

# Cambio climático, seguridad alimentaria y ciudades<sup>1</sup>



## **Gian Carlo Delgado Ramos**

Investigador del programa 'El Mundo en el Siglo XXI' del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México. Integrante del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional en Ciencia y Tecnología de México. Premio de Investigación de la Academia Mexicana de Ciencias 2014 en Ciencias Sociales y Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 2011 en Investigación en Ciencias Sociales.  
e-mail: giandelgado@gmail.com



Cerca del 14% de los gases de efecto invernadero (GEI) son atribuibles a la agricultura y entre el 17% y el 32% si se consideran los efectos del cambio de uso de suelo (Pelletier y Tyedmers, 2010). Dado que las dietas urbanas se han tornado cada vez más intensivas en agua y energía, sobre todo debido al aumento del consumo de carnes, lácteos y diversos alimentos procesados (véase más adelante), se puede sostener que los asentamientos urbanos modelan, en cierto sentido y medida, las dinámicas territoriales y los ritmos de las emisiones directas e indirectas asociadas a la alimentación, más allá de sus propias fronteras (Galloway et al, 2007; Gerbens-Leenes et al, 2010).

Reconocer tal situación ante el esperado aumento de la población mundial y los potenciales efectos del cambio climático y de su posible agudización, pero también frente a las fronteras ecológicas o a los límites de los ciclos biogeoquímicos del planeta, es elemental tanto por cuestión de seguridad alimentaria de las naciones, como de la seguridad de la población. El reto es ciertamente mayor en países donde el grueso de su población ya es urbana, y sobre todo, cuando se trata de países pobres, como los latinoamericanos.

## Producción de alimentos y cambio climático

Las estimaciones sobre los impactos del cambio climático en los sistemas de producción de alimentos se basan en modelos climáticos que son representaciones simplificadas de la realidad, así como en suposiciones sobre cómo sería el futuro en relación a ambos, al cambio climático y a la productividad de los cultivos en un contexto de nuevas condiciones climáticas y ambientales.

Desde tal entendimiento y grado de incertidumbre, se esperan una serie de cambios diferenciados tanto a escala regional como local. Mientras que los cambios locales son más inciertos y en buena medida aún desconocidos, a nivel regional se precisa con mayor certeza que (David Lobell y Marshall Burke, 2010, págs. 45–47):

- En África se dibuja la probabilidad de que sea aún más caliente, a una temperatura promedio mucho mayor que las del resto del planeta. El aumento podría situarse entre 3°C y 5° C, mientras que la precipitación decrecería en casi toda la cuenta mediterránea y el norte del Sahara, pero también en la región de lluvias de invierno de los márgenes del oeste. Todo lo contrario se estima para el caso del este de África.



- En el Mediterráneo y Europa un aumento en la temperatura se experimentará especialmente en el norte donde la temperatura aumentará entre 2°C y 5.5°C durante el invierno. Un incremento similar se calcula para la cuenca del Mediterráneo durante el verano. La precipitación podría incrementarse en el norte de Europa, particularmente en el invierno, y decrecer en el sur durante la primavera y el verano.
- En Asia la temperatura aumentará por arriba del promedio mundial con excepción del Sureste con un calentamiento promedio por arriba de los 3.3°C. La precipitación podría aumentar durante la época del invierno boreal en todo el continente.
- En América del Norte, la temperatura aumentaría por arriba del promedio del continente con un incremento promedio de 4°C para las latitudes más altas y arriba de 3°C para Estados Unidos continental. Las lluvias aumentarán en Canadá y noreste de EUA y decrecerán en el suroeste de EUA y el norte de México.
- En Centroamérica, el calentamiento promedio se calcula en 2.5°C con aumentos considerables en la precipitación en casi toda América Central, el sur de los Andes, Tierra del Fuego durante el invierno y el sureste de América del Sur durante el verano.
- Para Australia, se proyectan aumentos en la temperatura del orden de 2.6°C para el sur del continente y 3°C para las regiones del norte. Decrementos en la precipitación se darían en el sur y suroeste de Australia, particularmente durante el invierno y la primavera. Aumentos en la precipitación se estiman en South Island y Nueva Zelanda.

La magnitud y ritmo de las implicaciones del cambio climático, de cara a la capacidad de transformación y adaptación de la agricultura y la ganadería, es probablemente la cuestión con mayor peso y relevancia en el futuro próximo de la seguridad alimentaria. Los impactos mayores se observan tanto en el aumento de la temperatura y los cambios en la disponibilidad de agua.

En relación a la primera cuestión, se sabe que las altas temperaturas afectarán, en un grado u otro, la productividad. Así ya lo sugieren algunos resultados de investigación relacionados al aumento de la temperatura y los cambios en la producción mundial de cultivos de cereales básicos entre 1980 y 2008. Lo observado precisa que un aumento de 1°C en la temperatura tiende a disminuir la

productividad de los cultivos hasta en un 10%, excepto en aquellos países que se encuentran en latitudes altas donde por ejemplo se observan aumentos en la productividad del arroz debido al cambio del clima (David Lobell et al., 2011). El maíz y el trigo disminuyen su productividad en muchas de las grandes zonas productoras del mundo, repercutiendo en una pérdida neta de 3.8% y 5.5% respectivamente y considerando la producción esperada sin la tendencia del cambio de clima registrada en el periodo (David Lobell et al., 2011). No obstante, el arroz y la soya registraron en términos generales impactos negativos insignificantes (David Lobell et al., 2011). Este tipo de tendencias podrían agudizarse conforme el clima lo haga, y más aún si no se toman urgentemente medidas de adaptación y mitigación.

Algunas proyecciones de los posibles efectos del cambio climático para el 2030 precisan que la productividad de los cultivos podría caer de entre 1.3% a 9%, dependiendo de la región. Para 2050 y con una concentración de 369 ppm (hoy es de 388.9 ppm), la caída alcanzaría el rango de 4.2% a 12% y, cuando la población mundial logre estabilizarse pero los efectos del cambio climático se agudicen, esto es en la década del 2070 – 2080, la caída podría llegar a ser de entre 14.3% a 29% (Nelson et al, 2010).

En cuanto a los cambios en la disponibilidad del agua, cabe precisar que ello responderá no sólo al cambio climático, sino también al uso y abuso que se le da al recurso. Por lo pronto, se ha alterado el ciclo hidrológico con más de 50 mil represas, se ha provocado la salinización de acuíferos y se han contaminado en múltiples grados las reservas de agua en general. A lo dicho debe sumarse también el hecho de que las regiones irrigadas, que actualmente cubren el 17% de la tierra cultivada mundial y contribuyen con el 40% de la producción mundial, podrían experimentar cambios importantes en tanto que, como resultado del cambio climático, ciertas regiones se mantendrán sin mayores cambios; otras dejarán de necesitar tales sistemas; mientras que otras los requerirán con mayor urgencia (David Lobell y Marshall Burke, 2010: 8). Las potenciales implicaciones de tal escenario, en términos de abastecimiento de alimentos, son evidentes.

Otras afectaciones de mediano y largo plazo son los cambios esperados en los ciclos productivos, en los patrones de las plagas y vectores infecciosos y en el conjunto de cultivos por producir en condiciones de agudo cambio del clima. Y es que, por ejemplo, la población microbiana en el macro-ambiente y la población de las plagas y otros vectores podrían cambiar ya que los aumentos en tales enfermedades están asociados a temperaturas altas, lo que a su vez



puede impactar en la transmisión de las enfermedades y la evolución de los patógenos (Jaykus et al., 2008). Hoy día aproximadamente entre el 30% y hasta el 40% de la producción global de los principales cultivos se pierde cada año por dichas razones (David Lobell y Marshall Burke, 2010: 9).

Súmese la consideración a cerca de que el cambio climático puede afectar el contenido nutricional de los alimentos puesto que ya algunos estudios demuestran que en escenarios de mayor concentración de CO<sub>2</sub> puede disminuir el contenido de proteína en algunos cereales, particularmente en condiciones en las que hay una baja presencia de nitrógeno en los suelos (David Lobell y Marshall Burke, 2010, pág. 27).

Asimismo, las medidas tomadas por el ser humano frente a los impactos del cambio climático deben contemplarse pues podrían tener implicaciones no deseadas. Por ejemplo, el movimiento de animales o de zonas de cultivo bien podrían facilitar la expansión de patógenos o pestes donde previamente su presencia era baja o inexistente; de modo similar, la cría de ganado o la siembra de especies de plantas mejor adaptadas al cambio del clima podría aumentar la susceptibilidad de ciertos patógenos (Jaykus et al., 2008).

No sobra recordar que el aumento del nivel del mar, en un metro o más, también podría tener implicaciones severas no sólo en términos de seguridad humana sino en cuanto a la producción de alimentos en zonas costeras y aledañas. Tal vez la región que se vería más afectada en este sentido sea Asia (David Lobell y Marshall Burke, 2010: 9).

En lo que respecta a las implicaciones del cambio climático en la disponibilidad de pescado y mariscos cabe precisar que las estimaciones son inciertas pero potencialmente agudas. De entrada se cree que es probable un movimiento de las poblaciones de peces hacia aguas de latitudes mayores (David Lobell y Marshall Burke, 2010: 10). Los cambios en la temperatura, el aumento del nivel de los océanos, a la par de la creciente acidificación de los mismos, podría afectar la productividad, sobre todo en las regiones tropicales y subtropicales (Kevern Cochrane et al., 2009). Esos mismos factores también podrían incrementar la vulnerabilidad de la acuicultura (Ibid). Igualmente pueden exacerbar la eutrofización o la carga de nutrientes así como provocar un crecimiento del fitoplancton, el florecimiento de algas dañinas, incluyendo aquellas tóxicas para el consumo humano y que bien podrían entrar a la cadena alimenticia (Jaykus et al., 2008, pág. 8). Entre los posibles impactos de lo previamente dicho en términos de seguridad alimentaria, están: a) el potencial de facilitar la metilación del mercurio y el consecuente consumo por parte de los peces; y b) la

probable afectación de la zoonosis o las enfermedades e infecciones que son transmitidas de modo natural entre los animales y el ser humano (Jaykus et al., 2008: 7).

Producto de dinámicas propias de la naturaleza y el clima, se suman otras afectaciones que responden a las acciones del ser humano frente al cambio climático y en relación a las capacidades individuales de cada caso para tomar tales o cuales medidas, tanto en el corto como en el mediano y largo plazo. Desde luego esas capacidades dependerán en buena medida de las opciones reales que cada individuo o grupo de individuos tienen, muchas de las cuales derivan del nivel de ingreso o capacidad económica. Así, por ejemplo, se pueden esperar medidas anticipatorias o post-efecto de todo tipo como el cambio de la localización de las tierras de cultivo o en las fechas de inicio del ciclo productivo (preparación de la tierra, siembra, etcétera); cambio de cultivos o de especies/variedades con diferentes resistencias climáticas; implementación de sistemas de irrigación o de otros sistemas de recolección y/o cosecha de agua; expansión del área de producción; producción mixta, agrícola-ganadera a distintas escalas; diversificación de los ingresos a partir de trabajar parcialmente para los sectores industriales o de servicios; entre otras medidas, incluyendo la migración (David Lobell y Marshall Burke, 2010, pág. 139). Otros efectos van desde productores apropiándose de tierras contiguas, hasta regiones enteras entrando o saliéndose de actividades productivas de diversos cultivos o ganadería (David Lobell y Marshall Burke, 2010: 145).

Lo dicho implica que los alcances del cambio climático en lo rural trascienden lo meramente biofísico, penetrando dinámicas socioeconómicas ya en marcha, pero también generando otras nuevas, potenciando así tales o cuales medidas, impactos e implicaciones que no pueden dejar de ser analizadas en toda su extensión y complejidad.

## **Altos rendimientos, tecnociencia, agroecología y cambio climático**

El desarrollo científico y las innovaciones tecnológicas, en la amplitud de componentes de los sistemas de producción, transformación y distribución de alimentos pueden impactar benéficamente en términos de anticipación y respuesta frente al cambio climático (aunque pueden resultar precisamente en lo contrario).



Dos propuestas se identifican en la discusión internacional actual. Por un lado, la apuesta por el aumento de los rendimientos por la vía de la tecnificación de la producción. Por el otro, aquella que se enfoca más en la agricultura ecológica o agroecología.

Mientras la primera opción tiende a la gran producción no exenta de “efectos rebote” o “contrafuego”<sup>2</sup> (Polimeni et al, 2008; Delgado, 2011), ello tanto en términos de emisiones como de otras afectaciones ambientales, la segunda pone más atención a las vulnerabilidades socio-ambientales de mediano y largo plazos, prefiriendo así esquemas de producción local, de pequeña-mediana envergadura y altamente diversificada e integrada y por tanto distanciándose de aquellas modalidades productivas basadas en el monocultivo, la tecnologización e industrialización (semillas transgénicas, nuevos agroquímicos, etc), y en el uso intensivo de energía fósil.<sup>3</sup> Un ejemplo, entre otros, de posicionamientos de esta naturaleza es el de la *Pesticide Action Network Asia and the Pacific* (PANAP, 2010).

Así, para la agroecología entonces, la sustentabilidad y resiliencia son producto de la diversidad y complejidad de los sistemas agrícolas a través de policultivos, rotaciones, agrosilvicultura, uso de semillas nativas y de razas locales de ganado, control natural de plagas, uso de composta y abono verde y un aumento en la materia orgánica del suelo en tanto que mejora la actividad biológica y la capacidad de retención de agua (Altieri y Toledo, 2011: 5).

El asunto es complejo, más aún si no se reducen los patrones de consumo, en particular mediante la modificación de las dietas de alto contenido cárnico y de sus derivados pues en tal caso efectivamente una mayor producción por superficie sembrada sería necesaria para una población mundial cada vez más vivirá en un contexto de mayor estrés ambiental y climático, tal y como ya se describió.

El asunto es que los rendimientos de los cultivos industrializados están llegando a un punto de saturación, lo mismo que los ecosistemas que los sustentan (Roberts, 2009). No obstante las estimaciones a 2050 sugieren que con la actual dieta y tecnología agrícola de EUA, el área necesaria para los cultivos tendría cuando menos que duplicarse; si se siguen los estándares europeos, el área cultivable tendría que ser 70% mayor a la actual (Kastner et al, 2012).

Ante tal situación, la “agricultura de conservación” ha sido propuesta como una alternativa que viene tomando cada vez más fuerza en la arena política. Ésta da cuenta de los dilemas clave de las propuestas arriba planteadas y fusiona ambos rumbos bajo un esquema que pretende ser productivo pero tomando en cuenta ciertas cuestiones

de sustentabilidad ambiental. En tal sentido, sus principales componentes son: 1) un uso mínimo de maquinaria pesada; 2) mantenimiento de una capa de materia orgánica rica en carbono en los suelos productivos; y 3) la rotación o secuencias y asociaciones de cultivos que puedan incluir legumbres que fijen el nitrógeno. Esto es un esquema productivo que disminuye o modela algunos componentes pero que no deja de ser industrializado y tecnificado y que por tanto no fomenta la preservación del tejido social rural sino que lo reduce al máximo en tanto que tiende a promover la concentración de la tierra cultivable y del usufructo del agua.

Tal proceso, que disminuye la población de tipo rural aún más, obvia la relevancia que ha tenido la vida rural en términos de producción descentralizada, de menor escala y menor impacto ambiental. Pero aún más, promueve la pérdida de la identidad histórica de lo rural junto con la variabilidad genética lograda a lo largo de miles de años y que crecientemente es reemplazada por monocultivos que pretenden aprovechar esquemas de economía de escalas y eventuales desarrollos tecnológicos que resolverían los retos futuros. Tal visión positivista podría ser riesgosa, no sólo por la incerteza de tales desarrollos tecnológicos, sino de frente a la incertidumbre que representan las potenciales implicaciones del cambio climático, desde especies de monocultivos no preparadas para cambios del clima o la aparición de nuevas plagas, hasta el aumento de las escalas de potenciales escenarios de inseguridad alimentaria provocada, entre otras cuestiones, por eventos extremos, pero también por la especulación económica en un contexto de estrés ambiental y cambio del clima.

Ahora bien, resulta importante notar que una de las principales contrariedades presentes en el debate es la insistencia en una apuesta por la productividad, por las economías de escala, afirmando que mayor producto por hectárea llevaría a una mayor eficiencia en términos de *descarbonización* de la producción agrícola. No obstante, la intensidad de carbono emitido por unidad de producto final no puede ser disminuida al máximo por medio de aumentos en la productividad, sino en el uso mínimo de energía y de insumos de bajo contenido energético. En tal sentido, el modo más eficiente para producir nuestros alimentos es por la vía de la agricultura ecológica que es energéticamente mucho más eficiente en tanto que requiere menos inputs de energía por unidad productiva cultivada.

Por ejemplo, mientras una milpa de maíz tradicional en México es hasta 11 veces más eficiente en términos de energía invertida por energía obtenida, es al menos 5 veces menos productiva en tanto toneladas de grano por hectárea.<sup>4</sup> Por el contrario, el sistema agroindustrial en



efecto tiene índices mucho mayores de productividad por hectárea cultivada, lo cual es sólo posible mediante el uso de cuantiosas cantidades de inputs de agroquímicos, usualmente de base combustible fósil: de ahí que se refiera a la agricultura moderna, en particular a los monocultivos, como la siembra de petróleo.

El caso de EUA es revelador pues pese a que invierte 19% de su consumo total de energía en la producción de alimentos (no debe olvidarse que es el segundo consumidor de energía del mundo, sólo hace algunos años rebasado por China que tiene una población mucho mayor a la de EUA), en términos comparativos emplea hasta tres veces más energía per capita sólo en la producción de alimentos que el promedio de energía empleada en términos per capita por los países en desarrollo para todas las actividades demandantes de energía, incluyendo la producción de alimentos (Pimentel y Pimentel, 2008: 6). A lo dicho debe sumarse que el uso de agroquímicos ha demostrado sin lugar a duda que los costos ambientales no son menores, tanto en contaminación, degradación de suelos, fortalecimiento de plagas, y en general de un uso no sustentable de los recursos naturales, desde la tierra hasta el agua.

Ahora bien, indudablemente la mencionada eficiencia de la agroecología no va siempre acompañada de una creciente productividad como pretende hacerlo la agroindustria. Sin embargo, pese a que los rendimientos de la agroecología son limitados, sobre todo cuando únicamente se comparan los rendimientos por producto y se deja de lado la variabilidad de la producción en términos de policultivos y otras actividades primarias integradas, los policultivos pueden llegar a lograr ventajas comparativas de entre el 20% al 60% ya que reducen las pérdidas generadas por las malezas, insectos y enfermedades, además de que permiten un uso más eficiente de los recursos disponibles, desde agua y luz, hasta de nutrientes (Altieri y Toledo, 2011: 14).

Ejemplificando, una parcela de 1.73 ha de monocultivo de maíz produce la misma cantidad de alimento si se mezcla maíz calabaza y frijoles con la ventaja que la segunda modalidad produce cuatro ton/ha de materia seca que se incorpora al suelo mientras que en el monocultivo es sólo de la mitad (Ibid). Experiencias varias y exitosas, en términos de su resiliencia, son patentes a lo largo y ancho de América Latina (Ibid). En México, el modelo del “monte donde se produce” (*kuojtakiloyan*) desarrollado por comunidades campesinas náhuatl de la Sierra Norte de Puebla, es un caso ilustrativo. Ha permitido la producción de alimentos, incluyendo café, miel orgánica de exportación y para el mercado nacional, así como productos procesados (jabón, cremas, etcétera), generando un sustento y

seguridad alimentaria a partir de un proceso construido socialmente de manera horizontal y que además tiene como uno de sus ejes, promover la identidad histórica y cultural de la región, de ahí que se desarrollen esquemas educativos propios y bilingües (Moguel, 2009).

Por lo dicho y tomando nota del aumento poblacional inmediato, la alternativa al menos en el corto-mediano plazo<sup>5</sup>, parece ser una combinación de esquemas productivos ecológicos y el de la denominada agricultura de conservación, ambos enfocándose cada vez más a atender en la medida de lo posible las necesidades alimentarias básicas de la población local-regional y por tanto reduciendo los kilómetros detrás de los alimentos que llegan a nuestras casas. Se trata de un panorama en el que la seguridad alimentaria sin duda alguna es una cuestión central, especialmente en los países en desarrollo dado que éstos verán el mayor aumento poblacional y los mayores impactos climáticos-ambientales en condiciones de baja o limitada capacidad económica e institucional para afrontarlos; una coyuntura en la que la actual dependencia alimentaria de la mayoría de los países pobres no es un asunto menor.<sup>6</sup>

Una nueva y diversa modalidad de producir alimentos en un contexto de cambio climático necesariamente requiere por tanto tomar en cuenta la garantía de la *seguridad ecológica*, ésta entendida como el modo de asegurar los bienes comunes para el bien común presente y futuro del grueso de la humanidad. Asimismo, adquiere sentido socio-político si esa modalidad de producir permite en la mayor medida posible, garantizar la seguridad alimentaria y la soberanía alimentaria de los pueblos del orbe, un reto que requiere el uso de todos los instrumentos y medidas disponibles como los antes señalados y que cubren aspectos de localización, adaptación y reconfiguración de la producción de alimentos, de la distribución y el procesamiento, así como de ajuste de las dietas de alto contenido cárnico y de alimentos procesados.

## Consumo de carne, ecología y clima

El sector ganadero y sus derivados utiliza el 26% de la superficie terrestre libre de hielo o el 33% de la tierra cultivable (Lipper et al, 2010: 5). Figura como una de las principales fuentes emisoras de metano, pero también de emisiones de otros GEI a lo largo del proceso de producción, procesamiento y transportación, tanto de insumos como de productos finales. El sector contribuye con alrededor del 18% de las emisiones totales antropogénicas (considerando el cambio de



uso de suelo), de las cuales 1,969 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e, ó 4% del total de dichas emisiones para el año 2007, correspondieron sólo al sector de derivados, en particular a la producción de lácteos (Vellinga et al, 2010: 10 y 12).<sup>7</sup>

Este panorama es producto del mencionado aumento en el consumo de carne mundial: se pasó de unos 10 kg per capita a principios del siglo XIX, a 23 kg per capita en 1961, siendo hoy por hoy, de unos 40 kg per capita al año en los países pobres y unos 80 kg en los ricos (Galloway et al, 2007). Así entonces, las calorías animales ya representan la tercera parte de las calorías disponibles en las regiones desarrolladas (Kastner et al, 2012; Steinfeld Gerber, 2010). A ello se suma el hecho de que las economías emergentes, particularmente China, está aumentando su consumo cárnico y de derivados. Sólo de 1961 al 2007 se estima que la demanda de ese país asiático se quintuplicó (Kastner et al, 2012).

Tal demanda mundial ha llevado a que una tercera parte de los granos producidos en el mundo ya se destinen a la alimentación de ganado de todo tipo, lo que a su vez ha fomentado, desde 1961, hasta un 50% de la demanda y cambio de uso de suelo (Ibid). El aumento del consumo de carne histórico ha sido pronunciado sobre todo en las últimas décadas, siendo el consumo de cerdo y pollo el de mayor relevancia en tanto que corresponde al 70% del total de producción de carne mundial, el grueso de tipo industrial (Galloway et al, 2007).<sup>8</sup> Ello se debe al alto requerimiento de cereales y otros alimentos, además de agua, para la cría de ganado. Por ejemplo, la engorda de una res se estima en el orden de 7 kilos de granos por uno de animal en pie, pero hasta de 20 kilos de granos por un kilo de carne (en tanto que 60% del peso del animal son huesos, órganos y piel) (Roberts, 2009: 209-210). Para el caso de carne de cerdo esa última relación es de 7.3:1 y para la de pollo de 4.5:1 (Ibid).

Debido al aumento poblacional estimado y a los cambios en la dieta de una población mundial cada vez más urbanizada, las proyecciones a 2030 precisan un aumento en el consumo per capita de carnes y derivados del orden del 25%, mismo que en realidad corresponde a un incremento del 70% en cuanto a la demanda total (debido al aumento poblacional). Para 2070, dicha demanda aumentaría entre 2 a 3 veces con respecto a los niveles hoy existentes (Ibid). Consecuentemente, se precisa un aumento de las emisiones asociadas a la producción de tales alimentos; para el 2050 en 39% con respecto a las reportadas en el 2000.<sup>9</sup>

La mencionada tendencia en el consumo de carnes y derivados, significa que se requerirá un aumento en la producción de granos

y por tanto del uso de energía, tierra y agua, situación que es insostenible bajo estándares de consumo actuales como el de EUA (unos 100 kilos/ per capita/año, 20 kg más que el promedio mundial) (Roberts, 2009: 211). Y es que en tal caso la producción actual global sólo alcanzaría para cubrir la demanda de 2,600 millones de personas. En cambio, patrones de consumo de carne como los de India (5.5kg/ per capita/año), en donde 90% de los granos se consumen de manera directa, sí se podrían sostener con la producción actual de granos y para los 9,500 millones de habitantes que se estiman en 2050 (Ibid).

De precisarse es que la eficiencia productiva de carne que se pueda lograr en los años próximos, en el mejor de los casos, está lejos de ser significativa ya no se diga suficiente para la tendencia general de las dietas de ahí que la disminución del consumo de carne sea un imperativo, no sólo por las implicaciones ambientales y climáticas, sino por las claras constricciones en la capacidad productiva a tales dimensiones.

De cualquier modo, lo que se sugiere es que los países más pobres busquen un incremento relativo en la productividad de su sector ganadero al tiempo que implementen mecanismos de gestión socio-ambientalmente menos agresivos, todo con la intención de alcanzar una soberanía alimentaria mínima en cuanto a la producción de cárnicos y derivados se refiere. Por su parte, los países desarrollados, pero también aquellos emergentes, tendrían que enfocarse más en reducir, o en el caso que aplique limitar, la huella de carbono y ambiental de su sector alimentario, en la disminución de sus exportaciones y en modelar sus patrones alimentarios en el sentido de reducir el consumo de carne y derivados y aumentar más que proporcionalmente el de cereales, leguminosas y vegetales. Lo dicho es sin embargo válido para personas que ya han alcanzado su madurez de crecimiento, tanto de países ricos como de los países pobres. Otras acciones deseables incluyen moderar la pesca y la acuicultura<sup>10</sup>, impulsar el adecuado manejo del estiércol (incluyendo acciones para la producción de biogás a mediana escala y otras formas de bioenergía), gestionar de modo "sustentable" los pastizales, usar más eficientemente el agua, entre otras más.

## El reto de alimentar a una población crecientemente urbana: una lectura desde América Latina

Los sistemas urbanos son predominantemente dependientes de alimentos, pero en general de energía y de todo tipo de materiales



que obtienen de zonas periurbanas, regionales-nacionales o incluso del extranjero. Se trata de asentamientos humanos en expansión, sobre todo en los países pobres donde el aumento poblacional a 2050 se concentrará en un 95%, llegando incluso a duplicar el número de habitantes de principios de siglo.

Las ciudades que más aportarán con dicho aumento serán las de rango medio, incluyendo muchas de AL, una región donde se identifican tres grupos de ciudades: las megaurbes que concentran el 14% de la población de la región (la Ciudad de México con unos 22 millones de habitantes, Sao Paulo con 20 millones, Buenos Aires con 12 millones y Río de Janeiro con 11 millones); las grandes ciudades de entre 5 y 8 millones de habitantes como Lima, Bogotá, Santiago y Caracas; y las ciudades de no más de 4 millones de habitantes como Montevideo, Asunción, La Paz o Guatemala. Desde luego se suman otras de menor tamaño, inclusive de menos del millón de habitantes donde se estima vive el 59% de la población Latinoamericana (UN-HABITAT, 2009: 29), un rasgo que puede ser visto como un potencial para encausar esos espacios hacia mejores condiciones ambientales y de adaptación y mitigación frente al cambio climático pero, el reto es mayor y requiere ser asumido desde hoy día.

Tomando nota de tal panorama urbano y sus tendencias, el crecimiento de las ciudades latinoamericanas y en general las de los países pobres, claramente será más complejo no sólo debido a las proyecciones poblacionales y a las de sus patrones de consumo, sino sobre todo por las aún limitadas capacidades económicas y político-institucionales que las caracterizan independientemente de su tamaño. Y es que es de notarse, por ejemplo que mientras la Ciudad de México y Sao Paulo figuran entre las más pobladas del mundo a la par de Tokio o Nueva York, éstas no aparecen entre las más ricas (por ejemplo en términos del PIB), por el contrario en este caso son reemplazadas por ciudades metropolitanas de menor envergadura poblacional y espacial. Esto indica que en efecto hay una brecha no sólo entre individuos ricos y pobres, sino entre los espacios urbanos de países ricos y de países pobres y hacia adentro de éstos.

Como agravante, se ha señalado que las naciones con economías pujantes y ritmos acelerados de urbanización<sup>11</sup> serán las mayores demandantes de alimentos, sobre todo de carnes, lácteas y alimentos procesados. El escenario sugiere así crecientes flujos de exportaciones-importaciones de alimentos provenientes del proveedor más económico o del proveedor disponible en caso de dificultades en el abastecimiento mundial como producto del cambio climático y otros factores. Al mismo tiempo, las perspectivas de alimentar ciudades en rápido crecimiento no son favorables

particularmente para aquellas en el continente Africano donde la producción per capita de cereales ha disminuido en los últimos 50 años. Tampoco lo son para algunas ciudades asiáticas donde la población sigue aumentando y donde los ingresos están impulsando un cambio en las preferencias alimentarias y por tanto en la demanda mundial de alimentos.

Estamos ante todo un reto, incluyendo la producción de mayores cantidades de alimentos que deben ser llevados y distribuidos en sistemas urbanos expansivos y desiguales, un contexto en el que la dependencia de alimentos con el "exterior" (más allá de los límites legalmente establecidos, según la metodología empleada por FAO) suele ser de alrededor del 85% (Lipper et al, 2010: 11).

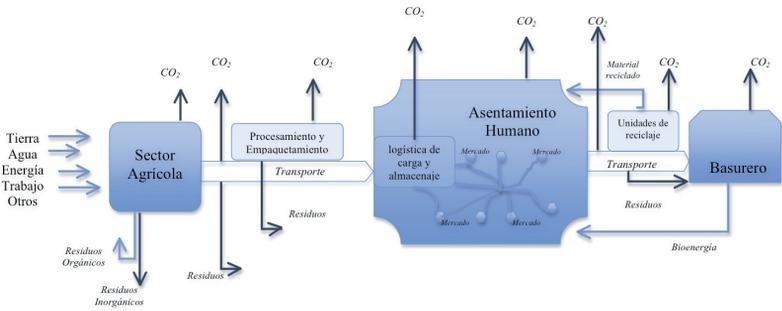
El desafío "técnico" es considerable pues aún con mejoras sustanciales en la producción de alimentos, mismas que han permitido prácticamente doblar la capacidad productiva desde la segunda mitad del siglo pasado tan sólo aumentando en un 10% la superficie de tierra cultivable, para el 2050 será necesario aumentar la producción agrícola en 70% para poder cubrir la demanda futura de alimentos estimada en patrones de consumo actuales (Lipper et al, 2010: ii). Los mayores retos, sin embargo, están asociados a cuestiones no tecnológicas sino socioeconómicas y políticas y en concreto a las tipologías de las dietas contemporáneas, la distribución y la accesibilidad a los alimentos. Y es que hoy día tan sólo la producción de cereales se calcula en un kilogramo per capita al día o más que suficiente para alimentar a toda la población mundial (Lobell y Burke, 2010: 18), no obstante su distribución es altamente desigual, incluso al grado de reconocerse abiertamente la existencia de 850 millones de personas malnutridas (poco más del 10% son niños).

En este tenor y tomando nota de lo antes señalado, se considera que el *análisis del flujo de alimentos* hacia las ciudades permite visualizar la dimensión y complejidad de su dependencia alimentaria con respecto a otras escalas espaciales, develando así las modalidades en las que dicha dependencia es neutralizada, así como los impactos ambientales y climáticos directos e indirectos. Asimismo, tal perspectiva analítica permite dar cuenta de los stocks o la infraestructura y artefactos necesarios para la puesta en marcha del sistema alimentario urbano, pero también de los flujos de salida, sus costos socio-ambientales e implicaciones, esto es para el caso que nos ocupa, de los desechos y las excretas, flujos urbanos de salida que además son importantes emisores de metano.

Así entonces, el *metabolismo urbano de los alimentos* busca dar cuenta de los flujos de entrada y de salida y de los stocks que



conforman todo el sistema alimentario de tal o cual asentamiento, es decir, de los subsistemas de producción, suministro, distribución, consumo, reproducción social y generación de flujos de salida o de contaminantes y residuos en y fuera de las urbanizaciones. Véase figura 1.



Fuente: *Elaboración propia.*

Los flujos de entrada y el stock incluyen, por ejemplo, cuestiones relacionadas al uso del suelo, sistemas de producción y prácticas de producción, usos y abusos del agua y de agroquímicos, operación y mantenimiento de infraestructura y dispositivos para el almacenaje, procesamiento y empaquetamiento de alimentos, transportación (tanto de alimentos como de insumos), y desde luego de energía y otros insumos necesarios para la preservación, preparación y cocción de alimentos por parte de los consumidores finales.

De particular atención en torno a los flujos de entrada son las transferencias de nutrientes o de la fertilidad de los suelos hacia las ciudades; esto porque con cada cosecha se da una transferencia de nutrientes —como potasio, fósforo y nitrógeno, lo que genera una huella urbana de nutrientes crecientemente negativa y a la que se asocia, una huella hídrica similar.<sup>12</sup> Tal transferencia constante de nutrientes, de lo rural a lo urbano (y a escala global), es sólo posible gracias al uso permanente de agroquímicos que permiten reponer dicha pérdida.

<b>Tabla 1. Emisiones directas e indirectas y huella hídrica de la carne y derivados</b>		
Sector / Producto	Emisiones GEI (Producción, procesamiento y transportación)	Huella hídrica (incluye huella azul, verde y gris) <sup>a</sup>
Sector ganadero (excluyendo el sector de derivados lácteos)	14% del total de GEI en 2007 (6,891 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> e) <sup>''</sup>	1,961.8 Gm <sup>3</sup> /año
Sector de lácteos	4% del total de GEI en 2007 (1,969 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> e) <sup>''</sup>	460.2 Gm <sup>3</sup> /año
Leche de vaca	2.4 kg CO <sub>2</sub> eq/kg <sup>''</sup>	1,000 m <sup>3</sup> /ton
Carne de res como subproducto de la producción de lácteos	15.6 kg CO <sub>2</sub> eq/kg <sup>''</sup>	15,400 m <sup>3</sup> /ton de res; 10,400 m <sup>3</sup> /ton de oveja; 6,000 m <sup>3</sup> /ton de cerdo; 4,300 m <sup>3</sup> /ton de pollo.
Carne de res de engorda	20.2 kg CO <sub>2</sub> eq/kg <sup>''</sup>	
Carne de Cerdo	2.79 kg CO <sub>2</sub> eq/kg §	
Carne de pollo	1.66 kg CO <sub>2</sub> eq/kg §	
Huevo (gallina)	1.95 kg CO <sub>2</sub> eq/kg	3,300 m <sup>3</sup> /ton
Elaboración propia con base en: <sup>''</sup> Vellinga et al, 2011; <sup>a</sup> Mekonnen y Hoekstra, 2010; § Hirschfeld et al, 2008.		

A lo dicho súmese las emisiones no sólo directas sino indirectas relacionadas al sistema alimentario urbano, además de otros costos ambientales y sociales. El promedio de las emisiones y la huella hídrica de la producción, procesamiento y transporte de los principales productos del sector ganadero y sus derivados, se presentan en la Tabla 1.

En este tenor, resultan de particularmente llamativos los largos recorridos que en algunos casos llegan hacer los alimentos dentro del entramado del comercio internacional, un mercado que supone una fuerte dependencia alimentaria de algunos actores y una sobre capacidad productiva por parte de otros. Esta situación se observa, en un grado u otro, en la mayoría de los países latinoamericanos cuya dependencia, como ya se precisó, se ubica entre poco menos de la mitad a un cuarto del total de los alimentos que demandan.



Ahora bien, una vez que los alimentos llegan al consumidor final las pérdidas o desperdicio de alimentos están estimadas en por lo menos una tercera parte del total de alimentos inicialmente producidos; esto es alrededor de 1,300 millones de toneladas a nivel mundial (Gustavsson et al, 2011: v). Dicho desperdicio es sin embargo socialmente desigual. Cuando llega al consumidor final, las pérdidas se estiman en unos 95 a 115 kg para consumidores europeos y estadounidenses, mientras que en África Subsahariana y el sureste de Asia ése es de entre 6 a 11 kg al año (Ibid).

A ese socialmente inadmisibles flujo de salida (en buena medida producto de la hiper-concentración de los procesos de producción) y que acaba siendo parte de los residuos urbanos, se suma el de las excretas usualmente bajo la forma de aguas residuales. No debe olvidarse por supuesto el hecho de que el procesamiento y transportación de alimentos genera también grandes sumas de residuos sólidos inorgánicos, el grueso de ellos empaques cuya vida útil es cada vez menor y su grado de reciclaje limitado. Tampoco debe dejarse de lado el total de emisiones de GEI directas e indirectas de todo el sistema, incluyendo las emisiones por descomposición de desechos orgánicos.

En la Tabla 2 se ofrece una revisión panorámica de los flujos de alimentos y de residuos (orgánicos e inorgánicos) de las megaurbes latinoamericanas. Lo expuesto es sólo un primer acercamiento a la problemática en tanto que no da cuenta de la complejidad y totalidad de los flujos indirectos asociados a la entrega de alimentos, su metabolismo (o modalidades de consumo y desperdicio) y de su desecho y cuyo análisis requiere de un estudio pormenorizado para cada caso. El objetivo aquí es solo apuntar las dimensiones del reto de alimentar a las ciudades, al tiempo que se sugiere la necesidad de realizar evaluaciones más detalladas y dinámicas (a lo largo del tiempo).

La estimación que se presenta sobre las emisiones asociadas al consumo de carnes, leche y huevo para las megaurbes latinoamericanas suman 67.8 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e, mientras que la huella hídrica poco más de de 58 millones de m<sup>3</sup>. Para el caso particular de México debe subrayarse que muchos de los costos, tanto de agua, tierra requerida y de emisiones, quedan ocultos en el flujo del comercio internacional dado que el país es importador neto, además de maíz y otros granos y leguminosas, de carnes y derivados (FAOSTAT; Galloway et al, 2007). Tal transferencia de flujos de alimentos, en un contexto de potenciales afectaciones a la capacidad de producción alimentaria como producto del cambio climático, claramente pone en entre dicho la seguridad alimentaria en el mediano y largo plazo, sobre todo la de la población urbana y enfáticamente de aquella más pobre.

**Tabla 2.**  
**Flujo de alimentos y residuos urbanos para las megaurbes latinoamericanas**

<i>Ciudad</i>	<i>Flujos de Alimentos</i>	<i>Flujo de residuos orgánicos/ inorgánicos</i>
Buenos Aires <sup>1</sup>	<p>El consumo nacional para 2007 se estimó entre 755 kg/hab/año (según datos de suministro de alimentos de FAOSTAT), lo que significa que la zona metropolitana de Buenos Aires requirió de un flujo de alimentos anual de al menos 9.06 millones de toneladas (al igual que en el resto de casos abajo presentados, deben sumarse los sobre-consumos y desperdicios y los alimentos demandados por el turismo).</p> <p>La dieta es particularmente intensiva en carnes y derivados en tanto que constituyen el 43.7% del consumo total de alimentos en términos de peso. El consumo de refrescos y bebidas azucaradas es igualmente alto con 116 litros per capita/año.</p> <p>Sólo la ciudad cuenta con un mercado comunitario, tres centros de abastecimiento y dos mercados intendentés. Además, hay poco más de dos centenares de supermercados de cadenas mayores y medianas; varios centenares de otros supermercados o tiendas de abasto; y 10 ferias itinerantes de abastecimiento barrial. Debe precisarse que alrededor de la mitad del suministro de fiambres, embutidos, conservas, aceites y grasas, lácteos y bebidas alcohólicas está en manos de cadenas de supermercados.</p> <p>Considerando la media nacional de consumo de carne (91.4kg), leche (213.1kg) y huevo (10.3kg), según FAOSTAT para el año 2007, se estima que el consumo de esos productos para la zona metropolitana asciende a un total de 1.09 millones de toneladas, 2.55 millones de toneladas y 123 mil toneladas respectivamente. Las emisiones per capita de CO<sub>2</sub>e asociadas son de 1,045.7 kg para la carne de res (asumiendo 50% de carne de engorda y 50% de subproducto), cerdo y pollo; 511.4 kg para la leche; y 20 kg para el huevo. Por su parte, la huella hídrica de tales consumos per capita fue de mil m<sup>3</sup>, 213 m<sup>3</sup>, y 33.9 m<sup>3</sup>, respectivamente. Lo dicho significa que el abastecimiento de carne, leche y huevo de la zona metropolitana implica una emisión de 18.92 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e y una huella hídrica de 14,962 millones de m<sup>3</sup>.</p>	<p>Se calcula un flujo de residuos, sólo de la ciudad autónoma, de unas 5,200 toneladas diarias o unos 606 kg/hab/año. Esto es alrededor de 1.9 millones de toneladas al año.</p> <p>La composición de los residuos, según datos de 2001, es: 38% residuos orgánicos (5% poda y jardín); 24% papel y cartón; 14% plásticos; 5% vidrio; 5% textiles, cuero, madera; 4% pañales; 2% metales ferrosos y no ferrosos; 2% materiales de construcción; y el resto miscelánea (www.ccgsm.gov.ar).</p>





<p>Ciudad de México<sup>2</sup></p>	<p>El consumo nacional para 2007 se estimó entre 734.7 kg/hab/año (según datos de suministro de alimentos de FAOSTAT). Esto significa que la ZMVM requirió ese mismo año de un flujo de alimentos de al menos 16.16 millones de toneladas. Debe subrayarse que el mayor gasto se hace en carnes, seguido por cereales, lácteos, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, huevo y aceites y grasas. La dieta tiene un alto contenido de carnes, aceites y derivados lácteos (29.5% del consumo total en peso), así como de panificados (187 kilos/hab/año) y refrescos y bebidas azucaradas (casi 120 litros anuales per capita, por encima de EUA). Al mismo tiempo se registran consumos cada vez menores de vegetales (55 kg/hab/año).</p> <p>Lo dicho precisa una modalidad de dieta crecientemente intensiva en energía, además de la que se requiere, con todo y sus implicaciones ambientales y climáticas para el embalaje y transporte (el grueso por carretera), lo cual es particularmente relevante en tanto que se importa el 40% – 50% de los alimentos, muchos provenientes de EUA.</p> <p>La infraestructura, sólo en la Ciudad de México, está conformada por 350 supermercados, 312 mercados públicos, poco más de mil tianguis y una central de abasto. Las cadenas de supermercados controlan cerca de la mitad del abasto y sólo Walmart más de la mitad del negocio de tales cadenas.</p> <p>Considerando la media nacional de consumo de carne (63.3kg), leche (115.2kg) y huevo (18.4kg), según FAOSTAT para el año 2007, se estima que el consumo de esos productos para la ZMVM asciende a un total de 1.4 millones de toneladas, 2.5 millones de toneladas y 400 mil toneladas respectivamente. Las emisiones per capita de CO<sub>2</sub>e asociadas son de 412.5 kg para la carne de res (asumiendo 50% de carne de engorda y 50% de subproducto), cerdo y pollo; 276.48kg para la leche; y 35.88kg para el huevo. Por su parte, la huella hídrica de tales consumos per capita fue de 488.3 m<sup>3</sup>, 115.2 m<sup>3</sup>, y 60.7m<sup>3</sup>, respectivamente. Lo dicho significa que el abastecimiento de carne, leche y huevo de la zona metropolitana implica una emisión de 15.94 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e y una huella hídrica de 14,612 millones de m<sup>3</sup>.</p>	<p>La Ciudad de México produce 12,500 toneladas de residuos sólidos (60% inorgánicos) diariamente o el equivalente al 13% de ese tipo de residuos a nivel nacional, siendo la generación media de basura 511 kg/hab/año. El crecimiento de la ciudad abona 130 toneladas diarias adicionales. Del total de basura de la ciudad se recicla, en el mejor de los casos, entre el 5 y 10% (SMA-GDF, 2009). La producción de composta se hace en 6 plantas (4 reciben exclusivamente residuos de poda y 1 procesa el 90% del total de residuos procesados por la ciudad). La capacidad total de las plantas es de 80 mil toneladas año o el equivalente a cerca del 4% del total de residuos orgánicos generados por la ciudad al año. La composta una vez producida debe ser recogida en la planta por los potenciales usuarios.</p>
-------------------------------------	---	--

<p>Río de Janeiro</p>	<p>El consumo nacional para 2007 se estimó en 729 kg/hab/año (faostat.fao.org). Esto significa que la zona metropolitana de Río de Janeiro requiere un flujo de alimentos anual de aproximadamente 8.01 millones de toneladas. Debe notarse que al igual que México, el consumo de carne y derivados, aceites y grasas animales y lácteos representa casi la tercera parte de los alimentos en términos de peso (30.9%).</p> <p>Considerando la media nacional de consumo de carne (80.5 kg), leche (124.6 kg) y huevo (7.5 kg), según FAOSTAT para el año 2007, se estima que el consumo de esos productos para la zona metropolitana asciende a un total de 885,500 toneladas, 1.37 millones de toneladas y 82,500 toneladas respectivamente. Las emisiones per capita de CO<sub>2</sub>e asociadas son de 749.2 kg para la carne de res<sup>2</sup> (asumiendo 50% de carne de engorda y 50% de subproducto), cerdo y pollo; 299 kg para la leche; y 14.6 kg para el huevo. Por su parte, la huella hídrica de tales consumos per capita fue de 775.1 m<sup>3</sup>, 124.6 m<sup>3</sup>, y 24.7 m<sup>3</sup>, respectivamente. Lo dicho significa que el abastecimiento de carne, leche y huevo de la zona metropolitana implica una emisión de 11.69 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e y una huella hídrica de 10,168 millones de m<sup>3</sup>.</p>	<p>Los 14 municipios que comprenden Río de Janeiro registran una emisión de residuos de 1.31kg/habitante/día, esto es ligeramente por encima del máximo extremo de la media nacional que va de un rango 0.75 kg/hab/día a 1.26kg/hab/día (SNIS, 2010). En 2008, Río de Janeiro generó 11,167 toneladas diarias ó 3.53 millones de toneladas. De éstas 1.95 fueron residenciales y el resto de tipo público, lo que ilustra -entre otros factores- el peso que tiene el turismo en este flujo de salida. El sistema de procesamiento está constituido por 54 unidades. Del total de basura, se recuperó en 2008 sólo 8,400 toneladas o el 0.23% del total de residuos sólidos. De éstos el 31% fue papel y cartón; 54.7% plásticos; 7.5% metales; 4% vidrio y el resto otro tipo de residuos (Ibid).</p>
-----------------------	---	---



Sao Paulo	<p>Con base en las estimaciones nacionales presentadas en el caso de Río de Janeiro (arriba), la zona metropolitana de Sao Paulo requiere un flujo de alimentos anual de al menos 14.57 millones de toneladas.</p> <p>Considerando la media nacional de consumo de carne (80.5 kg), leche (124.6 kg) y huevo (7.5 kg), según FAOSTAT para el año 2007, se estima que el consumo de esos productos para la zona metropolitana asciende a un total de 1.61 millones de toneladas, 2.49 millones de toneladas y 150 mil toneladas respectivamente. Considerando las mismas emisiones per capita de CO<sub>2</sub>e asociadas y la huella hídrica de tales consumos per capita, se precisa que el abastecimiento de carne, leche y huevo de la zona metropolitana implica una emisión de 21.25 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e y una huella hídrica de 18,488 millones de m<sup>3</sup>.</p>	<p>Los 47 municipios de Sao Paulo registran un índice de 0.95kg/habitante/día de residuos sólidos generados. En 2008 Sao Paulo generó 4.07 millones de toneladas (3.49 de tipo residencial) ó 11,167 toneladas diarias (SNIS, 2010). El sistema de procesamiento está constituido por 216 unidades.</p> <p>Del total de basura, se recuperó en 2008 sólo 28,674 toneladas o el 0.70% del total de residuos sólidos. De éstos, de 50% fue papel y cartón; 28% plásticos; 7% metales; y 15% vidrio (Ibid)</p>
<p><sup>1</sup> La zona metropolitana de Buenos Aires, o el Gran Buenos Aires, cubre una superficie de 3,833 km<sup>2</sup> con una población de más de 12 millones de habitantes. La Ciudad Autónoma de Buenos Aires en cambio comprende poco más de 3 millones de habitantes en una superficie de 203 km<sup>2</sup>. Se produce ahí la cuarta parte del PIB del país. La densidad de población es de 15 mil hab/km<sup>2</sup>.</p> <p><sup>2</sup> Tiene 8.85 millones de habitantes en 1,400km<sup>2</sup>. La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) concentra 22 millones en una superficie de 4,900 km<sup>2</sup> y oficialmente con unos 4 millones de personas viviendo en áreas de alta marginación. En los últimos 60 años, la ciudad ha crecido una hectárea por día (SMA-GDF, 2008: 36). El 59% del suelo es de conservación.</p> <p><sup>3</sup> Río de Janeiro y su zona metropolitana albergan a poco más de 11 millones de habitantes en una superficie de 5,645 km<sup>2</sup>. Sólo la ciudad tiene 6,0994,183 habitantes en unos 1,200 km<sup>2</sup>.</p> <p><sup>4</sup> Tiene 11 millones de habitantes en 1,522 km<sup>2</sup>. Considerando su zona metropolitana, la población aumenta a 20 millones en una superficie total de 8 mil km<sup>2</sup>, no obstante, la urbanización es prácticamente continua, al incluir la región metropolitana de la Bajada Santista y la región metropolitana de Campiñas. En conjunto suman más de 24 millones de habitantes en alrededor de 14 mil km<sup>2</sup>.</p> <p><b>Fuente:</b> elaboración propia con base en documentos oficiales diversos y datos de FAOSTAT.</p>		

Ahora bien, por todo lo arriba señalado, resulta llamativo que en tal escenario complejo e incierto, se apueste por la producción de biocombustibles cuyas implicaciones socioambientales y a la seguridad alimentaria no son del todo positivas (Pimentel y Pimentel, 2008; Pimentel et al, 2009; Houtart, 2009; Jonasse, 2009; Giampietro y Muyami, 2009; IPCC / Edenhofer, Pichs y Sokona, eds, 2012; entre otros). En particular el uso de maíz es grave pues se destina el cereal ya no a la alimentación sino a la producción de energía, lo que además no logra ser energéticamente rentable. En el mejor de los casos se considera que hay una ganancia por cada unidad invertida de energía en el proceso de producción de etanol de 0.34, o una relación de 1-1.34; aunque, autores como Pimentel et al (2009) aseguran que la ganancia energética es inexistente si se considera la totalidad del ciclo de vida de la producción de etanol con maíz. Por el contrario, tal relación es negativa en un 46% (Ibid). No sobra precisar que dicho uso del cereal, a la par de la especulación de los mercados de *commodities*, ha provocado un alza considerable en el precio del maíz y consecuentemente en la tortilla, pero también en la carne (Mitchell, 2008; Roberts, 2009).

## Metabolismo urbano y la planeación y garantía de la seguridad alimentaria

Pese a la potencial inestabilidad de los espacios urbanos para abastecerse de alimentos, denota que aún no existen en la mayoría de las ciudades estrategias formales de seguridad alimentaria de largo plazo. Desde la experiencia mexicana, la importancia de lo anterior toma mayor nitidez si se recuerda la evolución que ha tenido el concepto de seguridad alimentaria —tanto en el país como en el resto de AL— pues mientras en la década de 1970 ése aludía a la capacidad nacional de producir alimentos, desde la década de 1980 se fue modificando por la capacidad de comprar en el mercado internacional. Esto es que se acentuó o se dio preferencia al consumo sobre la producción; situación en la que en ningún caso debe confundirse la capacidad de acceso al mercado internacional de alimentos con accesibilidad a los mismos, es decir, de capacidad de compra suficiente por parte de la población. El resultado de tal evolución del concepto y su aplicación en el diseño e implementación de políticas públicas ha sido la profundización de la dependencia alimentaria del país, incluyendo la de alimentos básicos, el incremento del costo de los alimentos y la agudización de la inaccesibilidad a una cantidad suficiente de alimentos nutritivos por parte de una buena parte de la población.



En el actual entendido convencional de que la seguridad alimentaria es equivalente a la capacidad de compra, vale precisar que tal seguridad de la población urbana es especialmente vulnerable en un contexto de cambio climático puesto que la disponibilidad de alimentos en el mercado internacional puede verse comprometida ante cambios del clima y eventos extremos. Tal situación, que ha sido a penas levemente experimentada por ejemplo a causa de los incendios que azotaron Rusia en 2010 y que llevaron a ese país a declarar un embargo a sus exportaciones de granos, ya ha demostrado que los costos sociales son importantes no sólo por el aumento de los precios de los alimentos en el mercado internacional, sino por una efectiva reducción de la oferta de los mismos. Es pues que desde esta noción, la producción local-nacional toma mayor sentido, más en términos de seguridad y soberanía alimentaria.

Por lo dicho, la seguridad alimentaria en el contexto de cambio del clima debería por tanto considerar capacidades productivas locales, regionales y nacionales, accesibilidad y asequibilidad a los alimentos —al menos los básicos, ello dando cuenta de las desigualdades sociales presentes, las cuestiones de género (las mujeres representan el 43% de la fuerza de trabajo rural en el mundo), así como el aumento poblacional.<sup>13</sup>

Desde la escala de lo urbano, donde los asentamientos irregulares de alta marginación suelen ser la cara pública de la inseguridad alimentaria, la promoción de la agricultura urbana y peri-urbana se perfila como una opción legítima y valiosa en tanto que en algunos casos, como las ciertas ciudades de África, ya es fuente importante de alimentos perecederos (Drechsel et al, 2007).

Desde un punto de vista del flujo metabólico de las ciudades, la agricultura urbana y peri-urbana juega además un rol central en tanto que, como ya se mencionó, permite “cerrar” parcialmente el ciclo de los nutrientes y del agua, reduciendo con ello los impactos ambientales al absorber parte de los residuos orgánicos y de las excretas de dichos asentamientos, todo al tiempo que se reduce el empleo de agroquímicos.<sup>14</sup> Aún más, permite reducir la distancia recorrida de parte de los alimentos que demandan los sistemas urbanos, además de que posibilita la conformación de redes sociales y permite revertir, al menos en un grado relativo, las desigualdades sociales de acceso a alimentos básicos que aún persisten en particular en ciudades de países pobres.

Ciertamente, la planeación de este tipo de producción requiere de regulaciones y mecanismos específicos, desde cuestiones sobre uso de suelo que establezcan espacios productivos de alimentos mult-

funcionales y que frenen la especulación inmobiliaria; pasando por la evaluación del metabolismo urbano y su cartografía, la mejora de los vínculos territoriales y de infraestructura para la producción y consumo local-regional, la garantía al acceso y a la tenencia de la tierra con el apoyo de la gente, el establecimiento de un marco jurídico y políticas de incentivo *ad hoc*, la formalización o incremento de la coordinación entre las diversas ramas de las autoridades locales, y la participación de las comunidades locales (De Zeeuw et al, 2011). Ello además de cuestiones relativas a garantizar la implementación apta de la producción urbana y peri-urbana por medio de regulaciones para el uso adecuado de aguas residuales, de agroquímicos, de prevención de la contaminación del suelo o de los mantos freáticos, etcétera (OMS, 2006. Vols. 1–4).

Este paquete de acciones sin embargo sólo funciona si los gobiernos locales y las comunidades hacen propios los proyectos puntuales y, mejor aún, si se establecen cuotas de poder social para la gestión de los mismos. En tal sentido, la participación, pero sobre todo el empoderamiento de los actores sociales, es central.

Las experiencias de agricultura urbana y peri-urbana son ya numerosas y están siendo cada vez más promovidas, principalmente en África, América Central y el Caribe, por ejemplo por parte de algunos gobiernos locales (ICLEI, ha incluido a la agricultura urbana y peri-urbana como una estrategia para construir ciudades resistentes), pero también a raíz de iniciativas de la FAO o de la Fundación RUAF.

Los logros de Cuba en este sentido son notables: 383,000 fincas urbanas, que abarcan 50 mil hectáreas de tierra previamente abandonada permiten producir más de 1,5 millones de toneladas de hortalizas (las huertas urbanas logran un rendimiento anual promedio entre 15- 20 kilogramos por metro cuadrado de comestibles sin utilizar productos químicos), suficiente como para abastecer a un 40-60% o más de todos los vegetales frescos que se consumen en ciudades como La Habana, Villa Clara y otras (Altieri y Toledo, 2011; véase también: Funes-Monzote et al, 2009 y Funes-Monzote, 2010). Con todo, la agricultura urbana y peri-urbana es sólo una solución parcial y no siempre es válida en todos los casos.

## Reflexiones finales

En general, el conocimiento sobre el funcionamiento del metabolismo de las ciudades y en particular el de los alimentos, es bastante escaso. La información, si es que la hay, está altamente fragmentada o se



deriva de datos nacionales altamente agregados que esconden las especificidades. Complejidades y reto de cada sistema urbano. Aún más, los análisis cualitativos y cuantitativos sobre el metabolismo urbano de los alimentos son altamente insuficiente, en especial en lo relativo a las relaciones intra-urbanas de distribución de alimentos.

Más allá de contados estudios sobre algunos aspectos de los sistemas alimentarios, existe pues una gran brecha en la literatura que limita nuestro entendimiento sobre el tipo y grado de dependencias que tienen las diversas tipologías de sistemas urbanos, de las vulnerabilidades, las interfaces existentes entre la producción de alimentos, el almacenamiento, la distribución y el manejo de residuos orgánicos. Tal desconocimiento, o conocimiento limitado, hace que cualquier agenda de acción sobre posibles alternativas sea en un grado u otro ineficiente. Ello sin tomar nota de las potenciales afectaciones producto del cambio del clima y que en sí mismas acarrear un grado considerable de incertidumbre.

Entender la economía política de los sistemas alimentarios, incluyendo su dimensión urbana, así como las implicaciones de las fuerzas externas y en general de las pautas que modelan la (in) seguridad alimentaria y las causas de las desigualdades nutricionales, son pues prerequisites clave para una apropiada política y toma de decisiones en un contexto de cambio de clima, erosión ambiental y aumento de la población urbana.

Cualquier evaluación sobre las formas en las que la urbanización y el cambio climático pudieran afectar la demanda y la oferta, pero sobre todo, el acceso y la accesibilidad a los alimentos debería tomar nota de las relaciones que toman lugar en el complejo proceso metabólico urbano. Ello no sólo en, sino desde y hacia los sistemas urbanos, cuestión que obliga a considerar las relaciones entre lo rural y lo urbano y sobre todo entre regiones geográficas específicas y categorías sociales particulares.

Las condiciones políticas, económicas, sociales, culturales y ecológico-climáticas, así como los mecanismos que contribuyen a la (in)seguridad alimentaria urbana tienen pues que reconocerse explícitamente, incluyendo el impacto de las desigualdades sociales, económicas y espaciales, las vulnerabilidades, y la presencia de relaciones de poder y de conflicto(s) entre grupos urbanos y entre grupos urbanos y rurales. Todo un reto particularmente para las ciudades latinoamericanas.



## Notas

1. Este trabajo es resultado de avances de investigación del proyecto CEIICH/PINCC-UNAM sobre "Valoración del metabolismo urbano en la Ciudad de México y sus impactos socioeconómicos frente al cambio climático".
2. Se refiere al hecho de que en el actual sistema de producción, un aumento en la eficiencia del uso de un recurso energético-material tiende a generar un aumento en la demanda del mismo recurso o de otros en el mediano-largo plazos. Cuando ese aumento sobre pasa la eficiencia ganada se le denomina efecto contrafuego.
3. Los principios básicos de la agroecología, según Altieri y Toledo (2011: 5), incluyen el reciclaje de nutrientes y energía, la sustitución de insumos externos, el mejoramiento de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo, la diversificación de las especies de plantas y los recursos genéticos de los agroecosistemas, la integración de los cultivos con la ganadería y la optimización de las interacciones y la productividad del sistema agrícola en su conjunto.
4. En las laderas de México, los rendimientos de maíz bajo el sistema de roza y quema son alrededor de 1,940 kg/ha, mostrando una relación entrada/salida de 11:1 (Altieri y Toledo, 2011).
5. Ello en lo que se recupera relativamente el tejido social rural y se construye en tales espacios territoriales (pero también en lo urbano) una buena vida y que necesariamente pasará por reducir al máximo el despilfarro de energía y materiales. Para ello, Giampietro y Mayumi (2009: 225) sugieren la necesidad e convertir lo rural en un espacio multifuncional, es decir, aquel en el que hay una progresiva integración de actividades agrícolas y no-agrícolas. Toledo (1990) por su parte precisa la necesidad de una estrategia similar que denomina la creación de mosaicos de paisajes con alta variabilidad ecológica y de diversidad biológica que no sólo permite minimizar los riesgos ambientales y climáticos sino que promueve también la diversidad de la dieta y maximiza la rentabilidad de la producción incluso con bajos niveles de tecnología, ello si se considera la producción total y la eficiencia energética en lugar del rendimiento de un solo cultivo.
6. México, por ejemplo, pasa de un escenario de dependencia de alimentos del extranjero, incluyendo maíz y frijol base de la alimentación mexicana, del orden del 10% antes de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, a poco más del 40% al cierre de la primera década del siglo XXI. Colombia igualmente registra una seria dependencia de más del 50% pues importa casi la totalidad del trigo, lentejas y cebada; dos terceras partes del maíz, y una cuarta parte del arroz y frijol. Chile y Venezuela también rondan ese porcentaje de dependencia, siendo ésa más aguda en granos básicos como trigo, maíz y algunas oleaginosas (Rodríguez, 2007; <http://faostat.fao.org>).



7. Mil 328 millones de toneladas se atribuyen a la producción lechera, 151 millones de toneladas a la carne (de animales sacrificados) y 490 millones de toneladas a la producción de carne de animales de engorda. La producción de carne corresponde a aquella derivada de la producción de leche y no de carne per se (Vellinga et al 2010: 10).
8. Los autores precisan que más de la mitad de la producción mundial de cerdo y casi tres cuartas partes de la de aves es de tipo industrial. Además advierten que, a diferencia del ganado rumiante, el grueso de alimento que demanda la producción de cerdo y aves, compite con la de alimentos de consumo humano directo, ello de manera directamente proporcional al aumento de la eficiencia de engorda. El cálculo de conversión de alimentos provenientes de tierras cultivables (cebada, avena, maíz, etc) a carne se estima en 0.33% mientras que todo tipo de alimento (incluyendo, pastos, maleza, etc) es de 9.05% (Galloway et al, 2007).
9. En tal sentido, se considera que para poder mantener las contribuciones totales proporcionales al año 2000, sería necesario reducir anticipadamente el consumo per capita de dichos productos en el orden de 19%, 42% y 21% para el año 2050 (Steinfeld y Gerber, 2010).
10. Es clave tanto el uso cada vez más eficiente de la energía, como la reducción del uso de desechos de pescado y aceites de pescado como alimento; ello en tanto que ambos son los principales factores de emisión de GEI del sector (Lipper et al, 2010:11). La integración de la acuicultura con esquemas mayores de producción de alimentos puede ofrecer oportunidades para cerrar parcialmente ciertos ciclos de nutrientes y fomentar el reúso del agua. Como medidas frente al cambio global, incluyendo el ambiental y climático, se visualizan, desde la mejora de las prácticas pesqueras y de acuicultura, hasta la reducción de la capacidad de las flotas pesqueras en ciertas regiones (Ibid).
11. Se calcula que las ciudades crecen en promedio a un ritmo del 2% anual, teniendo como puntos extremos un 0.7% para algunos países metropolitanos y 3% para algunas zonas periféricas (UN-HABITAT, 2011).
12. La *huella hídrica* estima el uso directo e indirecto de agua asociado a la producción y consumo de un producto o servicio. Más recientemente se ha sistematizado en tres fases: huella hídrica azul, verde y gris. Esto es, para dar cuenta del agua consumida, evaporada y desechada, respectivamente. Está asociada a contextos geográficos específicos aunque no necesariamente se asocia a cómo, tal o cual huella, afecta los recursos hídricos locales, los ecosistemas y a la diversidad de usuarios. La huella hídrica debe interpretarse con cuidado pues como Galloway et al (2007) advierten, mucha del agua que se contabiliza corresponde a aquella que se ha evaporado o percolado, de ahí que pueda tener otros usos posteriores también. No obstante, precisan, a lo largo de todas las fases del uso del agua, ésta puede contaminarse a tal

- punto que puede incluso llegar a ser inutilizable debido a su alto contenido de contaminantes.
13. No obstante inquieta el hecho de que la reducción de la inseguridad global alimentaria —en términos de capacidad de compra y de producción— se haya empantanado en términos generales y que en algunos países la situación sea inclusive regresiva, sobre todo en África Subsahariana (Lobel y Burke, 2010: 16).
  14. En el caso de las aguas residuales, la tasa de generación promedio se estima entre 35 a 200 litros/per capita/día, o unos 12 a 70 m<sup>3</sup> per capita/año; ello dependiendo del servicio de abastecimiento de agua, el clima y la disponibilidad de agua. Las aguas residuales domésticas se componen de alrededor de un 97% de agua y 3% de sólidos (materiales orgánicos e inorgánicos). En las zonas semiáridas una ciudad de un millón de personas podría producir suficiente agua residual como para regar aproximadamente unas 1,500 a 3,500 hectáreas de tierra (Mara y Cairncross, 1989).

## Bibliografía

- Altieri, M. & V. M. Toledo (2011). "The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants." *Journal of Peasant Studies*. Vol. 38. No. 3. Julio. Pp. 587 – 612.
- Cochrane, Kever, De Young, Cassandra, Soto, Doris, Bahri, Tarúb (2009). *Climate change implications for fisheries and aquaculture. Overview of current scientific knowledge*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 530. FAO. Roma, Italia.
- Colombo, Sri Lanka. En: [www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI\\_Research\\_Reports/PDF/pub115/RR115.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/PDF/pub115/RR115.pdf)
- Delgado, Gian Carlo (2011). "El mito de la economía verde". *ALAI, América Latina en Movimiento*. 6 de Octubre. En: [alainet.org/active/49976](http://alainet.org/active/49976)
- De Zeeuw H., R. Van Veenhuizen, y M. Dubbeling (2011). "The Role of Urban Agriculture in Building Resilient Cities in Developing Countries." *The Journal of Agricultural Science* 149, 153-163.
- Drechsel P., S. Graefe, y M. Fink, (2007). Rural-Urban Food, Nutrient and Virtual Water Flows in Selected West African Cities. International Water Management Institute.
- Funes-Monzote, Fernando (2010). "El uso de transgénicos para producir alimentos en Cuba". *Caminos. Revista de Pensamiento Socioteológico*. No. 55 – 56. Enero- Junio. La Habana, Cuba. Pp. 8 - 13.
- Funes-Monzote, Fernando, Altieri, Miguel y Rosset, Peter (2009). "The Avery Diet: the Hudson Institute's misinformation campaign against cuban agriculture." En: [globalalternatives.org/files/AveryCubaDiet.pdf](http://globalalternatives.org/files/AveryCubaDiet.pdf)



- Galloway et al. (2007). "International Trade in meat: the tip of the prok chop." *Ambio*. Vol. 36. No. 8. Pp. 622-629.
- Gerbens-Leenes et al. (2010). "Food consumption patterns and economic growth. Increasing affluence and the use of natural resources." *Appetite*. No. 55. Elsevier. Pp. 597 -608.
- Giampietro, Mario y Mayumi, Kozo (2009). *The Biofuel Delusion. The fallacy of large-scale agro-biofuel production*. Earthscan. Londres, Reino Unido / Sterling, VA, EUA.
- Gustavsson, Jenny, Cederberg, Christel, Sonesson, Ulf, van Otterdijk, y Meybeck, Alexandre (2011). *Global Food Losses and Food Waste*. FAO. Roma, Italia.
- Hirschfeld, Jesko, Weiß, Julika, Preidl, Marcin, y Korbun, Thomas (2008). *The impact of german Agriculture on the Climate*. IOW Publications, 189/08. Berlin, Alemania. En: [www.ioew.de/uploads/tx\\_ukioewdb/IOEW-SR\\_189\\_Climate\\_Agriculture\\_02.pdf](http://www.ioew.de/uploads/tx_ukioewdb/IOEW-SR_189_Climate_Agriculture_02.pdf)
- Houtart, Francois (2009). *La Agroenergía. Solución para el clima o salida de la crisis para el capital*. Ruth Casa Editorial/Editorial de Ciencias Sociales. La Habana, Cuba.
- IPCC / Edenhofer, Pichs y Sokona (editores) (2012). *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Reino Unido.
- Jaykus, Lee Ann, Woolridge, Marion, Frank, Michael, Miraglia, Marina, McQuatters-Gollop, Abigail, y Tirado, Cristina (2008). *Climate Change: implications for food safety*. FAO.
- Jonasse, Richard (2009). *Agrofuels in the Americas*. Food First Books. Oakland, California. EUA.
- Kastner et al. (2012). "Global changes in diets and the consequences for land requirements for food". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 109. No. 18. 1 de Mayo. Pp. 6868 – 6872.
- Lipper et al. (2010). *"Climate-Smart" Agriculture. Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation*. FAO. Roma, Italia.
- Lobel, David y Marshall, Burke (eds), 2010. *Climate Change and Food Security. Adapting Agriculture to a Warmer World*. Advances in Global Research 37. Springer. Nueva York, EUA.
- Lobel, David, Schlenker, Wolfram, y Costa-Roberts, Justin (2011). "Climate Trends and Global Crop Production Since 1980". *Scienceexpress Report*. 5 de Mayo.
- Mara, Duncan y Cairncross, Sandy (1989). *Guidelines for safe use of wastewater and excreta in agricultura and aquaculture*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza.
- Mekonnen, M. M., y Hoekstra, A.Y. (2010). *The green, blue and grey water footprint of farm animals and animals products*. Research Report

- Series. UNESCO/IHE/Institute for Water Education. Holanda. Diciembre.
- Mitchell, Donald (2008). *A note on rising food prices*. Policy Research Working Paper 4682. Banco Mundial. Washinton, D.C., EUA.
- Moguel, Patricia (2009). "Seis desafíos para la educación ambiental: la experiencia de la cooperativa Tosepan Titataniske en la Sierra norte de Puebla, México" en: Castillo, Alicia y González Gaudiano, Édgar. Coord. *Educación ambiental y manejo de ecosistemas en México*. INE-SEMARNAT/UNAM. México.
- Nelson, Gerald et al. (2010). *Food Security, Farming, and Climate Change to 2050*. International Food Policy Research Institute. Washngton, D.C., EUA.
- OMS (2006). *WHOS Guidelines for the safe use of wasterater, excreta and greywater*. Organización Mundial de la Salud / Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Francia. Volúmenes disponibles en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/gsuww/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/index.html)
- PANAP - Pesticide Action Network Asia and the Pacific (2010). *Weathering the Climate Crisis. The Way of Ecological Agriculture*. Penang, Malasia.
- Pelletier, Nathan y Tyedmers, Peter (2010). "Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000 – 2050". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 107. No. 43. Pp. 18371 – 18374.
- Pimentel, David y Pimentel, Marcia (2008). *Food, energy and society*. CRC Press. Taylor & Francis. Tercera edición. EUA.
- Pimentel et al. (2009). "Food versus biofuels: environmental and economic costs." *Human Ecology*. Vol. 37. No. 1. Springer. Pp. 1-12.
- Polimeni, John, Mayumi, Kozo, Giampietro, Mario, y Alcott Blake, (2008). *The Myth of Resource Efficiency. The Jevons Paradox*. Earthscan. Reino Unido/EUA.
- Toledo, Víctor Manuel (1990). "The ecological rationality of peasant production", en: Altieri, M. y Hechtr, S., eds, *Agroecology and Small Farmer Development*. CRC Press. EUA. Pp. 51 – 58.
- Roberts, Paul (2009). *The End of Food. The Coming Crisis in the World Food Industry*. Bloomsbury. Londres / Berlín / Nueva York.
- Rodríguez Rojas, José (2007). "Apertura comercial y seguridad alimentaria en los países industrializados de América Latina". *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*. Vol. 13. No. 3 Caracas, Venezuela. Diciembre.
- SMA-GDF (Secretaría del Medio Ambiente del GDF) (2009). *Inventario de Residuos Sólidos 2008*. México. Gobierno del Distrito Federal.
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Sanamento (2010). *Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2008*. Ministerio de Estado das Cidades. Brasilia, Brasil. Noviembre.



Steinfeld, Henning, Gerber, Pierre, Wassenaar, Tom, Castel, Vincent., Rosales, Mauricio, de Haan, Cees (2006). *Livestock's long Shadow. Environmental Issues and Options*. FAO. Roma, Italia.

Steinfeld, Henning y Gerber, Pierre. "Livestock production and the global environment: consume less or produce better?" *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 107. No. 43. Pp. 18237 – 18238.

Vellinga, Theun, Gerber, Pierre, et al. (2010). *Greenhouse Gas Emissions for the Dairy Sector. A life cycle assessment*. FAO. Roma, Italia.

