

## Folleto sobre seguridad y uso del amoniaco

**Juan Carlos Ruiz Perdomo, María del Carmen Milán  
Cárdenas, Bárbara Murguía Cruz**

Departamento de P.P.D. Vicerrectorado Docente Educativo.  
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera  
a Camajuaní Km. 5 ½. Santa Clara. CP 54830. Villa Clara.  
Cuba. E-mail: [mariamc@uclv.edu.cu](mailto:mariamc@uclv.edu.cu)

---

### Resumen

En el presente trabajo se exponen los referentes teóricos sobre la forma de enfrentar los desastres de origen tecnológico producidos por sustancias químicas tóxicas de uso general, enmarcados en el desarrollo científico técnico cubano hasta la actualidad el rol que desempeñan estos productos dentro de la economía cubana y el uso que se le da a los mismos. Analizando como éstos no pueden ser sustituidos por otros ya que cada uno responde a un fin específico. Se realizan algunas consideraciones sobre la finalidad de su utilización en la actualidad y estudiamos la forma más correcta de su uso, y como por cada especialidad del universo científico cubano se puede enfrentar cada caso y en qué medida podemos contribuir a la utilización de todas estas sustancias como parte de la vida diaria, enseñando de esta forma a nuestros futuros profesionales de las ciencias naturales. Además contribuimos a la cultura sobre el uso de las sustancias químicas en toda la población con un sistema adecuado de protección de la economía y las personas en caso de producirse un escape de cualquier tipo de sustancias. Se concluye con los esfuerzos que realiza el país para elevar el desarrollo científico técnico además de la preparación de los profesionales que se van a enfrentar a estos y la utilización más correcta posible de estas sustancias, así como hacer más productivo el trabajo lo cual indudablemente favorece al desarrollo de país y a la asimilación y la retroalimentación de todos en el uso y aprovechamiento de las sustancias químicas y la protección del medio ambiente, proceso que estimula la participación creadora del estudiante en el futuro desarrollo científico técnico del país.

**Palabras claves:** Desastres tecnológicos | Sustancias químicas | Amoníaco | Seguridad

---

## Introducción

El éxito de Cuba en la reducción de desastres y en la preparación del hombre nuevo de forma oportuna constituye un modelo de efectiva preparación para casos de desastres, impulsado por un gobierno consciente en la preservación de vidas humanas la conservación del medio ambiente y la economía. Ello resulta aún más impresionante si se tiene en cuenta que Cuba, aún cuando cuenta con un fuerte gobierno central, es un país pobre. ¿Cuál es el secreto del éxito cubano?

El éxito cubano no esconde ningún secreto. Lejos de ello la excepcional dedicación de nuestra nación a la incorporación de la reducción de riesgos a sus estructuras y a la elevación de la Conciencia sobre los riesgos puede y debe estudiarse para aprender de ellos y para reproducir sus estrategias de preservación de vidas y protección del medio ambiente. De esta forma si se tiene ello en cuenta, se entenderá la urgencia de que las naciones cuyas poblaciones son las más afectadas, por esos peligros comportan estrategias y logros en la reducción de riesgos. La experiencia cubana constituye un caso extremadamente valioso. De ahí la necesidad de aplicar los materiales necesarios para el enriquecimiento de su acervo cultural como valioso exponente de preservar la vida sana de nuestra población y proteger y conservar la vida animal y nuestro entorno, además del el medio ambiente en su conjunto. Ya que algunos de estos desastres se pueden producir de manera impredecible y pueden ser más o menos violentos de acuerdo a los conocimientos que de ello tengan nuestros profesionales y la población en general, además de los obreros que trabajan en nuestras industrias con sustancias químicas que provocan estos accidentes.

En tales casos Cuba se ve afectada por diversos y múltiples tipos de peligros. La Defensa Civil Cubana (Organismo Estatal encargado de la protección de la vida de las personas, la economía y el medio ambiente) ha llevado a cabo una labor considerable en la mitigación y la preservación para casos de desastres con el fin de enfrentar diferentes tipos de peligros. En tal sentido ante el desarrollo tecnológico que va adquiriendo nuestro país y las exigencias mundiales por el desarrollo desenfrenado del imperialismo y la introducción en el mundo de ideas que afectarían en largo o corto plazo y que pondrían al mundo una vez más al borde de una hecatombe ecológica, nuestro país ha perfeccionado con la dirección de la defensa civil muy especialmente su respuesta ante tales situaciones. Para esto Cuba cuenta con una defensa civil fuerte y bien organizada, un sistema de aviso temprano, equipos de rescate bien equipados, reservas para casos de emergencia y otros recursos. Esos son los que podríamos dominar "Factores Tangibles" de que depende Cuba.

El modelo de desarrollo socioeconómico cubano y las respuestas en caso de desastres del otro, se combinan para reducir sustancialmente la vulnerabilidad de la población ante los peligros por escape de sustancias tóxicas. Durante los últimos años, el gobierno de Cuba ha centrado su atención en el desarrollo social y económico dándole prioridad a la distribución equitativa de los recursos, el acceso universal a los servicios sociales y la disminución de la brecha entre el desarrollo urbano y rural. Por tal motivo el desarrollo científico técnico ha dado experiencias y han nacido los planes de reducción de desastres.

Por tal motivo nos planteamos trabajar con uno de los compuestos químicos tóxicos más usados en nuestro país en la base científico técnica.

## **El Amoniaco**

El amoníaco se encuentra en el ambiente en el aire, el suelo y el agua, y en plantas y en animales, incluso seres humanos. La exposición a niveles altos de amoníaco puede producir irritación y quemaduras serias en la piel y en la boca, la garganta, los pulmones y los ojos. La exposición a niveles muy altos puede producir la muerte. Al ser este producto de uso general en todas las provincias del país nos vemos en la necesidad de estudiarlo para el correcto uso y protegernos de él. El amoníaco es un compuesto químico cuya molécula está compuesta por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) y cuya fórmula química es  $\text{NH}_3$ .

**NH<sub>3</sub>** Es un compuesto formado por tres átomos de Hidrógeno y uno de Nitrógeno. Es un gas incoloro, de olor característico y muy picante. El amoníaco es muy soluble en agua, estado en que tiene carácter básico por formación de hidróxido de amonio,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , y en el que se utiliza normalmente. Se obtiene por la combinación directa del Hidrógeno y del Nitrógeno a elevada temperatura y presión, tanto en presencia de un catalizador de hierro, o bien como subproducto de la destilación seca de la hulla.

El nombre de amoníaco deriva del nombre dado a una divinidad egipcia: Amón. Los egipcios preparaban un compuesto, cloruro amónico, a partir de la orina de los animales en un templo dedicado a este Dios. Cuando se llevo a Europa mantuvo ese nombre en recuerdo de la sal de Amón.

### ***Propiedades físico químicas del amoníaco***

- Gas incoloro en condiciones normales
- Temperatura de solidificación  $-77,7^\circ\text{C}$
- Temperatura normal de ebullición  $-33,4^\circ\text{C}$

- Calor latente de vaporización a 0°C 302 kcal/kg
- Presión de vapor a 0°C 4,1 atm.
- Temperatura crítica 132,4°C
- Presión crítica 113atm.
- Densidad del gas (0°C y 1atm.) 0,7714 g/l

### ***Efectos tóxicos***

Es tóxico por inhalación (edema pulmonar) y los vapores producen irritación de ojos. Las salpicaduras de amoníaco líquido producen quemaduras y un daño irreparable en los ojos.

### ***Almacenamiento***

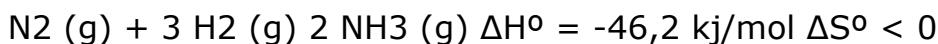
El amoníaco se puede almacenar en almacenamientos refrigerados a presión atmosférica y aproximadamente -33°C con capacidades de 10000 a 30000 tn (hasta 50000)

También puede almacenarse en esferas o tanques a presión a temperatura ambiente y su presión de vapor con capacidades de hasta 1700 tn.

Por ultimo se utilizan esferas semirefrigeradas a presiones intermedias (4atm) y 0°C estas esferas también tienen capacidades intermedias entre los almacenamientos a temperatura ambiente y los refrigerados.

### ***Síntesis industrial***

El NH<sub>3</sub> se obtiene exclusivamente por el método denominado Haber-Bosh (Fritz Haber y Carl Bosh recibieron el Premio Nobel de química en los años 1918 y 1931). El proceso consiste en la reacción directa entre el nitrógeno y el hidrógeno gaseosos



es una reacción exotérmica por lo que un excesivo aumento de temperatura no favorece la formación de amoníaco

$$25 \text{ }^\circ\text{C} \quad K = 6,8 \cdot 10^5 \text{ atm.} \quad 450 \text{ }^\circ\text{C} \quad K = 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ atm.}$$

Sin embargo, la velocidad a la que se forma NH<sub>3</sub> a temperatura ambiente es casi nula. Es una reacción muy lenta, puesto que tiene una elevada energía de activación, consecuencia de la estabilidad del N<sub>2</sub>. La solución de Haber al problema fue utilizar un catalizador (óxido de hierro que se reduce a hierro en la atmósfera de H<sub>2</sub>) y aumentar la presión, ya que esto favorece la formación del producto. Convertir el método de Haber en un proceso de fabricación fue trabajo realizado por Carl Bosh, ingeniero químico de la BASF, quien de este modo consiguió su Nobel.

En la práctica las plantas operan a una presión de 100-1000 ATM. Y a una temperatura de 400-600 atm. En el reactor de síntesis se utiliza  $\alpha$ -Fe como catalizador ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sobre  $\text{Al}_2\text{O}_3$  catálisis heterogénea). A pesar de todo, la formación de  $\text{NH}_3$  es baja con un rendimiento alrededor del 15%. Los gases de salida del reactor pasan por un condensador donde se puede licuar el  $\text{NH}_3$  separándolo así de los reactivos, los cuales pueden ser nuevamente utilizados.

Los estudios sobre el mecanismo de la reacción indican que la etapa determinante de la velocidad de la reacción es la ruptura de la molécula de  $\text{N}_2$  y la coordinación a la superficie del catalizador. El otro reactivo,  $\text{H}_2$ , se activa más fácilmente. Se producen una serie de reacciones de inserción entre las especies adsorbidas para producir el  $\text{NH}_3$ . El catalizador funciona adsorbiendo las moléculas de  $\text{N}_2$  en la superficie del catalizador debilitando el enlace interatómico N-N; de esta forma se origina N atómico el cual reacciona con átomos de hidrogeno que provienen de la disociación de  $\text{H}_2$  que también tiene lugar en la superficie metálica.

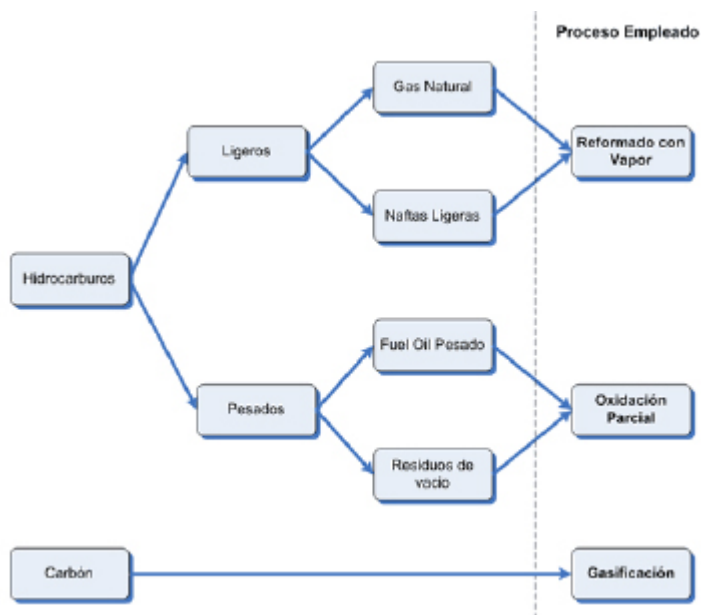
### ***Horno de síntesis***

El comportamiento del acero frente al hidrógeno a altas presión y temperatura es un factor determinante para la construcción de un horno de síntesis. El hierro a elevadas temperatura y presión es permeable al hidrógeno, que en estas condiciones es capaz de eliminar al carbono con formación de hidrocarburos. Con esto el acero pierde resistencia y después de un cierto tiempo de funcionamiento el horno puede rajarse y explotar. Para impedirlo se construye el horno con hierro dulce pobre en carbono. Este apenas tiene resistencia a la presión y tampoco puede evitar que el  $\text{H}_2$  se difunda a través, pero estas dificultades pueden salvarse si se reviste este tubo con un segundo de acero al cromo-níquel, resistente a la presión y se procura simultáneamente que el hidrógeno que se difunda a través del primero se pueda eliminar del espacio entre ambos con facilidad y a baja presión.

Existen numerosos métodos en la síntesis actual del amoniaco, pero todos ellos derivan del proceso Haber-Bosch original. Las modificaciones más importantes están relacionadas con la fuente del gas de síntesis, la diferencia en los procesos de preparación del gas de síntesis y las condiciones de obtención del amoniaco. La producción de una planta de  $\text{NH}_3$  ronda las 1500 tn./día. La fabricación de amoníaco constituye uno de los ejemplos de la industria química pesada.

## Materias primas

El 77% de la producción mundial de amoníaco emplea Gas natural como materia prima. El 85% de la producción mundial de amoníaco emplea procesos de reformado con vapor.



	Gas natural	Fuel oil pesado	Carbón
Consumo de energía	1,0	1,3	1,7
Coste de inversión	1,0	1,4	2,4
Coste de producción	1,0	1,2	1,7

Las previsiones son que el gas natural siga siendo la materia prima principal durante por lo menos los próximos 50 años.

El amoníaco ocurre naturalmente y es también manufacturado. Es una fuente importante de nitrógeno que necesitan las plantas y los animales. Las bacterias que se encuentran en los intestinos pueden producir amoníaco.

El amoníaco es un gas incoloro con un olor característico. El olor es reconocido por mucha gente ya que el amoníaco se usa en sales aromáticas, en muchos productos de limpieza domésticos e industriales, y en productos para limpiar vidrios.

El amoníaco gaseoso puede disolverse en agua. Este tipo de amoníaco se llama amoníaco líquido o solución de amoníaco. Una vez que se expone al aire, el amoníaco líquido se transforma rápidamente a gas.

El amoníaco se aplica directamente al suelo en terrenos agrícolas, y se usa para fabricar abonos para cosechas agrícolas, prados y plantas. Muchos productos de limpieza domésticos e industriales contienen amoníaco.

### ***¿Qué le sucede al amoníaco cuando entra al medio ambiente?***

El amoníaco se encuentra en el ambiente en el aire, el suelo, el agua, los animales y las plantas.

- El amoníaco no permanece mucho tiempo en el ambiente. Es incorporado rápidamente por las plantas, las bacterias y los animales.
- El amoníaco no se acumula en la cadena alimentaria, pero sirve como alimento para plantas y bacterias.

### ***¿Cómo podría yo estar expuesto al amoníaco?***

- Todo el mundo está expuesto a niveles bajos de amoníaco que ocurren naturalmente en el aire, los alimentos, el agua y el suelo.
- Usted puede estar expuesto a niveles más altos durante el uso de productos de limpieza que contienen amoníaco.
- Usted puede estar expuesto a niveles más altos si usa abonos que contienen amoníaco o si vive cerca de fincas donde se han usado estos abonos.
- Usted puede estar expuesto a niveles altos si usted entra a lugares cerrados en los que se mantienen muchos animales (como por ejemplo en fincas).

### ***¿Cómo puede perjudicar mi salud el amoníaco?***

No se han descrito efectos adversos en seres humanos expuestos a las concentraciones de amoníaco que se encuentran típicamente en el ambiente. La exposición a niveles altos de amoníaco en el aire puede ser irritante para la piel, los ojos, la garganta y los pulmones y puede producir tos y quemaduras. La exposición a niveles muy altos de amoníaco puede producir daño del pulmón y la muerte. Algunas personas asmáticas pueden ser más sensibles a los efectos de respirar amoníaco que otras personas. Tragar soluciones concentradas de amoníaco puede producir quemaduras en la boca, la garganta y el estómago. Derramar amoníaco en los ojos puede producir quemaduras y ceguera.

### ***¿Qué posibilidades hay de que el amoníaco produzca cáncer?***

No sabemos si el amoníaco puede producir cáncer en seres humanos o en animales de laboratorio. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS), la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (*IARC*, por sus siglas en inglés) y la *EPA* no han clasificado al amoníaco en cuanto a carcinogenicidad. ¿Cómo puede el amoníaco afectar a los niños? Es menos probable que los niños se expongan a

amoníaco concentrado porque la mayoría de las exposiciones de ese tipo ocurren en ambientes de trabajo. Es probable que los efectos de la exposición en niños sean similares a los observados en adultos. No sabemos si la exposición al amoníaco produce defectos de nacimiento, o si puede pasar al feto.

### ***¿Cómo pueden las familias reducir el riesgo de exposición al amoníaco?***

- Mantenga los productos que contienen amoníaco fuera del alcance de los niños.
- Mantenga una ventilación adecuada cuando use productos de limpieza que contienen amoníaco y use ropa apropiada y protección para los ojos.
- Nunca almacene soluciones de limpieza en envases que pueden ser atractivos para los niños, Nunca almacene soluciones de limpieza en envases que pueden ser atractivos para los niños, como por ejemplo botellas de soda.
- Evite entrar a terrenos agrícolas después que han sido tratados con amoníaco o con abonos que contienen amoníaco.
- Minimice la exposición al amoníaco en el trabajo usando la ropa y equipo de seguridad apropiados, y siga las reglas de seguridad. como por ejemplo botellas de soda.
- Evite entrar a terrenos agrícolas después que han sido tratados con amoníaco o con abonos que contienen amoníaco.
- Minimice la exposición al amoníaco en el trabajo usando la ropa y equipo de seguridad apropiados, y siga las reglas de seguridad.

### **Riesgos**

---

Ingestión	Es peligroso. Síntomas incluyen náusea y vómitos; daño a los labios, boca y esófago.
Inhalación	Los vapores son extremadamente irritantes y corrosivos.
Piel	Soluciones concentradas pueden producir quemaduras severas y necrosis.
Ojos	Puede causar daños permanentes, incluso en cantidades pequeñas.

---

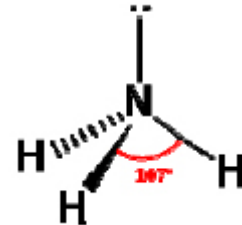
### ***¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto al amoníaco?***

Hay exámenes para medir la cantidad de amoníaco en la sangre y la orina. Sin embargo, estos exámenes no pueden determinar con certeza si usted ha estado expuesto porque el amoníaco se encuentra normalmente en el cuerpo.

El amoníaco es un compuesto químico cuya molécula consiste en un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) de acuerdo a la fórmula **NH<sub>3</sub>**.

Según la VSEPR, los pares electrónicos de valencia del nitrógeno en la molécula se orientan hacia los vértices de un tetraedro, distribución característica cuando existe hibridación  $sp^3$ . Existe un par solitario, por lo que la geometría de la molécula es piramidal trigonal (grupo puntual de simetría  $C_{3v}$ ).

En disolución acuosa se puede comportar como una base y formarse el ion amonio,  $NH_4^+$ , con un átomo de hidrógeno en cada vértice del tetraedro:



El amoníaco, a temperatura ambiente, es un gas incoloro de olor muy penetrante y nauseabundo. Se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica y también se fabrica industrialmente. Se disuelve fácilmente en el agua y se evapora rápidamente. Generalmente se vende en forma líquida. La cantidad de amoníaco producido industrialmente cada año es casi igual a la producida por la naturaleza. El amoníaco es producido naturalmente en el suelo por bacterias, por plantas y animales en descomposición y por desechos animales. El amoníaco es esencial para muchos procesos biológicos. La mayor parte (más del 80%) del amoníaco producido en plantas químicas es usado para fabricar abonos y para su aplicación directa como abono. El resto es usado en textiles, plásticos, explosivos, en la producción de pulpa y papel, alimentos y bebidas, productos de limpieza domésticos, refrigerantes y otros productos. También se usa en sales aromáticas.

### ***Ambiente***

El amoníaco es fácilmente biodegradable. Las plantas lo absorben con gran facilidad eliminándolo del medio, de hecho es un nutriente muy importante para su desarrollo. Aunque concentraciones muy altas en el agua, como todo nutriente, puede causar graves daños en un río o estanque, ya que el amoníaco interfiere en el transporte de oxígeno por la hemoglobina. Es una fuente importante de nitrógeno que necesitan las plantas y los animales. Las bacterias que se encuentran en los intestinos pueden producir amoníaco. Una de ellas es la *Helicobacter pylori*, causante de gastritis y úlcera péptica.

### ***Efectos nocivos en el organismo***

#### **Inhalación**

- Severas \* A concentración superior a 100 ppm :irritación de garganta
- Edema pulmonar
- Inflamación pulmonar, daño vías respiratorias, y ojos.
- En concentraciones elevadas puede causar la muerte pulmonar

## Contacto con la piel

- El amoníaco gaseoso puede producir irritación de la piel, sobre todo si la piel se encuentra húmeda
- Se puede llegar a producir quemaduras y ampollas en la piel al cabo de unos pocos segundos de exposición con concentraciones atmosféricas superiores a 300 ppm

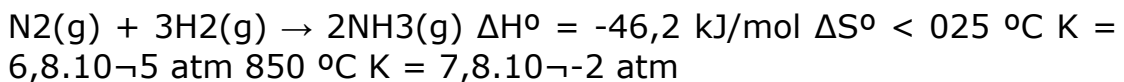
## Ingestión

Este compuesto es gaseoso en condiciones atmosféricas normales siendo poco probable su ingestión. Sin embargo; de ocurrir ésta, puede causar destrucción de la mucosa gástrica, provocando severas patologías digestivas; pudiendo causar inclusive la muerte.

A concentraciones elevadas se produce irritación de garganta, a medida que aumenta la concentración puede llegar a producir edema pulmonar, o producir la muerte cuando supera las 5000 ppm

## Síntesis industrial

- El NH<sub>3</sub> se obtiene exclusivamente por el método denominado proceso Haber-Bosch (Fritz Haber y Carl Bosch recibieron el Premio Nobel de química en los años 1918 y 1931). El proceso consiste en la reacción directa entre el nitrógeno y el hidrógeno gaseosos



- Es una reacción muy lenta, puesto que tiene una elevada energía de activación, consecuencia de la estabilidad del N<sub>2</sub>. La solución al problema fue utilizar un catalizador (óxido de hierro que se reduce a Fe<sub>0</sub> en la atmósfera de H<sub>2</sub>) y aumentar la presión, ya que esto favorece la formación del producto. Aunque termodinámicamente la reacción es mejor a bajas temperaturas esta síntesis se realiza a altas temperaturas para favorecer la energía cinética de las moléculas y aumentar así la velocidad de reacción. Además se va retirando el amoníaco a medida que se va produciendo para favorecer todavía más la síntesis de productos.

## Manejo del producto

- Límite inflamable inferior: 19 % en volumen
- Límite inflamable superior: 25% en volumen
- Temperatura de autocombustión: 651 °C
- Extinción del fuego: riego de agua o niebla de agua, dióxido de carbono, espuma de alcohol, productos químicos secos

- Medidas de control: protección respiratoria adecuada como máscaras o equipos de respiración asistida. Procedimientos de trabajo seguro. Fuentes para el lavado de los ojos y duchas de seguridad en el lugar de trabajo

### ***El amoniaco anhidro y su aplicación directa como abono***

#### **A modo de Historia**

El francés MAZÉ, en 1896, hizo la primera experiencia para demostrar la posibilidad de las plantas de valerse del nitrógeno amoniacal para su nutrición. Pero no tuvo aplicación práctica porque la utilización de un gas licuado bajo presión, era, en aquel momento, imposible. En 1930 las investigaciones fueron reanudadas en los Estados Unidos por LEAWITT.

Con un arado tirado por mulas y un pequeño depósito de amoniaco comenzó, en 1930, una nueva era en el modo de alimentar a las plantas. Con esta experiencia en el delta del Mississippi comienza el abonado del suelo con gran cantidad de nitrógeno. Al fin de la segunda guerra mundial, la necesidad de buscar nuevos mercados para el nitrógeno al haber disminuido la demanda para usos bélicos, hizo que las industrias se dirigieran hacia el campo, comenzando el crecimiento de la aplicación directa del amoniaco anhidro como abono nitrogenado. El Dr. W.B.Andrews y su equipo en la Universidad del Estado de Mississippi montaron las bases para el crecimiento del uso agrícola del amoniaco. Hubo que solucionar los problemas de los depósitos del gas, idear las herramientas necesarias para su inyección en el suelo agrícola y vencer las dificultades de su manejo.

Se llegó así en poco tiempo al uso agrícola en gran escala del amoniaco anhidro, con tan buenos resultados que en pocos años llegó a ser de uso ordinario en Estados Unidos.

Conteniendo el 82 % de nitrógeno en forma totalmente amoniacal, el amoniaco anhidro (sin agua), llamado muchas veces amoniaco agrícola o amoniaco líquido es el abono más concentrado y el único que se aplica en forma de gas.

#### **Cómo se abona con amoniaco anhidro.**

En líneas generales el amoniaco anhidro llega a los centros de distribución mediante cisternas ferroviarias o de camión. Estos centros representan los puntos de partida del amoniaco para su utilización agrícola.

Desde estos centros se suministra a los depósitos nodriza fijos o móviles situados en las fincas y desde estos se reposta a las

abonadoras que llamamos aplicadores. Estos aplicadores inyectan el amoniaco agrícola en el suelo donde gasifica totalmente difundándose de una a otra parte de la zona de inyección.

Los aplicadores son máquinas relativamente sencillas. Se componen fundamentalmente de las partes siguientes:

- Un tanque de acero, para contener el amoniaco.
- Un dispositivo que regula la cantidad de amoniaco que sale del depósito.
- Un divisor de flujo que distribuye equitativamente el amoniaco entre los inyectores.
- Una serie de inyectores que depositan el amoniaco dentro del terreno.

También se han montado aplicadores de amoniaco de forma que se simultanea la operación con una operación de laboreo del terreno con el consiguiente beneficio económico.

El depósito lleva como accesorios: un conjunto de tuberías para efectuar las operaciones de carga y descarga, una válvula de seguridad que entra en funcionamiento en el caso de que la presión del amoniaco en el interior del tanque supere por cualquier motivo la presión de trabajo, un indicador de nivel que permite apreciar en todo momento la cantidad de amoniaco que hay en el depósito y también otro indicador de nivel, llamado "punto alto" que señala el límite de llenado que no debe superarse.

Normalmente el amoniaco agrícola se inyecta en el suelo a una profundidad variable (10/25 cm), según la naturaleza y estructura del terreno en el momento de la aplicación.

La aplicación será mucho mejor en suelos bien labrados que cerrarán mejor y contendrán espacios de aire suficientes para que el amoniaco se difunda y se una a la arcilla y a la materia orgánica.

La distancia entre los dientes inyectores depende de: la cantidad de amoniaco, del cultivo y de la época de la aplicación del abono. En el caso de la inyección efectuada en presiembra para un cereal de primavera-verano, (por ejemplo el maíz) puede oscilar alrededor de los 50 cm.

En el caso de cultivos del tipo de remolacha, patata y maíz, se puede también recurrir a la inyección del amoniaco durante el curso de la vegetación de la planta, haciendo pasar un diente inyector entre cada línea y naturalmente habrá que adaptar el espacio entre los dientes inyectores a la de las líneas de siembra.

## **Cuando se abona con amoniaco anhidro.**

Si, la temperatura del suelo está entre 4°C y 10°C o menos el nitrógeno permanece en forma de ion amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Así pegado a la arcilla y a la materia orgánica no puede ser arrastrado para abajo por el agua ni evaporado por arriba. Cuando las temperaturas del suelo pasan de las indicadas ciertos grupos de bacterias convierten el N amoniacal en nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) y después en nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) que es la forma más usada por las plantas para alimentarse, aunque algunas plantas pueden usar una cantidad considerable de nitrógeno en forma amoniacal.

El amoníaco anhidro permite abonar con una única aplicación de nitrógeno para todo el ciclo de vida de la planta. Esta única aplicación permite una mejor nutrición del cultivo ya que la nitrificación al igual que el desarrollo de la planta van ligadas a la temperatura con lo que la planta tiene la dosis de nitrógeno nítrico que necesita en cada momento y el nitrógeno no se pierde por las lluvias o el riego.

Hay tres épocas diferenciadas de aplicar el amoníaco: en presiembra en otoño, en presiembra en primavera y en postsiembra inyectando en entre líneas de cultivo. También se está aplicando en un solo pase al sembrar, sobre todo en la siembra directa.

**Aplicación otoñal.** La aplicación otoñal debe practicarse en las zonas en que las temperaturas medias del suelo en invierno sean inferiores a 10 °C. A esta temperatura la nitrificación es muy baja y es nula a 0 °C. Puede aplicarse en otoño no sólo para las siembras otoñales sino incluso para las siembras de primavera. Por las bajas temperaturas es muy corriente en el norte del Oeste americano y en el Medio Oeste por las pocas lluvias. Puede hacerse una aplicación otoñal en suelos con muchos residuos de cosechas porque una gran parte de lo que nitrifique será aprovechado por los microorganismos del suelo para destruir estos residuos. Así se reducirán las pérdidas por lixiviación pero la eficiencia de este nitrógeno en el año siguiente puede ser menor, ya que dependerá del momento en que se restituya al suelo. La aplicación otoñal puede tener la ventaja de hacerla en un momento de menos trabajo y en los que la tierra suele estar en buena sazón. Ha dado los mejores resultados en los años secos.

**Aplicación en primavera** La aplicación en primavera es la más empleada a pesar de ser el momento de más trabajo, por los buenos resultados conseguidos y también porque la dosificación ya se puede hacer sabiendo con seguridad el cultivo que se va a implantar.

**Aplicación del amoniaco anhidro y siembra en un solo pase.** Hay varios tipos de sembradoras de siembra directa con aplicación de

amoníaco anhidro simultáneamente. En ningún caso la distancia entre el punto de inyección y la semilla es mayor de 5 cm.

**Aplicación entre las líneas de cultivo.** La aplicación entre líneas es una buena forma de aplicar el amoníaco porque:

1. Según el estado del cultivo se puede calcular la cantidad a aplicar
2. Pueden haberse controlado las malas hierbas y así no se las abona.
3. Hay un período largo de aplicación (en maíz desde el momento de la siembra hasta que tiene 6 a 7 dm de altura).
4. Se evita el problema del poco tiempo entre el laboreo y las siembras tempranas.

En estas aplicaciones "entre líneas" se ha encontrado muchas veces una mayor rapidez de asimilación del nitrógeno comparándola con la del nitrato granulado. Puede ser que la mayor rapidez de la planta en valerse del nitrógeno amoniacal respecto al nítrico, en contra de todo lo que se ha dicho, sea debido a que el amoníaco, inyectado en profundidad, sea mejor utilizado por la planta que los nitratos granulados distribuidos en superficie. Dicho de otro modo una forma de nitrógeno tenida como de acción más lenta, como la amoniacal, puede ser más rápida que un nitrato distribuido en cobertera en razón de su mayor difusión al nivel de las raíces. A este respecto se puede añadir que el amoníaco representa el medio para obtener un buen reparto del nitrógeno en el terreno, garantizando también, del mejor modo, la nutrición de la planta aun cuando la humedad del terreno comience a faltar.

### **Fijación y transformación en el suelo.**

Al salir del diente inyector el amoníaco se expande gasificándose y varios procesos químicos comienzan tan pronto se inyecta el amoníaco en el suelo. Uno de ellos es la conversión del amoníaco gas en ión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) cuando el amoníaco se pone en contacto con el agua, partículas de arcilla y componentes orgánicos del suelo. En el proceso de conversión de  $\text{NH}_3$  en  $\text{NH}_4^+$ , la molécula del amoníaco acepta un ion hidrogeno ( $\text{H}^+$ ) de una fuente del suelo y se transforma en ion amonio.

La formación de ion amonio convierte el gas amoníaco que es tóxico para la materia viva en una forma que puede ser usada por los microorganismos y las plantas superiores.

Las moléculas de amoníaco o el ión amonio formado por el amoníaco con agua, arcilla o materia orgánica son atraídas por las partículas minerales de suelo inmediatamente después de la inyección del

amoníaco. El amoníaco puede ser adsorbido en suelos por los minerales o por los coloides del suelo por varias reacciones sumamente importantes, desde el punto de vista del uso de los fertilizantes, por dos razones:

- 1ª, la adsorción previene las pérdidas de amoníaco hacia la atmósfera y lo conserva en el suelo para el uso por los microbios y las plantas;
- 2ª, alguno de estos mecanismos de adsorción convierten directamente el amoníaco anhidro en forma de amonio.

Los mecanismos de adsorción del amoníaco desde reacciones químicas fijan el amoníaco muy fuertemente. La unión producida en la adsorción química es de naturaleza eléctrica ya que las superficies de las partículas de arcilla están cubiertas con cargas negativas. El ion se sujeta a esta superficie, por su carga positiva. El amoníaco o más correctamente los iones amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), sujetos, se consideran como comprendidos en la provisión de nitrógeno disponible en el suelo.

En terrenos con pH ácido el ion amonio se fija sobre todo en los materiales arcillosos. Lo mismo ocurre en terrenos alcalinos aunque en este caso la fijación sobre la materia orgánica asume una notable importancia.

En los terrenos ricos en cal el fertilizante se fija mediante una relación de cambio con los iones Ca que en el momento de la inyección se encuentra sobre el complejo absorbente.

Una vez inyectado y sobre todo cuando el amoníaco queda fijado no hay ningún riesgo de pérdida ni por la lluvia ni por la pura y simple evaporación. En el caso de los abonos que se dejan sobre el suelo las pérdidas por evaporación del nitrógeno amoniacal son siempre mayores en cualquier otro que en el amoníaco anhidro porque el enterramiento de este es instantáneo.

El proceso metabólico en la planta para formar aminoácidos y proteínas necesita que el nitrógeno se transforme a forma amónica o amina ( $\text{NH}_2^-$ ) para poderlo utilizar. El nitrato se reduce así: el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) pasa a nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) que pasa a amonio ( $\text{NH}_4^-$ ) y de ahí a amina ( $\text{NH}_2^-$ ). Por este motivo, antes de transformarse en nitrato, las plantas superiores han tomado ya parte como ion amonio. Algunas plantas, y sobre todo las plantas jóvenes prefieren el nitrógeno amoniacal en vez del nítrico, debido, en parte, al hecho de que las plantas más jóvenes no poseen el sistema enzimático necesario para convertir el nitrógeno nítrico en amoniacal.

Los procesos de oxidación incluyen la conversión del ion amonio en nitrógeno nítrico lo que se llama nitrificación. La nitrificación comienza

en la periferia de la zona de retención del amoniaco y va hacia el centro. En el proceso de nitrificación intervienen dos grupos de microorganismos del suelo: las nitrosomonas y las nitrobacterias.

Normalmente la oxidación de nitrito a nitrato por las nitrobacterias es inmediata a la del amoniaco a nitrito por las nitrosomonas; por esto raramente persiste alguna cantidad de nitritos en el suelo. La nitrificación es máxima cuando la humedad del suelo está entre un medio y dos tercios de la humedad máxima. Las temperaturas óptimas para la nitrificación están comprendidas entre 18 a 32 °C. La actividad de los microorganismos decrece rápidamente con temperaturas mayores de 32 °C o menores de 16 °C y cesa completamente a 0 °C. Cuando las temperaturas del suelo son bajas, como en el fin del otoño o durante el invierno la nitrificación es muy pequeña. También es muy baja la nitrificación cuando se entierran muchos de residuos de cosechas, debido a la gran demanda de nitrógeno por parte de las bacterias para descomponerlos. Una vez transformado de amoniaco a nitrato el nitrógeno no se une eléctricamente a la arcilla. En forma nítrica puede moverse en el suelo por capilaridad o por los movimientos descendentes o ascendentes del agua de riego.

El nitrógeno nitroso o el nítrico pueden perderse en la atmósfera cuando los microbios, para tomar el oxígeno que necesitan, reducen nitritos y nitratos a gases como oxido nitroso o nitrógeno elemental por haber poco oxígeno. Esta es la causa más corriente de la falta de nitrógeno en los suelos encharcados. El tiempo de transformación de nitrógeno amoniacal en nítrico en el terreno oscila entre las ocho y las doce semanas a una temperatura de 15°C. Por esto abonando con amoniaco anhidro en presiembra en primavera la planta tiene disponible durante 50 a 80 días preferentemente nitrógeno amoniacal. También en el suelo hay nitrógeno nítrico procedente de la transformación. Pasado este periodo en el terreno está presente esencialmente el nitrógeno nítrico procedente de la transformación amoniacal. La planta acaba así su ciclo siempre en condiciones óptimas de nutrición.

### **Acción del amoniaco sobre la estructura del terreno.**

Debido a la interacción del amoniaco con ciertas fracciones de la materia orgánica el amoniaco anhidro influye notablemente sobre la estabilización general de los agregados del suelo. Es evidente también el buen efecto de este abono sobre la descomposición de los residuos vegetales en la tierra, en relación con la posibilidad de constituir enlaces químicos entre el amoniaco y ciertas porciones de la materia orgánica no totalmente evolucionada.

A largo plazo se manifiesta también una acción favorable sobre la evolución de la relación C/N que contribuye a mejorar sensiblemente la

estructura de los terrenos, favoreciendo la formación de humus estable a partir de los residuos vegetales, pobres en nitrógeno, enterrados (paja de gramíneas, restos de cosechas etc.).

## **Seguridad en el uso del Amoníaco**

El amoníaco es una sustancia química utilizada comúnmente en los productos de limpieza comerciales y para el hogar. En la industria, el amoníaco se utiliza en la refinación de petróleo, en la fabricación de productos farmacéuticos, en la desinfección de aguas y como refrigerante. En la agricultura, el amoníaco se puede utilizar para el procesamiento de cosechas, en fertilizantes, o como tratamiento fungicida para los cítricos. El amoníaco se puede producir también de forma natural al descomponerse productos almacenados como el estiércol, abono orgánico u otros materiales.

El amoníaco puede mezclarse con agua y venderse como hidróxido de amonio, o puede usarse en gas comprimido como amoníaco anhidro (es decir, sin agua). Los trabajadores de todas las industrias deben saber que, a pesar de su uso común, el amoníaco presenta riesgos y peligros para la salud, por lo cual se requiere el uso adecuado de equipos de protección personal (PPE, por sus siglas en inglés) y procedimientos de seguridad para el uso y la manipulación.

El motivo por el cual el amoníaco se considera un producto químico peligroso es que es corrosivo para la piel, los ojos y los pulmones. El amoníaco tiene un olor característico e irritante al ser emitido, por lo cual la nariz suele dar el primer aviso de exposición. Si usted respira amoníaco en sus pulmones, quizá experimente tos, resuellos, o sienta que le falta el aliento.

Para evitar la sobreexposición al amoníaco, usted debe conocer las cantidades, las concentraciones y las propiedades de los materiales con los que trabaja. Guarde el amoníaco en un lugar fresco y seco apartado de los materiales incompatibles como el cloro, los ácidos, los oxidantes y los metales. Utilice los productos y materiales a base de amoníaco en lugares bien ventilados. Nunca mezcle el amoníaco con el cloro (lejía), ya que la combinación de ambos crea cloraminas, un gas irritante y extremadamente tóxico. Póngase el equipo protector PPE adecuado para la tarea y la concentración de amoníaco que vaya a utilizar.

Si va a entrar en un lugar que tiene altas concentraciones de amoníaco, utilice un respirador con suministro de aire. Si en su lugar de trabajo se almacenan grandes cantidades de amoníaco, verifique que haya respiradores de "escape" con suministro de aire para poder usarlos en caso de liberación accidental. Debe saber dónde están esos aparatos respiradores y cómo utilizarlos. Inspeccione y mantenga los

equipos de almacenamiento y procesamiento de amoníaco, con el fin de evitar fugas y exposiciones.

Para evitar la sobreexposición al amoníaco, usted debe conocer las cantidades, las concentraciones y las propiedades de los materiales con los que trabaja. Guarde el amoníaco en un lugar fresco y seco apartado de los materiales incompatibles como el cloro, los ácidos, los oxidantes y los metales. Utilice los productos y materiales a base de amoníaco en lugares bien ventilados. Nunca mezcle el amoníaco con el cloro (lejía), ya que la combinación de ambos crea cloraminas, un gas irritante y extremadamente tóxico. Póngase el equipo protector PPE adecuado para la tarea y la concentración de amoníaco que vaya a utilizar.

Si va a entrar en un lugar que tiene altas concentraciones de amoníaco, utilice un respirador con suministro de aire. Si en su lugar de trabajo se almacenan grandes cantidades de amoníaco, verifique que haya respiradores de "escape" con suministro de aire para poder usarlos en caso de liberación accidental. Debe saber dónde están esos aparatos respiradores y cómo utilizarlos. Inspeccione y mantenga los equipos de almacenamiento y procesamiento de amoníaco, con el fin de evitar fugas y exposiciones.

Para evitar la sobreexposición al amoníaco, usted debe conocer las cantidades, las concentraciones y

La ingestión de amoníaco puede causar quemaduras en la boca, la garganta y el estómago, y puede ser mortal. Lávese siempre las manos tras usar productos a base de amoníaco y antes de fumar, comer o beber. No guarde comidas ni bebidas cerca de los productos que contengan amoníaco.

El contacto de la piel con el amoníaco puede causar enrojecimiento, dolor, irritación y quemaduras. Para la limpieza en el hogar, póngase guantes para protegerse las manos cuando use productos que contengan amoníaco. Cuando utilice concentraciones más altas en aplicaciones industriales y de laboratorio, utilice guantes y considere el uso de un guardapolvo o bata de laboratorio, de manga larga, para proteger la piel. Si el amoníaco salpica su ropa, quítesela y enjuague la piel con agua durante por lo menos 15 minutos.

Las salpicaduras de amoníaco en los ojos pueden causar dolor y quemaduras y dañar la vista, pudiendo causar ceguera temporal o permanente. Si trabaja con productos de limpieza para el hogar, rocíe siempre los materiales hacia abajo y en dirección opuesta a usted, a fin de evitar verse expuesto al producto. Si utiliza o mezcla amoníaco concentrado, póngase gafas a prueba de salpicaduras o incluso una máscara facial para proteger la vista. Si el producto entra en contacto

con la vista, enjuague los ojos con agua durante 15 minutos y solicite atención médica de inmediato.

### ***Toxicología***

Características físico-químicas.

- Es un álcali fuerte, muy irritante y corrosivo en contacto con las mucosas.
- Es un gas incoloro, menos denso que el aire (aproximadamente la mitad), con un característico olor punzante y muy hidrosoluble.

### **Principales fuentes de intoxicación:**

- producción de fertilizantes,
- ácido nítrico y explosivos.
- industria frigorífica
- industria de plásticos y fibras sintéticas
- fabricación de productos farmacéuticos
- fabricación de pegamentos
- plateado de espejos
- producto intermedio en la destilación del carbón y
- refinado del petróleo constituye uno de los componentes de la intoxicación por humo en incendios

### **Epidemiología**

Como en todas las intoxicaciones por gases la prevalencia tiene unos niveles bajos (alrededor de un 3% del total de las intoxicaciones graves y el 9% del total de las intoxicaciones no medicamentosas).

**Mecanismos de acción** Al combinarse con el agua de las mucosas se forma hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) que daña fundamentalmente el tracto respiratorio superior y ocasiona lesiones similares a las producidas por el cáustico alcalino tipo lejía. Produce edema de glotis.

También produce lesión térmica a consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas. Estas lesiones van desde el eritema y edema de las mucosas, hasta quemaduras de todas las capas del tracto respiratorio. Las quemaduras conducen a una necrosis por licuefacción de los tejidos y a una agresión química más profunda.

**Cinética** Dado su acción lesiva directa, este aspecto carece de interés clínico.

**Dosis tóxica** El límite máximo tolerado en el ambiente es de 500 ppm

**Manifestaciones clínicas** En intoxicaciones leves o moderadas se produce un síndrome irritativo con rinitis, conjuntivitis, y lagrimeo.

Pueden haber quemaduras cutáneas. En intoxicaciones graves: quemaduras de 2º y 3er grado, edema pulmonar y edema de glotis, pudiendo fallecer por asfixia. El examen necrópsico muestra bronquiolitis y daño alveolar difuso.

**Diagnóstico** El diagnóstico se basa exclusivamente en la clínica.

**Gravedad** Dependen de la duración y concentración del gas. En los casos graves la mortalidad es >40%, y ocurre por quemaduras de 2º, 3er grado en piel con edema pulmonar y edema de glotis.

**Tratamiento** Sintomático inespecífico. No dispone de antídotos.

### ¿Qué es el amoníaco?

El amoníaco es un gas incoloro con un olor penetrante y acre. Se produce por fabricación y en forma natural por bacterias, plantas y animales en descomposición y desechos de origen animal. En su forma natural, el amoníaco se encuentra en el agua, el suelo y el aire y es una fuente de nitrógeno para las plantas y los animales. Se vende comúnmente en forma líquida y es una sustancia química corrosiva. Su fórmula química es **NH<sub>3</sub>**.

El amoníaco fabricado se usa principalmente para producir fertilizante. También se usa para fabricar fibras sintéticas, textiles, pulpa y papel, pesticidas, explosivos, sales aromáticas, productos de limpieza, combustible para cohetes, células de combustible y algunos alimentos y bebidas. El amoníaco también se usa para fabricar otras sustancias químicas, como ácido nítrico y cianuro.

Las industrias que emplean amoníaco incluyen el procesamiento de metales y el tratamiento de agua con cloro. El amoníaco también se usa en la industria de fabricación de caucho para estabilizar el látex crudo y en la industria del petróleo para proteger el equipo. Se emplea para controlar el crecimiento de hongos en las toronjas, los limones y las naranjas durante el almacenamiento.

Se emplea como refrigerante en instalaciones industriales, en plantas procesadoras de carne de res, aves y pescado, fábricas de productos lácteos y de helados, bodegas de vino y fábricas de cerveza, embotelladoras de jugos y bebidas gaseosas, depósitos refrigerados y fábricas de alimentos.

### ¿Cómo podría estar expuesto al amoníaco?

Todas las personas están expuestas regularmente a bajas concentraciones de amoníaco en el aire, el suelo, el agua y los

alimentos. Usted podría estar expuesto a altas concentraciones de amoníaco al inhalarlo o por contacto de esa sustancia con la piel.

En la casa, podría estar expuesto al usar productos que contienen amoníaco, como productos de limpieza de ventanas, ceras para pisos y sales aromáticas.

Si trabaja o vive cerca de una granja, puede inhalar amoníaco en el aire si allá se usan fertilizantes con amoníaco. Los agricultores, ganaderos y avicultores podrían estar expuestos al amoníaco proveniente del estiércol en descomposición.

En el trabajo, usted podría estar expuesto al amoníaco al realizar actividades relacionadas con la fabricación de sustancias químicas, alquitrán de hulla, gas comprimido, fabricación de tintes y de explosivos, fertilizantes, productos de limpieza de vidrios, fabricación de sustancias químicas orgánicas, refrigeración, combustible de cohetes y curtido de cueros o pieles. También podría estar expuesto si trabaja en un laboratorio de análisis químicos, una instalación de mantenimiento, una refinería de petróleo o un sistema de alcantarillado.

### **¿Qué efectos tiene el amoníaco para la salud?**

La exposición a concentraciones sumamente altas de amoníaco puede causar la muerte, coma, ceguera, lesión pulmonar, colapso y convulsiones.

La inhalación de altas concentraciones de amoníaco puede causar acumulación de líquido en los pulmones y posible lesión pulmonar. La exposición a altas concentraciones de amoníaco puede quemar los ojos, la piel, la garganta y los pulmones. La inhalación de bajas concentraciones de amoníaco puede ocasionar tos, sibilancia, dificultad respiratoria, laringitis, dolor de cabeza, fiebre, náuseas, vómito, flema espumosa de color rosado, dolor en el pecho, asma, aceleración del pulso e hipertensión arterial.

La ingestión de amoníaco puede quemarle la boca, la garganta y el estómago y causarle dolor abdominal intenso. Las salpicaduras de la piel con amoníaco concentrado pueden ampollarle la piel o causarle quemaduras graves o dermatitis. La exposición de los ojos puede causarle conjuntivitis, irritación o lesión de la córnea y ceguera temporal o permanente. El amoníaco puede acarrear un mayor riesgo si usted tiene enfermedad de la córnea, glaucoma o enfermedad respiratoria crónica. Si cree que ha estado expuesto al amoníaco, comuníquese con su médico.

## Anexos

- **Peligro:** Evento físico, fenómeno o actividad humana potencialmente nocivo que puede causar pérdida de vidas o perjuicios a las personas, daños a bienes, perturbaciones sociales y económicas o degradación del medio.
- **Riesgo:** Probabilidad de consecuencias nocivas o pérdidas previsibles (víctimas fatales o daños a personas, bienes, medios de subsistencia, la actividad económica o el medio) como resultado de la interacción entre peligros naturales o inducidos por los seres humanos y la existencia de condiciones de vulnerabilidad. Se suele expresar el riesgo mediante la ecuación  $\text{riesgo} = \text{peligro} \times \text{vulnerabilidad}$ .
- **Desastre:** Una grave perturbación del funcionamiento de una comunidad o una sociedad causante de cuantiosas pérdidas de vidas humanas, materiales, económicas o ambientales, que exceden la capacidad de la comunidad o sociedad para enfrentarlas con sus solos recursos.
- **Reducción de riesgos de desastre:** Desarrollo sistemático y aplicación de políticas, estrategias y prácticas encaminadas a reducir al mínimo las vulnerabilidades y los riesgos de desastre en el seno de
  - una sociedad.
- **Mitigación:** Medidas estructurales y no estructurales adoptadas para limitar el impacto adverso de los peligros naturales, la degradación ambiental y los peligros de origen tecnológico.
- **Preparación:** Actividades y medidas llevadas a cabo con anterioridad para garantizar una respuesta efectiva al impacto de un desastre, incluida la emisión de avisos tempranos oportunos y efectivos y el traslado temporal de personas y bienes de lugares amenazados.
- **Vulnerabilidad:** Conjunto de condiciones y procesos resultantes de factores físicos, sociales, económicos y ambientales que incrementan la exposición de una comunidad al impacto de un peligro.

## Bibliografía

- Defensa Civil. 1997. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba. Páginas 65-79. Borges Ruiz CA. Mitigación de desastres. Experiencia Nacional. Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil. Cuba. 1995
- Castellanos Pérez A. Los desastres tecnológicos. Experiencia Nacional. Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil. Cuba. 1995...
- Sánchez Rodríguez LA. Evaluación de Vulnerabilidad y riesgo. Experiencia Nacional. Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil. Cuba. 1995.

**REDVET: 2010, Vol. 11 N° 03B**

Trabajo presentado en el **IV Taller de la “Sociedad Cubana de Medicina Veterinaria para casos de Desastres”** Filial de Villa Clara dentro de la **IV Conferencia Internacional Sobre Desarrollo Agropecuario Sostenible, AGROCENTRO 2009**, 22-24 Abril / Referencia 0310B\_QT02\_RED VET / Publicado el 15 de Marzo de 2010.

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310B.html> concretamente en [http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310B/0310B\\_QT02.pdf](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310B/0310B_QT02.pdf)

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.  
Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>