

Impacto colateral del bacteriostático Diciandiamida en sistemas lecheros y su ingreso a la cadena alimentaria.

Collateral impact from bacteriostatic Diacyandiamide in milk production systems and its access to the food chain.

Paulo André Dumont

PhD, Soil Science, UK. Manager at Terreduca Consultores Ltda. Email: terreduca@gmail.com
Fono Oficina: (45) 2 78 69 94

Diciandiamida (DCD) es un compuesto químico utilizado como ingrediente activo (bacteriostático, Figura 1) en fertilizantes nitrogenados para mejorar los rendimientos de forraje y cultivos y supone reducir las pérdidas de nitratos (NO_3^-) por lixiviación y de óxido nitroso (N_2O) por emisiones a la atmosfera (potente gas de efecto invernadero-GEI) (Cameron et al, 2014; Barneze et al, 2015). Debido a esto último, su uso en predios agropecuarios promete contribuir a reducir la Huella de Carbono y ser considerado una herramienta de mitigación de GEI (Bell et al, 2015). Sin embargo, estudios recientes han confirmado que para suelos Oxisol de Brazil tal reducción no se observa (Mazzetto et al, 2015). Aun así, la degradación total de DCD a Urea, en el suelo, ha sido recientemente demostrada (Belaine et al, 2015). Sin embargo, en 2012 dos compañías Neo Zelandesas (Ravensdown Fertiliser Co-operative Ltd. y Ballance Agri-Nutrients Ltd, líderes en insumos agrícolas) suspenden voluntariamente la venta de sus productos clave llamados Eco-N y DCn al ser detectadas trazas de DCD en leche líquida y leche en polvo en Nueva Zelanda. Nuevamente, en agosto de 2013, trazas de DCD fueron detectadas en leche proveniente del mismo país en Sri Lanka. Esto sugiere, por lo tanto, que el DCD no es biodegradado en su totalidad en el suelo (Balaine et al, 2015). Nueva Zelanda aún (a enero de 2016) mantiene suspendida la venta de fertilizantes con DCD en espera de la definición de un límite internacional estándar por la FDA (Food and Drug Administration, EEUU). En la actualidad, exceptuando Nueva Zelanda, praderas a pastoreo son fertilizadas con bacteriostáticos que contienen DCD, como por ejemplo, en países como Inglaterra (con el uso del DCD 46), Alemania (DCD 46), Estados Unidos (N-Serve y Agrotain Plus), Canadá (N-Serve) y Chile (Alzon 46) El objetivo de esta corta comunicación es recordar a la comunidad científica sobre el uso actual de DCD en sistemas ganadero-lecheros en Chile; explicar qué es este compuesto, su efectividad, sus impactos a la salud ambiental y humana, y su ingreso a la cadena alimentaria.

Si bien existe carencia de evidencia científica respecto del ingreso de DCD a la cadena alimenticia, reportes de las empresas lácteas Fonterra y Westland muestran la presencia de DCD en sus productos lácteos en Nueva Zelanda. De un total de 1994 muestras de leche (tomadas en 2012 entre Junio y Septiembre), 371 presentaban DCD por debajo de 2.4 mg/kg. Con ello se comprueba que trazas de DCD aplicado a praderas vía fertilizantes nitrogenados pueden ser absorbidas por el pasto y luego consumido por las vacas y secretado (en la misma forma química) a través de leche.

No existe establecido un límite internacional estándar para DCD y, por lo tanto, se desconoce cuál es el límite seguro de ingesta en humanos. Estudios recientes han logrado establecer una metodología de detección para facilitar su comercialización libre de DCD de forma oportuna (Xiang et al, 2015; Yang et al, 2015). No obstante, con respecto a los límites aceptables, las autoridades neozelandesas se basan en un estudio Norteamericano realizado en 1969 con roedores y caninos para establecer una ingesta diaria máxima segura de DCD de 1 mg/kg masa corporal por día (EC, 1995). De este modo, por ejemplo, un infante de 10 kg de masa corporal estaría en riesgo de salud si excede una ingesta de 10 mg de DCD por día, que equivalen a un consumo de 4 a 20 litros de leche por día, dependiendo de las concentraciones de DCD en la leche. Es debido a esta baja dilución que el gobierno de Nueva Zelanda insiste en su bajo-a-nulo riesgo en la salud de infantes.

Sin embargo, este límite seguro proviene de sólo un estudio científico de 47 años de antigüedad en animales, por lo que los efectos en la salud de humanos y, en especial infantes, puede ser sin duda diferente, incluso a largo plazo. Por ejemplo, si el popular endulzante Xilitol (que posee algunos efectos benéficos en la salud de las personas) hubiera sido testeado en caninos, jamás habría llegado a ser aprobado en humanos, ya que, pequeñas dosis causan la muerte en estos animales.

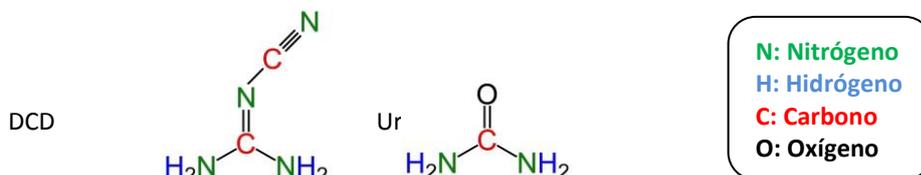


Figura 1. Similitud estructural entre la molécula de DCD y la de Urea. El DCD es un compuesto químico, cristalino y blanco, usado como insumo para la producción de melamina, pesticidas, tinturas y fertilizantes (urea estabilizada).

Las propiedades toxicológicas de este compuesto no han sido investigadas plenamente y por ende se desconoce su efecto en la salud de las personas y animales. A raíz de esto, el DCD fue incorporado a una lista internacional de sustancias que deben ser testeadas por la FDA de los Estados Unidos. Chile debería acoger la medida y regular su uso en sistemas ganaderos-lecheros, hasta que la FDA establezca un límite aceptable. La absorción de grandes cantidades de guanilurea o guanilina en el cuerpo puede llevar a la formación de metahemoglobina la cual en concentraciones suficientes puede causar cianosis. Esto ocurre generalmente por la llegada de NO_3^- a aguas subterráneas y superficiales por lixiviación, respectivamente, desde sectores fertilizados con productos nitrogenados (con o sin DCD). El consumo prolongado de dosis elevadas de NO_3^- en las aguas (sobre 50 mg/l) puede generar enfermedades como el “síndrome del bebe azul” en embarazadas y/o lactantes.

Los efectos agronómicos del DCD han sido estudiados ampliamente bajo diferentes condiciones climáticas y edáficas (Bell et al, 2015, Misselbrook et al, 2014). Los autores destacan que la efectividad observada real del DCD va a depender de factores tanto bióticos como abióticos (por ejemplo, clima, manejo agronómico, zona geográfica, tipo de suelo, topografía, época de aplicación, dosis, tipo de cultivo, entre otros). Ahora bien, de acuerdo a la industria los efectos garantizados son aumentar producción de forraje, incrementar contenido proteína en forraje, disminuir la lixiviación de NO_3^- , reducir emisiones de óxido nitroso y contribuir a reducir la Huella de Carbono.

En términos generales, DCD es descompuesto en los suelos (biótica y abióticamente por acción de enzimas específicas) y convertido a urea vía guanilurea y guanidina (Hauser and Haselwandter, 1990). Este compuesto supone reducir la tasa de conversión de ion amonio (NH_4^+) a NO_3^- , por efecto bacteriostático de las bacterias nitrosomonas responsables de la nitrificación (como inhibidor de la nitrificación en el suelo), permitiendo una entrega lenta de NO_3^- a las plantas. De este modo, se reduce tanto la lixiviación (pérdida) de N vía NO_3^- como las emisiones de N_2O (este último por desnitrificación) que podrían ocurrir por acumulación de NO_3^- en el suelo. Sin embargo, el DCD crea las condiciones para que el NH_4^+ aplicado quede susceptible de ser volatilizado a amoníaco (NH_3) bajo condiciones de campo (en especial durante periodos de escasa precipitación), al no inhibir la enzima ureasa del suelo. Por otro lado, esta acumulación de NH_4^+ en las raíces de plantas, que están activamente absorbiendo NO_3^- del suelo, impone un bloqueo a la absorción de estos NO_3^- . El grado de bloqueo dependerá de la concentración de NH_4^+ suministrada, reduciendo la eficiencia de utilización de NO_3^- del suelo, la eficiencia del fertilizante DCD aplicado y, por ende, menor absorción de NO_3^- por parte de la planta. Además, la variación diurna de luz directa y los periodos de baja incidencia a la irradiación solar (ej. nubes densas) reducen los niveles de expresión de los genes que transportan NH_4^+ y NO_3^- hacia la planta bajo condiciones normales de presión osmótica y por ende, la tasa de adsorción de ambas fuentes de nitrógeno foliar es reducida, existiendo una acumulación de NO_3^- en el suelo, susceptibles a lixiviación durante las lluvias.

En este sentido, estudios han demostrado que luego de la aplicación de urea (46% N) a intensidades de 300 kg N ha⁻¹ ocurre un incremento en la concentración de N-NH₄⁺ y N-NO₃⁻ en los horizontes más profundos del suelo (20-40cm), pudiendo estas pérdidas llegar a 90 kgN ha⁻¹ en periodos de menor crecimiento foliar, disminuyendo con ello la eficiencia de fertilizante (Mora et al, 2007). Por otro lado, Bornemisza et al (1990) observaron que el uso de DCD en suelos Andisol de Costa Rica provoca una retardación del movimiento de DCD en el suelo debido a la presencia de arcillas que pueden retener aniones y por lo tanto acumular NO₃⁻ en el suelo, como también a los componentes coloidales del suelo, las fracciones finas (arcilla y limo) y el alto contenido de materia orgánica. Esta situación es análoga a los suelos de tipo Andisol del sur de Chile en especial donde las arcillas de tipo alófanas de alta capacidad de retención de aniones pueden favorecer la acumulación de NO₃⁻ en los suelos. En cuanto a producción de forraje, Díez et al (2010) encontraron que cultivos de maíz fertilizados con DCD mostraron igual rendimiento que los tratamientos control.

No cabe duda que los avances tecnológicos en la agricultura de hoy ofrecen un servicio indispensable para mejorar la eficiencia de producción y poder satisfacer la creciente demanda del mercado sin deteriorar el medio ambiente. El uso de fertilizantes bacteriostáticos (como Diciandiamida) apuntan hacia ese objetivo y, por lo tanto, bajo óptimas condiciones de uso, ofrecen un beneficio ambiental en cuencas agropecuarias y también un incentivo económico para los productores. Sin embargo, su aplicación bajo condiciones inadecuadas (lluvia intensa, sequia, pendiente fuerte, suelo degradado, acidez, entre otros) puede generar los mismos impactos ambientales que una fertilización nitrogenada sin DCD. No obstante, la fertilización con DCD puede generar un impacto a la salud humana. Por ello, Chile debería acoger la medida regulatoria neozelandesa y normar su uso en sistemas ganaderos-lecheros, hasta que la FDA establezca un límite aceptable. Dejo a su criterio y abierta la discusión sobre el ingreso de DCD a la leche y a la cadena alimentaria del día de hoy.

Referencias

- Barneze, A.S., Minet, E.P., Cerri, C.C., & Misselbrook T. 2015. The effect of nitrification inhibitors on nitrous oxide emissions from cattle urine depositions to grassland under summer conditions in the UK. *Chemosphere* 119, 122–129.
- Bell, M.J., N., Cloy, J.M., Topp, C.F.E., Rees, R.M., Cardenas, L., Scott, T., Webster, C., Ashton, R.W., Whitmore, A.P., Williams, J.R., Balshaw, H., Paine, F., Goulding, K.W.T. & Chadwick, D.R. (2015). Nitrous oxide emissions from fertilised UK arable soils: Fluxes, emission factors and mitigation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 212. pp. 134-147. DOI
- Bornemisza, E., Morúa, J., & Villalobos, C., 1990. Movimiento de la Dicyandiamida, inhibidor de la nitrificación, en Andisoles y Ultisoles. *Agronomía Costarricense*, 14 (2), 151-156.
- Cameron, K., Di, H., Moir, J. 2014 Effectiveness of the nitrification inhibitor (DCD) in reducing nitrous oxide emissions and nitrate leaching losses in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 57, 251–270.
- Díez J. A., Arauzo, M., Hernaiz, P & Sanz, A. 2010. The side effects of nitrification inhibitors on leaching water and soil salinization in a field experiment. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2010 8(1), 218-226.
- European Commission (EC) 1995. Reports of the scientific committee for food. Thirty-third series. Brussels Luxemburg.
- Hauser M., & Haselwandter K., 1990. Degradation of dicyandiamide by soil bacteria. *Soil Biol Biochem* 22, 113-114.
- Mazzetto, A.M., Barneze, A.S., Feigl, B.J., Van Groenigen, J.W., Oenema, O., De Klein, C.A.M., & Cerri, C.C. 2015. Use of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) does not mitigate N₂O emission from bovine urine patches under Oxisol in Northwest Brazil. *J Nutrient Cycling in Agroecosystems* 101, Springer Netherlands, pp 83-92.
- Misselbrook, T.H., Cardenas, L.M., Camp, V., Thorman, R.E., Williams, J.R., Rollett, A.J., Chambers,, B.J. 2014. An assessment of nitrification inhibitors to reduce nitrous oxide emissions from UK agriculture. *Environ. Res. Lett.*, 9.

Mora, M.L., Cartes, P., Núñez, P., Salazar, M. & Demanet, R. 2007. Movement of NO₃⁻-N and NH₄⁺-N In an andisoil and its influence on ryegrass production in a short term study. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 7 (2), 46-63.

Xiang Lin, Wu-Li-Ji Hasi, Xiu-Tao Lou, Si-qin-gao-wa Han, Dian-Yang Lin & Zhi-Wei Lu. 2015. Direct and quantitative detection of dicyandiamide (DCD) in milk using surface-enhanced Raman spectroscopy. *Anal. Methods*, 7, 3869-3875.

Yang Jia, Ding Juan-fang, Zhou Yuan-yuan Xu Qiu, Zhu Jiang, & Wang Shuai (2015). Rapid Determination of Melamine and Dicyandiamide in Milk Powder by High Performance Liquid Chromatography, *Journal of Food Science*, 35(6): 172-175.