

Mitigación y adaptación ante el cambio climático—una labor de la ingeniería agrícola y de biosistemas

Por: Ricardo Radulovich

Director, Escuela de Ingeniería Agrícola (ricardo.radulovich@ucr.ac.cr)

La evolución y supervivencia de las especies depende de la adaptación a condiciones cambiantes. Lo que ayer era una ventaja hoy puede no serlo, y viceversa. Así, los dinosaurios se extinguieron ante los mamíferos cuando el planeta se enfrió. Este año 2014, la contundencia de los informes del Panel Internacional de Cambio Climático (<http://www.ipcc.ch/>) y—subsecuentemente—del gobierno de EEUU (<http://www.globalchange.gov/>) remueven las dudas y confirman que el cambio climático debido a causas antropogénicas, principalmente la acumulación de gases invernadero en la atmósfera por la quema de combustibles fósiles (y secundariamente por otras razones, como la deforestación), es un hecho consumado y creciente. El planeta, visto ahora como un biosistema, se calienta y de ello se derivan varios fenómenos, sobre todo, aunque no únicamente, hidrológicos, con frecuencia, lugar y escala cambiantes. La pregunta ahora es ¿qué vamos a hacer nosotros al respecto?

Existen dos líneas principales para lidiar con la situación: **la mitigación y la adaptación**. La mitigación es la serie de acciones destinadas a reducir la concentración en la atmósfera de gases que crean el efecto invernadero—por ende también a reducir las emisiones. Principalmente, en lo que podemos manejar y es de origen antropogénico (porque el vapor de agua es, naturalmente, el principal gas invernadero), hablamos de dióxido de carbono (CO₂) y de otros gases, mayormente metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y gases fluorados.

La adaptación es lidiar con el efecto de manera que cause el menor impacto (**reducir vulnerabilidad**) y nos permita recuperarnos de cualquier impacto lo antes posible (**aumentar resiliencia**). Así, la mitigación es sobre gases mientras que la adaptación es mayormente una respuesta a los cambios en el clima (incrementos en temperatura y mayor variabilidad en la lluvia y en la ocurrencia de eventos extremos que llevan a sequías e inundaciones) y en los océanos (aumento en el nivel del mar, acidificación y calentamiento) y lo que esto trae. Por supuesto, parte de la adaptación es mitigar, en el sentido de aprender a vivir y producir reduciendo las emisiones. Evidentemente, como se detallará más adelante, los ingenieros agrícolas y de biosistemas son de los profesionales mejor preparados para incorporar en su quehacer o incluso dedicarse plenamente tanto a aspectos de mitigación como de adaptación al cambio climático.

Considerando que Costa Rica, por su tamaño, nivel de consumo y otras características como el uso de energía alternativa y la reforestación, es responsable de mucho menos del 0,1 % de la producción de gases invernadero, la verdad es que hagamos lo que hagamos difícilmente tendremos un impacto directo significativo en la mitigación a nivel global, aunque quisiéramos.

Esto, sin embargo, no nos exime del deber de contribuir a la mitigación en las muchas formas que es posible, incluyendo lo que permite la diplomacia (para cobrarle a los responsables o por lo menos influir en que se moderen), lo que exige la solidaridad internacional (un planeta, una gente) y las oportunidades que se suscitan (por ejemplo la venta de fijación de carbono en bosques o tener playas más soleadas o desarrollar alguna tecnología de mitigación que tenga impacto mundial).

En este sentido, la producción limpia o inteligente, que considera al sistema productivo en el contexto de su relación con el entorno, tanto en función de las entradas al biosistema productivo (por ej. los insumos como combustible y fertilizante en relación no solo a su costo financiero inmediato sino considerando también su relación con la generación de gases invernadero [producir fertilizante nitrogenado tiene un alto costo energético] o, más allá, en función de la dependencia de importaciones de combustible fósil) como de las salidas del biosistema (incluyendo una reducción de las externalidades negativas, como sería manejar los residuos agrícolas *in situ* y bioremediar aguas servidas antes de regresarlas a los caudales naturales).

De esta forma, no solamente importa mantener o mejorar la capacidad productiva de la finca y cosechar y manejar bien el producto agrícola para los mercados, sino que la contribución de la producción y el manejo poscosecha a la generación de gases invernadero y, como dije, más allá en su relación con la multitud de otras circunstancias externas al sistema productivo, deben ser consideradas en este contexto. Como ejemplos directos está la producción y uso de energía alternativa para reducir las emisiones netas de CO₂, el manejo de residuos agrícolas para minimizar las emisiones de metano, una mayor eficiencia en el uso de fertilizantes para reducir las emisiones de N₂O, y la no utilización de compuesto fluorados en procesos agroindustriales. Por supuesto, esto conlleva una visión de mayor complejidad pues no solamente la mitigación del efecto climático debe ser considerada sino, literalmente, también todo lo demás—incluyendo aspectos sociales como empleo y equidad. Se trata, sin duda, de un enfoque de ingeniería de la biocomplejidad.

Sin embargo, a nivel país, además de lo que podemos y debemos hacer en cuanto a la mitigación, a todas vistas la prioridad nuestra debe ser la adaptación a un cambio climático que no hemos causado pero que de todos modos se nos impone sin escapatoria. Debemos aprender a adaptarnos urgente y pro-activamente so pena de tener que escarmentar desprevénidos.

Para adaptarse primero hay que entender lo que está ocurriendo y puede ocurrir y estar de acuerdo al respecto. Esto, lo reconozco, no es fácil, tanto que se habla de la “ciencia de la adaptación”. Yo tengo treinta años de trabajar en agua y clima y me resulta difícil abarcar los diferentes aspectos—es, verdaderamente, un problema complejo, multi- e inter-disciplinario, más cuando hay enormes grados de incertidumbre y no solo hay cambios previamente desconocidos sino que los cambios traen cambios, en cascada. Un ejemplo es este severo invierno que, tardíamente, afectó a América del Norte (incluyéndonos). La mejor hipótesis es que al estarse descongelando el Polo Norte la circulación oceánica aumenta y trajo esa inesperada consecuencia.

Está ya muy claro que los mares son el vehículo del cambio climático—y Centroamérica tiene dos y muy poca tierra de por medio.

Entonces, ¿qué podemos esperar? La mayoría de las predicciones para Centroamérica, en cuanto a tendencias promedio o en conjunto, son que de aquí a fin de siglo habrá aumentos de varios grados en temperatura, habrá disminución en la lluvia (tal vez intercalada con aumentos en El Caribe) y subirá el nivel del mar. Eso por sí solo no sería tan grave y permitiría una paulatina adaptación. Sin embargo, lo más contundente del cambio climático es el aumento en la variabilidad del clima; es decir, un aumento en la frecuencia y severidad de los “eventos extremos”. De esa forma, además de “olas” de frío o calor, o de viento, aumentarán los huracanes, las sequías y las lluvias intensas (todavía, afortunadamente, no se mencionan incrementos en actividad volcánica o sísmica, pero no me extrañaría). Así, Australia viene saliendo de la “sequía del milenio” que duró doce años, en EEUU los estados del Este ya sufren de aumentos considerables en lluvias intensas mientras que la costa Oeste, particularmente California, sufre de una severa sequía. En Centroamérica la sequía de este año 2014 ha afectado con cierta severidad la producción agrícola y varios otros rubros que dependen del agua. Si atribuimos esto a las muy diferentes influencias del Atlántico y del Pacífico, podemos imaginar lo que estos dos mares pueden traernos—o, cuando lo documentemos bien, determinar lo que nos están ya trayendo.

Una mayor frecuencia de huracanes, tanto en El Caribe como en el Pacífico, aparte de que las “colas” de muchos siempre nos afectan con lluvias torrenciales, puede implicar que alguno se forme a menor latitud y entre directamente a Costa Rica. La sequía significa, sencillamente, que deje de llover cuando debería, y si ya en las condiciones normales nuestra capacidad de suministro de agua potable es insuficiente, imaginemos qué podrá pasar si la situación se agrava radicalmente un año cualquiera—como este que aunque si acaso trae un evento de El Niño débil, ha traído disminución de lluvias. El efecto en la agricultura y gran parte de la industria (incluyendo generación de energía y turismo) sería, por otra parte, catastrófico. Como mínimo, la economía entera se alteraría. Respecto al incremento de lluvias intensas, es fácil imaginar inundaciones y todo tipo de desastres, incluyendo daños a la infraestructura vial y urbana. Un agravante hasta ahora poco conocido sería que el problema bien se puede presentar a nivel regional, hemisférico o global, y una mermada capacidad de ayuda externa se diluiría entre varios países afectados. La adaptación al cambio climático está muy ligada a la preparación y respuesta a desastres y es conveniente considerarlas juntas.

Por todo esto y mucho más que puede decirse, es perentorio que tomemos medidas preparatorias, que tomemos nuestro destino en nuestras manos. La adaptación no es solamente un asunto del gobierno (aunque las principales acciones y obras sí lo son), sino que en el fondo conlleva un cambio cultural, idiosincrático, que el profesional en ingeniería agrícola y de biosistemas puede y debe liderar. Además de avanzar prontamente hacia un consenso en la actitud y medidas que tomaremos, lo cual debe ser seguido por las acciones correspondientes y bien priorizadas (que son muchas, algunas costosas otras no tanto, y no es del caso presentarlas todas aquí), cada ente nacional, desde el individuo y la familia, pasando por municipalidades, empresas y centros educativos, hasta las instituciones autónomas y los ministerios, debemos

incorporar esta situación a nuestro diario accionar y a todo lo que hacemos—hay que volverlo un tema transversal.

Como un ejemplo pivotal de las actividades de adaptación al cambio climático que urgen está el manejo del agua. Esto tanto para la producción de alimentos como para la vida rural y urbana y la industria. Algo poco conocido es que la agricultura de riego es un principal consumidor de agua, y a nivel mundial 70% del agua aprovechable se gasta en riego (en Costa Rica el 77%). Esto es claro cuando se considera que un cultivo requiere alrededor de 50,000 litros de agua por hectárea por día, mayormente para satisfacer la demanda evaporativa del aire (el cultivo toma el agua del suelo, a donde llegó ya sea por la lluvia o por el riego). A ello hay que agregar la eficiencia (o ineficiencia) en el transporte del agua y luego la aplicación por riego, que puede en muchos casos ser del 50% o menos. Así, la cifra pasaría a 100,000 litros de agua por hectárea por día. Estos altos consumos de agua por los cultivos, de riego o de secano, explica por qué se requieren de mil a dos mil litros de agua para producir un kilogramo de grano—algo muy sabido a nivel mundial. Y esta cifra es mucho mayor para producción de carne y en la acuicultura de estanques se considera que hacen falta alrededor de cinco mil litros de agua por kilogramo de carne de pescado que se obtiene solo para contabilizar pérdidas por percolación y evaporación.

Es decir, el campo de trabajo del ingeniero agrícola a cargo, por ej., del riego en una finca o un distrito de riego, es de enorme relevancia en lograr eficiencia en el uso del agua, lo cual redundaría en eficiencia del uso de energía necesaria para el riego (particularmente bombeo). También, el ingeniero agrícola aplica sus conocimientos en el manejo de la agricultura de secano, optimizando la producción agrícola en función de la lluvia y la demanda evapotranspiracional de acuerdo a las características del sistema productivo, particularmente los cultivos, los suelos, la interacción con el riego si lo hay y el manejo y proceso poscosecha.

Por otra parte, e íntimamente ligada, la ingeniería de biosistemas, que bien puede aplicarse a nivel de finca en la forma de ingeniería agrícola, aporta a la búsqueda e implementación de soluciones más allá de la finca o de la producción agrícola *per se*. Por ejemplo, trabajos fundamentales son la protección de nacientes, la recarga de acuíferos, la correcta selección de cultivos para cada ecozona, la implementación de nuevos bioprocesos al producto agrícola, los efectos del riego en la biodiversidad, la escogencia de diversos medios de producción más allá de la agricultura (como, por ej., acuicultura marina o sistemas agroforestales) y, envolviéndolo todo, la caracterización y el análisis de estas complejas situaciones para facilitar la toma de decisiones y la acción por parte de los diversos actores, desde el poblador rural, el finquero y el agroindustrial hasta la institución gubernamental a cargo del recurso.

Sin duda, además del ejercicio profesional, ante el cambio y la necesidad de mitigarlo y adaptarnos, se hace necesaria una buena dosis de investigación y, particularmente importante, de disseminación o extensión de este saber hacia los diversos sectores que lo ocupan. Bien podemos estar en el inicio de un tiempo en que la ingeniería agrícola y, su versión que va más allá del agro, la ingeniería de biosistemas, se convierten en las herramientas más necesitadas para mitigar y, sobre todo, adaptarnos eficientemente al cambio climático.

Adaptarnos así y de las muchas otras formas en que es necesario, a tiempo y suficientemente, posicionándonos a la vez en la avanzada mundial, podría darnos una ventaja competitiva, evolutiva, que, más que hacernos menos vulnerables y más resilientes, nos permitirá seguir avanzando en nuestro desarrollo. Sin duda, el cambio climático, irreprimible como es hasta ahora, debe ser visto y manejado como una oportunidad y el ingeniero agrícola y de biosistemas es uno de los principales profesionales llamados a contribuir en el proceso, tanto desde la perspectiva de la producción agrícola y el adecuado manejo del producto agrícola, como en un enfoque más amplio, biosistémico, que permita la mejor toma de decisiones y su implementación en contexto de las diferentes necesidades y oportunidades. Se trata, evidentemente, de un gran reto que profesores, administrativos y estudiantes de la Escuela de Ingeniería Agrícola (próximamente, esperamos, Escuela de Ingeniería de Biosistemas) debemos abrazar con el fin de dar al país lo que necesita en este momento histórico donde bien podemos decir que debemos “adaptarnos o someternos”.