/ha hasta los 210 días de almacenaje.



CONCLUSIONES

- Está comprobado que el eNeTOTAL PLUS es el fertilizante con inhibidor de la ureasa **más eficiente**, ya que contiene la relación óptima de dos principios activos NBPT y NPPT, que **logra un 40% más efectividad** que el NBPT solo.
- La temperatura de almacenaje es **muy importante** para preservar el inhibidor de la ureasa, y contar con **dos principios activos** (NBPT/NPPT), **estabiliza el inhibidor y prolonga su eficiencia**.
- Los resultados de los ensayos a campo de maíz tardío nos demostraron que la Urea+NBPT con más de 90 días de almacenamiento pierde el efecto inhibidor lográndose rendimientos semejantes a la urea. No así el **eNeTOTAL PLUS** que conservó el mismo **hasta los 210 días**, cuyo rendimiento diferencial promedio **superó los 500 kg/ha**.

RECOMENDACIONES AL MOMENTO DE COMPRA DE UREA PROTEGIDA CON INHIBIDOR DE LA UREASA.

- **FECHA DE PRODUCCIÓN.** El momento en que se arma el producto es el punto de partida del tiempo efectivo de acción del inhibidor.
- **CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.** La eficiencia del inhibidor disminuye con el tiempo, y el mismo va a depender de las condiciones de temperatura y humedad de almacenaje. Según estudios mencionados podemos aconsejar:

Temperatura de almacenaje	Tiempo en días de eficiencia del inhibidor	
	Urea+NBPT	eNeTOTAL PLUS
Menos de 15°C	Más 170	Más 210
15-30°C	80 a 150	210
35°C	30	Sin datos

- **COBERTURA DE LOS GRÁNULOS.** Los gránulos deben estar bien cubiertos con el inhibidor para asegurar la correcta dosis en cada uno de ellos. En Profertil contamos con un protocolo de armado de producto cuya duración es 13 minutos y con el que aseguramos calidad del producto final.

[VER PROTOCOLO](#)



- **COLOR.** Verificá con tu proveedor el producto entregado ya que el mismo cuenta con distintas tecnologías. No aceptes productos mezclados (distintos colores), eNeTOTAL PLUS se **comercializa de color amarillo** (Urea amarilla).

BIBLIOGRAFÍA:

- Cantarella H., Soares J. R., Sousa R. M., Otto R., Sequeira C. H. *Stability of urease inhibitor added to urea. Melbourne, Australia: 2016 International nitrogen initiative conference: solutions to improve nitrogen use efficiency for the world; 2016.*
- Cantarella H., Otto R., Soares J.R., Gomes de Brito Silva A. *Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review. Journal of Advanced Research 2018; 13:19-27.*
- Gioacchini P., Giovannini C., Marzadori C., Antisari LV., Simoni A. Gessa C, *Effect of N-(n-butyl) thiophosphoric triamida added to peat and leather in urea-based fertilizer on urea hydrolysis and ammonia volatilization. Commun Soil Sci Plant Anal 2000; 31(19-20):3177-91.*
- Soares J. R. *Efeito de inibidores de urease e de nitrificação na volatilização de NH_3 pela aplicação superficial de ureia no solo (Effect of ureasa and nitrification inhibitors on NH_3 volatilization with Surface-application of urea to soil). Campinas: Agronomic Institute of Campinas; 2011.*
- Soares J. R., Cantarella H., Menegale MLC. *Ammonia volatilization losses from surface-applied urea with urease and nitrifications inhibitors. Soil Biol Biochem 2012; 52:82-9.*
- Torres Duggan M. *¿Qué son los fertilizantes de eficiencia mejorada y cuál es su contribución a los sistemas de producción agrícola? Revista Horizonte A. Año 19 - N°168. noviembre 2023.*
- Watson C.J., Akhonzada N.A., Hamilton JTG, Matthews D.I. *Rate and mode of application of the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide on ammonia volatilization from surface-applied urea. Soil Use Manag 2008; 24:246-53.*

