

REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR MEDIO DE LA INTENSIFICACIÓN AGRÍCOLA

Cliff Snyder¹, Tom Bruulsema, Valter Casarin, Fang Chen, Raúl Jaramillo, Tom Jensen, Robert Mikkelsen, Rob Norton, T. Satyanarayana y Shihua Tu

Introducción

La población mundial pasó de 3 080 millones en 1961 a más de 6 510 millones en el 2005 (111 % de incremento) y se espera que llegue a más de 9 000 millones en el 2050. Este crecimiento poblacional incrementará la demanda de alimentos en un 70 %. ¿Se podrá lograr este incremento en producción? y, si es así, ¿cuál sería el impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y en el cambio climático? Un artículo escrito por Burney et al. (2010) recientemente publicado en la literatura científica, entrega algunas respuestas a estas inquietudes. El presente artículo discute brevemente estas respuestas y sus implicaciones en un contexto práctico.

Escenario agrícola mundial

Desde 1961 hasta el 2005, la producción global de alimentos se aumentó a través del incremento en el área sembrada (extensificación) y mediante el incremento del rendimiento en áreas que ya se encontraba cultivada (intensificación). El área de tierra en producción agrícola creció de 960 a 1 208 millones de hectáreas (Mha), un incremento del 27 %. Mientras tanto, los rendimientos de los cultivos, promediados a través de los diferentes grupos de cultivos, se incrementaron de 1.8 a 3.96 t ha⁻¹ (135 % de incremento). Estas mejoras en rendimiento fueron posibles gracias a la adopción de variedades mejoradas e híbridos, al incremento en el uso de fertilizantes, al mejor manejo de plagas, al mayor acceso a la irrigación, al incremento del uso de prácticas de conservación de suelo y a la mayor mecanización agrícola.

Gases de efecto invernadero

Se estima que la producción agrícola fue responsable del 10 al 12 % de las emisiones globales totales de GEI en el 2005. Esas emisiones comprenden fundamentalmente el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄), cuya suma representa de 5 a 6 giga-toneladas (Gt) de dióxido de carbono equivalente (CO₂e).

Aproximadamente 60 % del total global de emisiones de N₂O y el 50 % de emisiones globales de CH₄ se atribuyen a la agricultura (Flynn y Smith, 2010). El cambio en el uso de la tierra, resultante de la eliminación de los bosques y de la conversión de tierras nativas a producción agrícola, es responsable del 6 al 17 % de las emisiones totales de GEI.

La atmósfera ha experimentado incrementos en la

concentración de N₂O que han pasado de 270 partes por billón (ppb) en la era pre-industrial a 319 ppb en el 2005, (<ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/co2/trends>), aproximadamente un incremento anual del 0.26 % (Davidson, 2009). Los incrementos en la concentración de dióxido de carbónico (CO₂) han pasado de 318 partes por millón (ppm) en 1961 a 380 ppm en el 2005 o aproximadamente 0.44 % de incremento anual. Se considera cada vez más que este incremento en la concentración de GEI agrava el proceso de calentamiento global lo que resulta en cambios climáticos substanciales.

El uso global de fertilizantes nitrogenados fue de aproximadamente 93 millones de toneladas métricas (Mt) en el 2005. Utilizando el factor “Tier 1” del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2006) para emisiones de N₂O de 1 % (1 kg de N₂O-N emitido por 100 kg de N aplicado), se estima que el uso de



Foto1. La inversión en investigación agronómica evita las emisiones de GEI.



Foto 2. El incremento en la eficiencia de uso de los insumos es una estrategia viable para disminuir las emisiones de GEI.

¹ El Dr. Snyder es el Director del grupo de trabajo. Correo electrónico: csnyder@ipni.net. Los autores son científicos del International Plant Nutrition Institute (IPNI) que forman parte del grupo de trabajo de Nutrientes y el Ambiente (WG02).

Tabla 1. Comparación del mundo real con escenarios alternativos en la producción mundial de alimentos para satisfacer la demanda desde 1961 hasta el 2005 y las emisiones de GEI correspondientes (preparada utilizando los datos de Burney et al., 2010).

	Mundo real (MR)		Mundo alternativo (MA1)	Mundo alternativo (MA2)
	Intensificación de la producción agrícola		Extensificación de la producción agrícola	
	1961	----- 2005 -----	2005	-----
Nivel de vida		Mejorado	Igual que MR	Igual que en 1961
Rendimiento, t ha ⁻¹	1.84	3.96	1.84	1.84
Producción, Mt	1 776	4 784	4 784	3 811
Tractores agrícolas, Millones	11.3	28.5	28.5 ¹	23.7
Superficie bajo riego, Mha	139	284	284 ¹	298
Dosis de fertilizantes (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O), kg ha ⁻¹	32	136	32	32
Consumo mundial de fertilizante, Mt	31	165	88	67
Expansión global de la superficie de cultivo desde 1961, Mha	-	248	1 761	1 111
Aumento neto en las emisiones de GEI en comparación con MR, Gt CO ₂ e	-	-	590	317

¹ El MA1 asume de manera conservadora que el uso de maquinaria y el área bajo riego son los mismos que en el MR.

fertilizantes nitrogenados es responsable de la emisión de 1.46 Mt de N₂O o aproximadamente de 433 Mt de CO₂e. En perspectiva, el uso global de fertilizantes nitrogenados podría haber sido responsable de entre el 7 al 8.6 % de la emisión global de GEI (Flynn y Smith, 2010).

La producción agrícola moderna depende mucho del uso de fertilizantes. Para contestar la pregunta sobre cuál sería el impacto neto en los GEI, científicos de la Universidad de Stanford en los Estados Unidos (Burney et al., 2010) compararon dos escenarios mundiales alternativos (MA1 y MA2) contra el mundo real (situación actual; MR) en la emisión global de GEI desde 1965 hasta el 2005. En el escenario MA1, la superficie agrícola se expande, los rendimientos se mantienen constantes de acuerdo a los niveles de 1961, pero el estándar de vida mejora hasta llegar a las condiciones del MR. En el escenario MA2 también se tiene expansión en el área agrícola, pero el estándar de vida se mantiene en los niveles de 1961. Algunos de los supuestos utilizados y los resultados en términos de emisiones globales de GEI se muestran en la **Tabla 1**.

En el escenario MA1, en el que se asume que las dosis de fertilizantes y los rendimientos permanecen constantes en los niveles de 1961, se requiere expandir mucho más el área agrícola (> 7 veces) y además invadir áreas naturales para alcanzar las metas en la producción global de alimentos alcanzada en el MR. El escenario MA2 asume condiciones similares, pero además mantiene constante la producción per cápita de granos (estándar de vida). Aun así, el escenario MA2 todavía requiere de una gran expansión del área agrícola (4.5 veces más) para satisfacer las demandas globales de alimentos. En ambos escenarios, el MA1 y MA2, las emisiones globales del CO₂e se incrementan marcadamente en comparación con las emisiones en el MR.

A pesar de que la producción agrícola ha incrementado las emisiones de GEI por hectárea, el efecto neto de la intensificación ha sido evitar una gran cantidad de emisiones (**Tabla 1**). Al mismo tiempo, el incremento en la producción y consumo de fertilizantes es responsable de entre el 40 y 60 % de la producción global actual de cultivos y alimentos (Stewart et al., 2005; Erisman et al., 2008). Expresado de otra manera, podemos decir que gracias a la producción intensiva de cultivos se han evitado 13.1 Gt de emisiones de CO₂e por año y que cada dólar invertido en la producción agrícola ha resultado en la reducción de 249 kg de emisiones de CO₂e, en relación a las tecnologías empleadas en 1961.

Implicaciones importantes

Dos importantes conclusiones se pueden obtener de este estudio. Primero, la inversión en el mejoramiento de la producción agrícola es una manera efectiva de prevenir el incremento en las emisiones de GEI (**Foto 1**). Segundo, debe asegurarse que los esfuerzos de mitigación tomen en cuenta todos los impactos del sistema completo de estrategias utilizadas para reducir las emisiones de GEI. El aumentar la eficiencia de los insumos en la producción agrícola es una estrategia válida para disminuir las emisiones de GEI (**Foto 2**), pero reducir la utilización de insumos y finalmente limitar los rendimientos no lo es.

El satisfacer las necesidades de 9 000 millones de personas y al mismo tiempo proteger el planeta y mantener la capacidad de recuperación de la naturaleza puede ser el mayor reto que jamás ha enfrentado la humanidad (Foley et al., 2005).

Los principios promovidos por la industria de fertilizantes y por la comunidad agrícola para satisfacer la demanda de alimentos, mantener el planeta y preservar partes significativas de los ecosistemas naturales, incluyen la

intensificación ecológica de los sistemas de producción (Cassman, 1999), el uso eficiente de nutrientes (Dobermann, 2007) a través de mejores prácticas de manejo (MPM) y la mejor administración del manejo de nutrientes para lograr las metas económicas, ambientales y sociales propuestas (Bruulsema et al., 2008; IFA, 2009; Snyder et al., 2009).

La pregunta al momento sería entonces: ¿Estamos listos como sociedad global para enfrentar este desafío?

Bibliografía

- Bruulsema, T.W., C. Witt, F. García, S. Li, T.N. Rao, F. Chen, and S. Ivanova. 2008. *Better Crops* 92(2):13-15.
- Burney, J.A., S.J. Davis, and D.B. Lobell. 2010. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107(26):12052-12057.
- Cassman, K.G. 1999. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96:5952-5959.
- Davidson, E.A. 2009. *Nature Geoscience* 2:659-662.
- Dobermann, A. 2007. Nutrient use efficiency - measurement and management. pp. 1-28. *In Fertilizer Best Management Practices: General Principles, Strategy for their Adoption and Voluntary Initiatives vs Regulations.* 259 pp. Proc. IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices. 7-9 March 2007, Brussels, Belgium. International Fertilizer Industry Association, Paris, France.
- Erisman, J.W., M.A. Sutton, J. Galloway, Z. Klimont, and W. Winiwarer. 2008. *Nature Geoscience* 1:636-639.
- Flynn, H.C. and P. Smith. 2010. Greenhouse gas budgets of crop production - current and likely future trends. 67 pp. International Fertilizer Industry Association. Paris, France.
- Foley, J.A., R. DeFries, G.P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S.R. Carpenter, F. S. Chapin, M.T. Coe, G.C. Daily, H.K. Gibbs, J.H. Helkowski, T. Holloway, E.A. Howard, C.J. Kucharik, C. Monfreda, J.A. Patz, I. C. Prentice, N. Ramankutty, and P.K. Snyder. 2005. *Science* 309: 570-574.
- IFA. 2009. The Global "4R" Nutrient Stewardship Framework. Developing Fertilizer Best Management Practices for Delivering Economic, Social and Environmental Benefits. 10 pp. International Fertilizer Industry Association. Paris, France.
- IPCC. 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 11: N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl> (verified 30 July 2010).
- Snyder, C.S., T.W. Bruulsema, T.L. Jensen, and P.E. Fixen. 2009. *Agric. Ecosyst. Environ.* 133:247-266.
- Stewart, W.M., D.W. Dobb, A.E. Johnston, and T.J. Smyth. 2005. *Agron. J.* 97:1-6. ❖