



Alimento *de la* TIERRA*

Agricultura sustentable en acción

El plátano es la planta herbácea floreciente más grande del mundo. Los plátanos comerciales son estériles y se propagan plantando rizomas de plantas donadoras (las motas en la parte central de los plátanos son óvulos subdesarrollados, precursores de las semillas). © 2013 Wendee Nicole

* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 121, número 7, julio 2013, páginas A212-A219.

Para hacer este reportaje, Wendee Nicole visitó, por segunda ocasión, la Universidad de la TIERRA en marzo de 2013. Recorrió la plantación de plátanos, la planta empacadora de plátanos, la granja de lácteos, el jardín hidropónico y la cafetería. No le fue posible probar un plátano cultivado en el campus de esta universidad porque las frutas aún estaban verdes cuando fueron cosechadas; sin embargo, probó uno de su Mercado de Alimentos Integrales (Whole Foods Market) local.

Dando un tumbo, el tranvía platanero motorizado comienza a avanzar lentamente por su riel sencillo, transportando 100 racimos de plátanos: cuernos de la abundancia hechos de frutas verdes, cubiertos con bolsas de plástico azul para protegerlos de los insectos y de los rayos del sol. Un trabajador costarricense con un casco va sentado al volante, conduciendo el tranvía, al que llama “la araña”, hacia una planta empacadora situada a un par de millas de distancia. El conductor del tranvía y otros trabajadores co-

secharon estos plátanos con ayuda de machetes en la plantación platanera de 813 acres de superficie en la Universidad EARTH (Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda) en los bajos caribeños de Costa Rica.¹

Hilera tras hilera de palmeras de plátano Cavendish, genéticamente idénticas, se extienden por kilómetros, con un aspecto que hace posible confundir la plantación de la EARTH con una granja platanera tradicional. Sin embargo, mediante un proceso de prueba y

error e investigación científica iniciado desde su fundación en 1989, la Universidad EARTH—financiada en gran medida por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)— ha creado un plátano ecológico con niveles bajos de plaguicidas (aunque no orgánico). La universidad también está teniendo impacto en una escala mayor en la industria platanera y en diversos países del mundo conforme los alumnos llevan de regreso a sus países de origen iniciativas de agricultura sustentable.



Foto: © 2013 Angela P. Johnson

Un conductor del tranvía transporta racimos de plátanos desde el campo hasta la planta empacadora en un tren mecanizado. En las granjas tradicionales, los jornaleros deben utilizar sistemas de poleas para arrastrar hasta 25 racimos a la vez durante más de una milla en el calor extremo, en el clima húmedo y bajo la lluvia.



Izquierda: Los estudiantes de este curso están estudiando sistemas de energía renovable para las zonas rurales. La Universidad EARTH es la sede del único laboratorio de energía renovable en Centroamérica y ofrece seminarios de capacitación a profesionales de la región, así como a sus estudiantes. **Derecha:** Un alumno aplica nutrientes a cultivos colgantes que crecen en el módulo de agricultura periurbana. Este sistema proporciona un modo de cultivar verduras no nativas que se utilizan comúnmente en la alimentación local, tales como jitomates, pimientos, apio, cebollas y cilantro. **Abajo:** Los alumnos de un curso sobre suelos exploran el concepto de agricultura de precisión, que hace énfasis en la observación de la variabilidad dentro de cada uno de los campos que conforman la granja a fin de optimizar el manejo de los cultivos. Aquí los estudiantes evalúan la salud de un cultivo de yuca utilizando un medidor de clorofila, que mide indirectamente el contenido de nitrógeno de la planta.

Foto: © Universidad EARTH





Izquierda: Alumnos de un curso sobre el manejo de enfermedades toman muestras de cáscara de papaya como parte de un ejercicio de laboratorio. **Derecha:** Un profesor de la EARTH guía a los estudiantes que realizan un análisis en el Laboratorio de Suelos de la universidad.

Foto: © Universidad EARTH

Educación, no violencia

Costa Rica es el segundo país en exportación de plátanos,² y el comercio del plátano contribuye en gran medida a su producto bruto nacional, lo que hace que las actividades de la EARTH formen parte de una industria importante para la economía de América Latina. Actualmente los plátanos de la EARTH se venden en el 85% de las tiendas de comestibles Whole Foods Market de Estados Unidos, y se expenden también en mercados europeos y locales.

Sin embargo, la agricultura platanera es sólo una faceta de la universidad, cuya misión idealista, que consiste en preparar líderes para que “contribuyan al desarrollo sustentable del trópico y construyan una sociedad próspera y justa”,⁴ surgió como un sueño de sacar de la pobreza a los jóvenes campesinos de la región durante la agitación política que azotó a América Latina en la década de los ochenta.⁵

“[En esa época] había mucha inseguridad política en Centroamérica, y el gobierno de Estados Unidos estaba intentando detener

el avance del comunismo. Quería apoyar a Costa Rica, que estaba recibiendo la influencia de lo que estaba ocurriendo”, explica José Zaglul, quien ha fungido como presidente de la Universidad EARTH desde sus comienzos. USAID ya estaba dando dinero para estabilizar el enclave democrático. (Costa Rica había abolido sus fuerzas armadas en 1949, y en cambio estaba canalizando los recursos hacia la educación.⁶) Monge declaró la neutralidad en las batallas entre contras y sandinistas que se libraban en la región en 1983.⁷

En medio de las luchas geopolíticas, el negociante costarricense Rodolfo Cortés tuvo la visión de crear una escuela que ayudara a proteger la selva tropical –que estaba desapareciendo rápidamente– encontrando maneras sustentables de sembrar cultivos sin devastar los recursos naturales. Otro objetivo de la escuela era educar a futuros líderes que promovieran la paz y la democracia.

“[La violencia] ocurre debido a la pobreza y la desesperación de la gente”, dice Zaglul. “[Costa Rica] no quiso recibir dinero para ayuda militar, y

[los fundadores de la EARTH] dijeron: ‘¿Por qué no crear una institución académica?’ El énfasis en la educación ha sido tradicional en Costa Rica”.

Cortés compartió su visión con un puñado de personas, que llevaron la idea a Luis Alberto Monge, quien entonces era presidente de Costa Rica. Éste aprobó el concepto y, después de que se realizó un estudio de viabilidad, USAID proporcionó los fondos para adquirir tierra y equipo, para la construcción del campus y –por primera vez en la historia de la agencia– un financiamiento universitario para sostener a la EARTH durante un periodo prolongado. Sin embargo, el concepto de la escuela suscitó controversias entre los costarricenses. Muchos cuestionaron los motivos de EUA, y el Congreso de la Nación no pudo aprobar una legislación para autorizarla. “La veían como una movida política de Estados Unidos para apoyar a los contras”, señala Zaglul. Finalmente, en 1986, el sucesor de Monge, Oscar Arias Sánchez –quien recibió el Premio Nobel de la Paz de 1987 por sus esfuerzos por estabilizar a la región,

dividida por la guerra– aprobó una ley mediante la cual la EARTH quedó establecida como una universidad privada sin fines de lucro.

Para abril de 1989, los fundadores de EARTH habían contratado a Zaglul como presidente, y después de un viaje relámpago por América Latina para reclutar personal y de la rápida construcción del campus en lo que había sido una granja platanera y ganadera cerca del poblado de Guácimo, en marzo de 1990 se iniciaron las clases, con 60 estudiantes. Pese a la resistencia inicial, con el tiempo la neutralidad política de la universidad y la sinceridad de sus metas han quedado demostradas, dice Zaglul.

Educación “al revés”

“Estamos tratando de encontrar estudiantes que de otra manera jamás habrían podido ir a la Universidad”, dice Kristine Jiménez, directora de comunicaciones de la EARTH. Los profesores y la facultad viajan a cada país para hablar personalmente con los estudiantes potenciales, alentándoles a que envíen su solicitud de ingreso, y posteriormente regresan a entrevistar a los postulantes prometedores. Se selecciona a los estudiantes con base en su compromiso con la sustentabilidad ambiental y con la justicia social, sus valores personales y su potencial de liderazgo.

“La manera más eficaz de aliviar la pobreza es dar oportunidades a los chicos que vienen de zonas pobres”, dice Zaglul. “La educación es la mejor herramienta que tenemos”.

No obstante, el hecho de reclutar sobre todo a estudiantes campesinos que son pobres implicó que la universidad tenía que educar de una manera diferente desde un principio, añade Zaglul. “Los miembros de mi consejo directivo estaban muy preocupados. ¿Cómo se eleva el nivel [de los estudiantes] a una altura universitaria cuando no sólo provienen

de familias en desventaja, sino que además son egresados de preparatorias en desventaja? No es que no sean inteligentes, sencillamente no han tenido oportunidad de recibir una buena educación”. Así, la EARTH creó un programa de estudios “al revés” que desde un principio pone a los estudiantes en el campo y en la granja a fin de proporcionarles un contexto para los aspectos más teóricos de la agronomía, que aprenden posteriormente en las aulas.

Durante su primer año, los estudiantes trabajan en una huerta sustentable de verduras y hortalizas que produce alimentos para la cafetería, pasan un tiempo en la granja de productos lácteos y de cerdos, trabajan con el manejo de los desechos, incluyendo el reciclado, y aprenden cómo hacer funcionar los biodigestores que cosechan biogas de los desechos humanos y animales en el campus. Cuando se requiere, los estudiantes reciben clases de matemáticas remediadas y entrenamiento para el uso de la computadora.

Al cabo de su primer año, cada grupo de cuatro a seis estudiantes recibe hasta 5 000 dólares para desarrollar y operar una compañía. Crean un plan de negocios, realizan un estudio de viabilidad, y después operan sus empresas durante un año. Entre los proyectos que han tenido éxito se incluyen yogurt derivado de los lácteos producidos en el campus y piña y plátano cubiertos de chocolate (todos los cuales se siguen vendiendo en el campus), así como una empresa de agroturismo denominada Karibú, que impartía talleres comunitarios y llevaba a visitantes locales y extranjeros a recorrer los jardines etnobotánico y periurbano del campus.

“Cuando un proyecto se cierra, suponiendo que haya habido ganancias, primero es necesario pagar a los trabajadores y cubrir todos los gastos, y también pagar una cuota ambiental

si han utilizado cualquier tipo de agroquímico, puesto que la EARTH está incentivando la sustentabilidad”, dice Jiménez.

Al final, una vez que el grupo paga el préstamo, conserva dos terceras partes de sus ganancias netas, y la otra tercera parte va a dar a un fondo rotativo que cubre proyectos insolventes. Karibú –el proyecto estudiantil más rentable hasta la fecha– no sólo pagó su préstamo original con intereses sino que también produjo 1 300 dólares de ganancias netas para cada uno de los seis miembros del grupo.

En el tercer año, los estudiantes participan en una pasantía, con frecuencia en su país de origen, y pasan siete semanas en el campus La Flor de la EARTH, en la provincia tropical seca de Guanacaste, en el lado opuesto del país. Allí se alojan con familias, trabajan en empresas locales y prestan servicios comunitarios. Para su último año, los estudiantes regresan al campus de Guácimo para recibir una carga completa de clases avanzadas.

Alrededor de 100 estudiantes ingresan a la EARTH cada año, y aproximadamente el 83% de ellos se gradúan cuatro o cinco años después con una licenciatura en agronomía. “Hemos demostrado que basarse en los exámenes de admisión estandarizados no es lo mejor del mundo”, dice Zaglul.

Hasta el año 2012 más del 90% de los estudiantes de la Universidad EARTH eran originarios de América Latina y el Caribe, pero recientemente la universidad ha comenzado a extenderse al África, y en los grupos de nuevo ingreso de 2012 y 2013, los africanos han representado un 17% del cuerpo estudiantil. El sesenta por ciento de los estudiantes de la EARTH –muchos de los cuales no tenían los medios para pagar una educación universitaria– reciben becas completas, que incluyen alojamiento y alimentos, mientras que otro 30–40% reciben becas parciales.



Izquierda: Se coloca un acolchonado entre las pencas de plátanos para evitar que se maltraten durante el crecimiento, la cosecha y el transporte de la fruta a la planta empacadora. **Derecha:** Después de la cosecha, se cortan del racimo “manojos” individuales de plátanos, los cuales luego se bañan con agua y se tratan para repeler los hongos.

Foto: © 2013 Wendee Nicole

Una alternativa a la agricultura platanera convencional

Cuando la EARTH compró el terreno cerca de Guácimo, la industria del plátano tenía la reputación de ser dañina para los seres humanos y para el medio ambiente debido, sobre todo, a que utilizaba abundantes plaguicidas, lo que dio lugar a demandas legales y a que se le hiciera publicidad negativa.^{8,9,10,11} Las plantaciones también arrojaban al suelo los desperdicios de la cosecha del plátano, incluyendo las bolsas de plástico que se utilizaban para protegerla y los cordones que se empleaban para mantener erguidas las palmeras plataneras de raíces poco profundas. Durante las lluvias torrenciales, estos desperdicios iban a dar a los ríos y al mar.¹² “Cuando comenzamos, el río en las cercanías del campus se veía totalmente del color azul de los plásticos”, dijo Zaglul en un discurso inaugural ante la Asociación para el Avance de la Sustentabilidad en la Educación Superior.¹³

Antes de 1960, las plantaciones en todo el mundo cultivaban la

variedad de plátano ‘Gros Michel’. Sin embargo, la propagación de la enfermedad del Panamá, un hongo resistente a los fungicidas que ataca a las raíces y mata a las palmeras, aniquiló a la variedad Gros Michel, devastando a toda la industria del plátano.¹⁴ Los agricultores plataneros se recuperaron adoptando las variedades Cavendish, que son inmunes a la enfermedad del Panamá.¹⁵

Sin embargo, resultó que los plátanos Cavendish son vulnerables a un hongo diferente, el Sigatoka negro, que ataca a las hojas. Sin un tratamiento a base de plaguicidas, el Sigatoka negro provoca que los racimos de plátanos sean más pequeños y de menor calidad.^{16,17} Para combatir el hongo, las plantaciones tradicionales aplican cada año hasta 40 kg de sustancias químicas por cada hectárea, esto es, diez veces la carga típica de sustancias químicas que se utilizan en la agricultura intensiva de otros cultivos en los países desarrollados.¹⁷⁻¹⁹ Las sustancias utilizadas varían de un país a otro, pero entre ellas se incluyen los nematocidas 1,2-dibromo-3-cloropropano,

terbufos, fenamifos, cadusafos, carbofurano y etoprofos; los fungicidas tiabendazol, propiconazol e imazalil; el insecticida clorpirifos y el herbicida paraquat.

Las granjas plataneras convencionales protegen los cultivos con bolsas de plástico que han sido impregnadas de insecticidas (típicamente, clorpirifos), aplican nematocidas y fungicidas con aviones fumigadores o los inyectan en la tierra, y utilizan herbicidas para matar las plantas que compiten con los cultivos. Como expresó Zaglul en su discurso de 2010, “Solían emplear aviones para rociar las plantaciones de plátanos con sustancias químicas, y los trabajadores estaban en los campos, indicando a los pilotos con banderas dónde rociar”.¹³ Las investigaciones han vinculado las sustancias químicas que se utilizan en las granjas plataneras convencionales con envenenamiento agudo y muerte,²⁰⁻²² esterilidad²³ y cáncer.²⁴⁻²⁷ En Estados Unidos, los estudios sobre el uso de plaguicidas urbanos han asociado la exposición al clorpirifos con trastornos neurológicos en niños.^{28,29}



Izquierda: Los plátanos terminados se empacan en cajas y se envían a los mercados locales y a los del extranjero. Los plátanos producidos por la EARTH se venden en la mayoría de las tiendas de abarrotes de la cadena Whole Foods Market en Estados Unidos. **Derecha:** La autora Wendee Nicole ubicó estos plátanos de EARTH en una tienda Whole Foods Market en Houston.

Foto: © 2013 Wendee Nicole

De modo que ¿qué tendría que hacer una escuela dedicada a la sustentabilidad con una granja platanera? “Se nos aconsejó que nos deshiciéramos de ella”, dice Michelle Medina, quien se dedica a generar nuevas relaciones comerciales para “Variedades del Trópico Húmedo”, el brazo lucrativo de la universidad (las ganancias se canalizan hacia las becas de la EARTH.) En un acto que contribuyó a definir el compromiso de EARTH de transformar la agricultura de maneras prácticas, la universidad ignoró el consejo del asesor de deshacerse de la granja. “El presidente [Zaglul] decidió que somos una escuela sustentable, y que si vamos a enseñar a los estudiantes que pueden producir de manera sustentable, necesitamos entrar en el mercado con exactamente las mismas presiones que cualquier otra compañía”, dice Medina.

En las últimas tres décadas, los profesores y alumnos de la Universidad EARTH han investigado modos

de mejorar la sustentabilidad del medio ambiente y la seguridad de los trabajadores de la granja.³⁰ Todo, desde la reducción del uso de sustancias químicas hasta el reciclado de las bolsas de plástico con objeto de que la producción *in situ* de plátanos sea neutral en cuanto a emisiones de carbono, ha sido estudiado, probado y finalmente implementado cuando hace sentido desde el punto de vista comercial.

El cambio hacia la sustentabilidad

El tranvía platanero cruza el camino principal a la universidad, y con frecuencia detiene el tráfico para los “cruces de plátanos”. A fin de mejorar las condiciones de los trabajadores, la EARTH instaló más de 50 km de vías hace algunos años. En las granjas tradicionales que no cuentan con tranvías motorizados, los jornaleros utilizan sistemas de poleas para arrastrar hasta 25 racimos a la vez por más de una milla en el calor extremo, en el clima

húmedo y bajo la lluvia; considerando que cada racimo pesa unos 30 Kg, esto constituye un trabajo agotador.

Medina señala hacia la granja platanera, en la que se ve una hilera tras otra de majestuosas palmeras plataneras. Las aves vuelan por el cielo, y surgen cantos de pájaros de la cercana selva de crecimiento secundario al borde del río Dos Novillos. “Como puede usted ver, aquí tenemos un río, selva, selva, selva y una plantación”, dice. “No plantamos a menos de metro y medio del río”. La zona ribereña de amortiguamiento protege al arroyo de los escurrimientos de sustancias químicas y de la erosión, y permite que haya un mayor hábitat para la fauna salvaje. Allí viven monos, tucanes, agutíes, perezosos y gatos monteses, a diferencia de otras plantaciones, que se extienden por kilómetros con monocultivos ininterrumpidos que son hostiles para dicha fauna.³¹ La granja de EARTH contiene múltiples bloques de palmeras plataneras intercaladas con selva

en regeneración, lo que ha permitido que los plátanos cultivados en la universidad obtengan la certificación de la Alianza por la Selva Tropical.

Cuando la granja entró en funcionamiento bajo la orientación de la universidad en 1991, comenzó a reciclar sus bolsas de plástico y cordones. La universidad pidió a otras compañías plataneras que reciclaran también,³² señalando los costos externos de los desperdicios para las comunidades, pero se topó con una resistencia tajante, según Zaglul. Sin embargo, desde entonces la reutilización y el reciclado de las bolsas de plástico se ha vuelto una norma en la industria.³³⁻³⁵

Los montones de rabos de plátanos que quedan después de la cosecha generan otra fuente de abundantes desperdicios, y en 1991 la EARTH comenzó a reciclar los rabos, transformándolos en papel de plátano, el cual se vendía en la tienda de regalos del campus como diarios y hojas de papel para escribir. Todos los demás desperdicios de los plátanos se convierten en composta, y finalmente esta composta regresa a la granja platanera o a los huertos de hortalizas.

Con los años, la EARTH también ha investigado de manera sistemática cómo reducir y optimizar el uso de sustancias químicas en su plantación. Dado que los hongos atacan vorazmente en el trópico húmedo, la EARTH continúa rociando los fungicidas mancozeb y tridemorf una o dos veces por semana durante tres semanas al mes, pero en la última semana rocía una mezcla patentada de especies de bacterias y de levaduras (los llamados microorganismos efectivos.) Esto ha reducido en más de una cuarta parte la utilización de sustancias químicas por la universidad.

Los aviones fumigadores contratados por la EARTH emplean dispositivos del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para asegurarse de que las sustancias químicas rocíen precisa-

mente los predios en los que se ubican los plátanos. “Rociamos cuando no hay nadie en el campo”, dice Medina. “Enviamos correos electrónicos a cada una de las personas del campus... y también colocamos letreros de advertencia en todos los campos para mantener a la gente fuera durante el rociado”. Las personas deben permanecer fuera de los campos durante al menos dos horas después.

A partir de 2005, la EARTH reemplazó las bolsas de plástico tratadas con chile y ajo para repeler a los insectos, y en 2006 la universidad dejó de

utilizar herbicidas en los campos. Actualmente los trabajadores deshieren a mano y siembran plantas que fijan nitrógeno entre las hileras de palmeras a fin de mejorar la salud del suelo y prevenir la erosión. (Jiménez carecía de datos sobre cómo han funcionado hasta ahora estas estrategias.)

Con frecuencia, un moho llamado “corona putrefacta” crece en los troncos de los plátanos después de cosechados, y la mayoría de las plantas empacadoras utilizan un fungicida químico para prevenirlo. En 2006 EARTH reemplazó algunos usos



Seis biodigestores en el campus de la Universidad EARTH convierten los desechos animales y humanos en fertilizante y biogas. En los últimos años, la EARTH también ha instalado más de 2 000 biodigestores en granjas y empresas en toda Costa Rica.

del fungicida imazalil con Biocto 6, Verdiol. (Jiménez afirma que las leyes europeas continúan exigiendo que se utilice el imazalil en los plátanos que se venden allá.) Cuando el conductor del tranvía llega a la planta empaadora, los trabajadores comienzan a quitar las bolsas de plástico y tiras de espuma colocadas dentro de cada racimo para evitar que se dañen los “manojos” (pencas de plátanos) individuales. Una vez que los manojos se cortan de las pencas, se los baña con agua, se los cepilla con Biocto 6 y se los empa en cajas.

La Universidad EARTH ha demostrado que es posible hacer que la producción de plátano sea más sustentable, proveer mejores condiciones de trabajo y aún así obtener ganancias: la granja platanera y unos cuantos productos más de la EARTH generan un ingreso neto de 1 millón de dólares al año. La granja, que es operada en gran parte por trabajadores que no son estudiantes, paga a sus empleados un sueldo que les alcanza para vivir; esta es una condición para obtener la certificación de la Alianza para la Selva Tropical, si bien desde el principio EARTH instituyó prácticas laborales justas, independientemente de su búsqueda de la certificación.

“Antes de asociarse con la empresa Whole Foods Market, la EARTH apenas lograba cubrir sus gastos, sin generar ganancias”, afirma Matt Rogers, coordinador global adjunto de frutas y verduras de la cadena de tiendas de abarrotes; pero esto no era porque no tuviera un producto fuerte que vender, ni porque no supiera cómo manejar un negocio rentable. El motivo era que “no deseaba venderles sus plátanos a aquellas marcas multinacionales de plátano que habrían solicitado cambios en la forma en que producían sus plátanos”, explica. La EARTH se mantuvo firme, y valió la pena que lo hiciera. Sus plátanos se convirtieron en el primer producto de la marca

Whole Trade® de la cadena Whole Foods, con lo cual se garantizaba a los clientes que las condiciones son justas para los trabajadores y que el producto es sustentable desde el punto de vista ambiental.

Durante los últimos años, en parte con financiamiento de Whole Foods Market, Inc., la EARTH ha operado dos parcelas de investigación con una superficie de 10 acres cada una, en las cuales la facultad ha cultivado plátanos orgánicos, designación que exige que no se utilicen plaguicidas sintéticos. Hasta ahora las frutas siguen siendo demasiado pequeñas como para alcanzar una calidad de exportación; pero las investigaciones continúan. La universidad también está investigando la integración de otras fuentes de ingreso, como el cacao.

Efecto dominó

Las actividades de investigación y extensión universitaria realizadas por la EARTH han influido no sólo en la comunidad inmediata, sino también en muchos ámbitos de la industria agrícola en general, desde los esfuerzos por lograr la neutralidad en las emisiones de carbono hasta la creación de nuevos productos sustentables, muchos de los cuales son obra de los estudiantes. Una historia internacional de éxito es la del café de la EARTH, asociado a la marca Allegro, que actualmente se vende en las tiendas Whole Foods. La alumna de la EARTH Hortensia Solís obtuvo un empleo como gerente de sustentabilidad en la Cooperativa de Caficultores de Dota (Costa Rica), y a partir de 2009 ayudó a la cooperativa a desarrollar una estrategia de reducción de sus emisiones de carbono con la cual en el año 2011 obtuvo la certificación Libre de Carbono para sus granos de café.³⁷

Una iniciativa reciente que está haciendo olas es el proyecto Carbono

Neutro, dirigido por el profesor de la EARTH Edmundo Castro. EARTH revisó sistemáticamente cada una de las actividades de la universidad y calculó su huella de carbono, y en 2007 alcanzó la neutralidad en materia de emisiones de carbono. Actualmente el campus emite 1 704 toneladas métricas de equivalente de dióxido de carbono y elimina 26 182 toneladas métricas anuales, con lo cual no sólo compensa las emisiones de carbono del campus de Guácimo y de la granja platanera, sino también las del campus de La Flor y de la Fundación de la Universidad EARTH en Atlanta, Georgia. La universidad vende los créditos de carbono restantes a empresas costarricenses que desean lograr la neutralidad en emisiones de carbono.

Los esfuerzos de la EARTH se vinculan con la iniciativa del gobierno de Costa Rica para convertirse en el primer país del mundo en alcanzar la neutralidad en emisiones de carbono para el año 2021.³⁸ Si bien algunos han criticado las compensaciones de carbono como una mera manera de mitigar los sentimientos de culpa y permitir que continúe el desperdicio de energía.^{39,40} La EARTH toma en serio su compromiso de reducir las emisiones dentro de sus campus y en su colaboración con otras empresas, según afirma Castro, quien añade, “Tenemos una responsabilidad interna de reducir las emisiones”.

El campus reutiliza o recicla el 83% de los desperdicios que genera. Los desechos humanos y animales se desvían a biodigestores en pequeña escala que tratan las aguas residuales y producen biogas. Hay muchos tipos de biodigestores; la EARTH utiliza una sencilla bolsa de polietileno, dice la profesora Rebeca García, especialista en desechos municipales.

“Hay un sistema inicial que separa los desechos sólidos –estiércol, fibra, etc.– que se almacena en tanques de sedimentación, y esos desechos se utilizan para producir “lombricom-

posta”, explica. El líquido entra en las bolsas de plástico largas, donde las bacterias anaeróbicas descomponen la materia orgánica y liberan metano y dióxido de carbono. Este biogas sirve como combustible para la cafetería y proporciona algo de electricidad a la granja de productos lácteos.

Dependiendo de la materia orgánica con la que se alimente el biodigestor, el líquido rico en nutrientes que queda después de que se produce el gas puede ser utilizado en los cultivos. “Sin embargo, su uso en los cultivos debe ser controlado debido a su contenido de nitrógeno y fósforo, que en las granjas grandes podría contaminar las reservas de agua subterráneas”, aclara Jiménez.

La EARTH tiene seis biodigestores distribuidos en el campus. No obstante, el compromiso de la universidad con la comunidad ha tenido un impacto aún mayor: en años recientes, la EARTH ha instalado más de 2 000 biodigestores en granjas y empresas en toda Costa Rica.

Stephen Brooks colaboró con la EARTH en la instalación de un biodigestor de estiércol hace ya más de diez años en el Centro de Vida y Educación Sustentable Punta Mona, que él mismo fundó. “El profesor vino a Punta Mona junto con todos los alumnos de su clase para instalar el biodigestor, e intercambiamos con ellos información educativa sobre permacultura”, dice Brooks. Hace un par de años buscó la asesoría de la EARTH para instalar el biodigestor privado más grande de Centroamérica” en la nueva comunidad de desarrollo sustentable La Ecovilla, cerca de San Mateo de Orotina, en Costa Rica.⁴¹

Y el alcance de la EARTH puede llegar a expandir aun más allá. “Ahora estamos comenzando a desarrollar prototipos de biodigestores que utilizan desperdicios agrícolas de la producción de plátano, piña y café”, dice Bert Kohlmann, profesor de la EARTH y director de su Centro para

la Investigación y el Desarrollo de Energías Renovables. “Desde los primeros resultados, la materia vegetal produce más biogas que el estiércol animal, y al parecer produce un biogas de mejor calidad”. Kohlmann y sus colegas están buscando financiamiento para construir un prototipo.

El futuro de EARTH

Si bien EARTH es un pequeño enclave en un país chico, Castro, quien colabora con Kohlmann en sus iniciativas de sustentabilidad, cree en el poder del ejemplo. “Si uno puede darles un ejemplo a sus vecinos y mostrarles que es capaz de producir reduciendo el uso de plaguicidas, eso será importante para los consumidores”, afirma.

Y este no es el único ejemplo de liderazgo, añade Kohlmann. “Hace veinte años, si uno venía a los ríos de esta parte de Costa Rica, encontraba muchos plásticos flotando en ellos. Ahora puede verse cómo los ríos están muy limpios debido a que la Universidad EARTH inició la primera limpieza, realizada por los alumnos, quienes recogieron todos los plásticos de los ríos”, dice. Según Kohlmann, aunque en la actualidad es ilegal arrojar bolsas de plástico a los ríos, las bolsas de otras grandes plantaciones siguen yendo a parar a ellos”. Sin embargo, agrega, “ahora los demás productores de plátano ya no arrojan a los ríos [tantos] plásticos como antes”.

Si bien los profesores dirigen la investigación, el desarrollo de productos comerciales, las actividades de compromiso con la comunidad y las iniciativas de sustentabilidad, en una proporción de diez estudiantes por cada docente, los alumnos desempeñan un papel integral en todos estos esfuerzos. “Los estudiantes vienen aquí sabiendo que quieren regresar a sus países y generar cambios positivos allí, de modo que toman muy en serio todo lo que están aprendiendo”,

dice Jiménez. “Es muy poco común encontrar un lugar donde todas las personas estén tan enfocadas y dedicadas a una misión. Eso es muy poderoso para quienes laboran aquí, y también para los estudiantes”.

La visión original de los fundadores de la Universidad consistía en sacar de la pobreza a la gente por medio de la educación, no sólo para que una vez graduados pudieran obtener un empleo, sino para que además pudieran crear oportunidades para otros. Y a juzgar por las historias de éxito de muchos de los alumnos –de los cuales el 88% trabajan en sus países de origen– parece ser que esta visión está dando frutos.⁴²

Wendee Nicole, quien radica en Houston, TX, fue ganadora este año del premio de la Sociedad Americana de Periodistas y Autores al mejor artículo publicado por una revista científica.

Referencias y notas

1. EARTH University [página web]. San José, Costa Rica: EARTH University (2013). Disponible en: <http://www.earth.ac.cr/?lang=en> [consultada el 7 de junio de 2013]. Para el resto del artículo, a menos que se indique alguna otra fuente, las estadísticas y la información sobre la Universidad EARTH fueron tomadas de la página web, de los informes anuales y de entrevistas con los docentes y con el personal universitario en general.
2. Russo RO, Prado EU. The banana sector In the Atlantic region of Costa Rica. *Proc Fla State Hort Soc* 119:52–55 (2006); <http://fshs8813.wpengine.com/proceedings-o/2006-vol-119/FSHS%20119p.052-55.pdf>.
3. USDA. Costa Rica [página web]. Washington, DC: Servicio Agrícola Extranjero, Departamento de Agricultura de Estados Unidos (2013). Disponible en: <http://goo.gl/GAe3R> [consultada el 7 de junio de 2013].
4. About EARTH [página web]. San José, Costa Rica: EARTH University (2013). Disponible en: <http://goo.gl/QMDL> [consultada el 7 de junio de 2013].
5. Zaglul JA. Children of the Earth: My Memories of EARTH University's History. Guácimo, Limón, Costa Rica: Universidad EARTH (2010).
6. About Costa Rica [página web]. Washington, DC: Embajada de Costa Rica (2013). Disponible en: <http://www.costarica-embassy.org/?q=node/19> [consultada el 7 de junio de 2013].

7. Honey M. Hostile Acts: U.S. Policy in Costa Rica in the 1980s. Gainesville, FL: University of Florida Press (1994).
8. Frundt HJ. Fair Bananas! Farmers, Workers, and Consumers Strive to Change an Industry. Tucson, AZ: University of Arizona Press (2009).
9. Pesticide Lawsuits—A DBCP Overview: Bananas! The Movie [página web]. Malmö, Suecia: WG Film AB (actualizada el 5 de mayo de 2009). Disponible en: <http://goo.gl/Fcrx8> [consultada el 7 de junio de 2013].
10. Boix V, Bohme SR. Secrecy and justice in the ongoing saga of DBCP litigation. *Int J Occup Environ Health* 18(2):154–161 (2012); <http://dx.doi.org/10.1179/1077352512Z.00000000010>.
11. Chapman P. Bananas: How the United Fruit Company Shaped the World. New York, NY: Canongate U.S. (2007).
12. Ho K-LG, et al. Field exposure study of polylactic acid (PLA) plastic films in the banana fields of Costa Rica. *J Environ Poly Degrad* 7(4):167–172 (1999); <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022849813748>.
13. Hummel S. Keynote Recap: Dr. Jose Zaglul, Presidente de la Universidad EARTH, Costa Rica [entrada de weblog]. AASHE blog (12 de octubre de 2010). Denver, CO: Asociación para el Avance de la Sustentabilidad en la Educación Superior (2010). Disponible en: <http://goo.gl/TEVx2> [consultada el 7 de junio de 2013].
14. Ploetz RC. Panama disease: a classic and destructive disease of banana. *Plant Health Prog* (2000); <http://dx.doi.org/10.1094/PHP-2000-1204-01-HM>.
15. Reports of a new strain of Panama disease that affects Cavendish bananas have arisen, which could devastate the industry again. Ploetz RC. Panama disease: return of the first banana menace. *Int J Pest Manag* 40(4):326–336 (1994); <http://dx.doi.org/10.1080/09670879409371908>.
16. Ramsey MD, et al. Effects of Sigatoka leaf spot (*Mycosphaerella musicola* leach) on fruit yields, field ripening and greenlife of bananas in North Queensland. *Sci Horticult (Amsterdam)* 41(4):305–313 (1990); [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238\(90\)90111-Q](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4238(90)90111-Q).
17. Calderón RP, Rola AC. Assessing Benefits and Costs of Commercial Banana Production in the Philippines. Documento de Trabajo No. 03-03. Laguna, Filipinas: Universidad de Filipinas en Los Baños, Instituto de Estudios de Planificación Estratégica y Políticas. Disponible en: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADE423.pdf [consultado el 7 de junio de 2013].
18. Wesseling C, et al. Hazardous pesticides in Central America. *Int J Occup Environ Health* 7(4):287–294 (2001); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11783858>.
19. Bravo V, et al. Monitoring pesticide use and associated health hazards in Central America. *Int J Occup Environ Health* 17(3):258–269 (2011); <http://dx.doi.org/10.1179/107735211799041896>.
20. Wesseling C, et al. Long-term neurobehavioral effects of mild poisonings with organophosphate and n-methyl carbamate pesticides among banana workers. *Int J Occup Environ Health* 8(1):27–34 (2002); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11843437>.
21. Wesseling C, et al. Symptoms of psychological distress and suicidal ideation among banana workers with a history of poisoning by organophosphate or n-methyl carbamate pesticides. *Occup Environ Med* 67(11):778–784 (2010); <http://dx.doi.org/10.1136/oem.2009.047266>.
22. Wesseling C, et al. Unintentional fatal paraquat poisonings among agricultural workers in Costa Rica: report of 15 cases. *Am J Ind Med* 32(5):433–441 (1997); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9327065>.
23. Thrupp LA. Sterilization of workers from pesticide exposure: the causes and consequences of DBCP-induced damage in Costa Rica and beyond. *Int J Health Serv* 21(4):731–757 (1991); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1769760>.
24. Wesseling C, et al. Cancer in banana plantation workers in Costa Rica. *Int J Epidemiol* 25(6):1125–1131 (1996); <http://dx.doi.org/10.1093/ije/25.6.1125>.
25. Hofmann J, et al. Mortality among a cohort of banana plantation workers in Costa Rica. *Int J Occup Environ Health* 12(4):321–328 (2006); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17168219>.
26. Wesseling C, et al. Geographical differences of cancer incidence in Costa Rica in relation to environmental and occupational pesticide exposure. *Int J Epidemiol* 28(3):365–374 (1999); <http://dx.doi.org/10.1093/ije/28.3.365>.
27. Santamaria-Ulloa C. The impact of pesticide exposure on breast cancer incidence. Evidence from Costa Rica. *Población y Salud en Mesoamérica (versión en inglés)* 7(1):1–35 (2009); <http://goo.gl/qChL3>.
28. Lovas, GS et al. Chlorpyrifos exposure and urban residential environment characteristics as determinants of early childhood neurodevelopment. *Am J Pub Health* 101(1):63–70 (2011); <http://dx.doi.org/10.2105/AJPH.2009.168419>.
29. Rauh V, et al. Seven-year neurodevelopmental scores and prenatal exposure to chlorpyrifos, a common agricultural pesticide. *Environ Health Perspect* 119(8):1196–1201 (2011); <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1003160>.
30. Russo RO, Hernández C. The environmental impact of banana production can be diminished by proper treatment of wastes. *J Sustain Agric* 5(3):5–13 (1995); http://dx.doi.org/10.1300/J064v05n03_03.
31. Harvey CA, González Villalobos JA. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodivers Conserv* 16(8):2257–2292(2007); <http://link.springer.com/article/10.1007/s10531-007-9194-2>.
32. Según la Alianza para la Selva Tropical, para cuando se quitan las bolsas de la fruta, los plaguicidas ya han sido degradados por el sol y el tiempo. La empresa recicladora lava las bolsas y las utiliza para producir materiales que no están en contacto con los alimentos, como escalones, planchas para puentes, techos y estacas.
33. ILO. The banana agribusiness in the Dominican Republic and Costa Rica: Rich Ground to Create Green Jobs. Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo (16 de septiembre de 2011). Disponible en: <http://goo.gl/RmMY1> [consultada el 7 de junio de 2013].
34. Fresh Del Monte. Recycling Efforts [página web]. Coral Gables, FL: Fresh Del Monte (2013). Disponible en: <http://goo.gl/QmVv6> [consultada el 7 de junio de 2013].
35. Dole Food Company, Inc. Costa Rica: Rio Ríof's Plastic Management for Sustainable Production [página web]. Thousand Oaks, CA: Dole Food Company, Inc. (2013). Disponible en: <http://goo.gl/j0Qy8> [consultada el 7 de junio de 2013].
36. Demerutis C, et al. Evaluation of an organic treatment for post-harvest control of crown rot of banana. *Ecolog Engineer* 34(4):324–327 (2008); <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.02.004>.
37. Carbon Clear. Carbon Clear Certifies the World's First PAS 2060 Carbon Neutral Coffee [comunicado de prensa]. Londres, Reino Unido: Carbon Clear (14 de marzo de 2011). Disponible en: <http://goo.gl/xh3xr> [consultado el 7 de junio de 2013].
38. Boddiger D. A first step toward carbon neutrality. *Tico Times* (San José, Costa Rica), Sección "Top Story", edición en línea (19 de octubre de 2012). Disponible en: <http://goo.gl/ZWPKn> [consultada el 7 de junio de 2013].
39. Wara MW, Victor DG. A Realistic Policy on International Carbon Offsets. Palo Alto, CA: Programa de Desarrollo de Energía Sustentable de la Universidad Stanford, Instituto Freeman Spogli de Estudios Internacionales, Documento de Trabajo 74 (2008). Disponible en: http://iis-db.stanford.edu/pubs/22157/WP74_final_final.pdf [consultado el 7 de junio de 2013].
40. Smith K. The Carbon Neutral Myth: Offset Indulgences for Your Climate Sins. Amsterdam, Países Bajos: Instituto Transnacional (2007). Disponible en: http://www.tni.org/sites/www.tni.org/archives/reports/ctw/carbon_neutral_myth.pdf [consultado el 7 de junio de 2013].
41. La Ecovilla: A New Concept in Sustainable Development [página web]. San Mateo de Orotina, Costa Rica: La Ecovilla. Disponible en: <http://www.laecovilla.com/en/> [consultada el 7 de junio de 2013].
42. Angstreich MG. EARTH University: Entrepreneurship, social and environmental responsibility. *Curr Issues Inter Rural Devel* 25/26:64–65 (2001); <http://goo.gl/pUqzK>.

Enfermedades infecciosas

La aspersión de plaguicidas puede propagar el norovirus*

El norovirus es la causa más común de las enfermedades virales transmitidas a través de los alimentos en todo el mundo.¹ Un nuevo estudio sugiere que el agua contaminada utilizada para diluir o reconstituir los plaguicidas agrícolas puede ser una vía por la cual el virus esté entrando en la reserva de alimentos.²

Los agricultores mezclan los plaguicidas con aguas de diversas fuentes, incluyendo pozos, canales de riego, ríos y lagos. Se sabe que en todas estas fuentes se alberga el norovirus.^{3,4,5,6} Hasta hace poco, nadie había investigado si el norovirus que se encuentra en el agua contaminada sigue siendo infeccioso después de que se agregan los plaguicidas. Ahora los investigadores del Instituto Nacional de Salud Pública y el Medio Ambiente en Bilthoven y del Instituto de Ciencias para la Evaluación de Riesgos de la Universidad de Utrecht, Países Bajos, reportan que la mayoría de los plaguicidas no contrarrestan la infectividad del norovirus en el agua contaminada. Por lo tanto, es posible que el agua que se utiliza para mezclarse con los plaguicidas sea un factor de riesgo microbiano que podría estar propagando el norovirus, concluyen la tecnóloga alimentaria Katharina Verhaelen y sus colegas en un estudio publicado en *International Journal of Food Microbiology*.²

Los investigadores realizaron pruebas con cuatro fungicidas y cuatro insecticidas comúnmente utilizados para proteger las frutas

y verduras frescas, incluyendo las lechugas y las frambuesas. Se han asociado estos alimentos, sobre todo las frambuesas, con varios brotes de norovirus.⁷ Se diluyeron los plaguicidas en agua esterilizada en las concentraciones más altas recomendadas para su aspersión sobre los cultivos. En el laboratorio, se añadieron a las soluciones de plaguicidas una o dos cepas clínicas de norovirus aisladas de las heces fecales de personas infectadas (hNoV GI.4 y hNoV GII.4), o bien, MNV-1, una cepa de ratones de laboratorio. Cuando se observó la actividad dos horas después, todos los tipos de norovirus permanecieron estables en siete de los ocho plaguicidas sometidos a la prueba.²

En general, en los experimentos de laboratorio se neutralizan los plaguicidas para detener la actividad química en un momento determinado; por ejemplo, se añade tiosulfato para neutralizar los plaguicidas a base de cloro. Sin embargo, los fabricantes de aquellos plaguicidas comerciales que fueron sometidos a la prueba no revelaron la composición química de éstos, lo cual dificultó la selección de los agentes neutralizadores adecuados. La eliminación del paso de la neutralización crea una situación similar a la que se da en las granjas agrícolas: como señala Verhaelen, "En la práctica, cuando se aplican los plaguicidas no se neutralizan las sustancias químicas".

Al parecer, el mayor riesgo microbiano derivado del norovirus

transmitido a través de los plaguicidas se presenta en productos agrícolas como las moras suaves, por ejemplo las frambuesas y las fresas, que con frecuencia son rociadas poco antes de la cosecha a fin de reducir el desperdicio y son mínimamente procesadas antes de ser ingeridas crudas. "Hemos demostrado que los norovirus pueden persistir durante la vida de anaquel de las moras en diferentes condiciones de almacenamiento", dice Verhaelen.²

Cada año, en Estados Unidos, el norovirus provoca 21 millones de casos de gastroenteritis aguda, 70 000 hospitalizaciones y 800 muertes. No hay medicamentos para tratar las infecciones por el norovirus ni vacunas para prevenirlas. El haber padecido y superado una infección por norovirus no inmuniza a una persona contra futuras infecciones.⁸

Verhaelen aconseja a los consumidores que laven siempre las frutas y verduras. "No se puede garantizar que el riesgo se reducirá a cero, pero será menor que si no se las lava", señala.

El calor es una poderosa manera de reducir la infectividad del norovirus: en un estudio de laboratorio se calentó un puré de frambuesas con MNV-1 a una temperatura de 65°C durante 30 segundos, con lo cual se redujo la infectividad del virus en 99%.⁹ Por otra parte, otro estudio demostró que la congelación no destruye el norovirus.¹⁰ En Finlandia, donde se rastreó el origen de varios brotes de norovirus y se los atribuyó

* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 121, número 5, mayo 2013, página A148.

Foto: © iStockphoto.com



Las frambuesas frescas son uno de los alimentos más comúnmente asociados con los brotes de norovirus. Es necesario lavar todas las frutas y verduras antes de comerlas.

a la ingestión de frambuesas congeladas, los expertos en salud alimentaria recomendaron calentar las frutas congeladas a 90°C durante al menos dos minutos antes de comerlas.¹¹ Sin embargo, el calentar las frutas frescas puede producir un impacto negativo en la calidad y el valor nutritivo de éstas, señala Verhaelen.

Si bien existe un vínculo epidemiológico entre los casos de enfermedad por norovirus y los productos agrícolas, “no alcanzamos a comprender del todo cómo entra el norovirus en la cadena alimentaria”, dice Kali Kniel, profesora adjunta de parasitología y virología alimentarias de la Universidad de Delaware en Newark. Añade que el descubrimiento de que el norovirus sobrevive en los plaguicidas es importante, dada la escasez de agua y el resultante incremento de su reutilización para la aplicación de los plaguicidas y fertilizantes.

Carol Potera, radicada en Montana, ha escrito para *EHP* desde 1996. Escribe también para las revistas *Microbe*, *Genetic Engineering News* y *American Journal of Nursing*.

Referencias

1. Koo HL, et al. Noroviruses: the principal cause of foodborne disease worldwide. *Discov Med* 10(50):61–70 (2010); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3150746/>.
2. Verhaelen K, et al. Persistence of human norovirus in reconstituted pesticides—pesticide application as a possible source of viruses in fresh produce chains. *Int J Food Microbiol* 160(3):323–328 (2013); <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.11.007>.
3. Borchardt MA, et al. Incidence of enteric viruses in groundwater from household wells in Wisconsin. *Appl Environ Microbiol* 69(2):1172–1180 (2003); <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.69.2.1172-1180.2003>.
4. Cheong S, et al. Enteric viruses in raw vegetables and groundwater used for irrigation in South Korea. *Appl Environ Microbiol* 75(24):7745–7751 (2009); <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.75.24.7745-7751.2009>.
5. Kishida N, et al. One-year weekly survey of noroviruses and enteric adenoviruses in the Tone River water in Tokyo metropolitan area, Japan. *Water Res* 46(9):2905–2910 (2012); <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2012.03.010>.
6. Horman A, et al. *Campylobacter* spp., *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., noroviruses, and indicator organisms in surface water in southeastern Finland, 2000–2001. *Appl Environ Microbiol* 70(1):87–95 (2004); <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.70.1.87-95.2004>.
7. Hall AJ, et al. Epidemiology of foodborne norovirus outbreaks, United States, 2001–2008. *Emerg Infect Dis* 18(10):1566–1573 (2012); <http://dx.doi.org/10.3201/eid1810.120833>.
8. CDC. Norovirus Overview [página web]. Atlanta, GA: Centros para la Prevención y el Control de Enfermedades de Estados Unidos (actualizada el 12 de abril de 2012). Disponible en: <http://goo.gl/3g69O> [consultada el 8 de abril de 2013].
9. Baert L, et al. The reduction of murine norovirus 1, *B. fragilis*HSP40 infecting phage B40-8 and *E. coli* after a mild thermal pasteurization process of raspberry puree. *Food Microbiol* 25(7):871–874 (2008); <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2008.06.002>.
10. Baert L, et al. Survival and transfer of murine norovirus 1, a surrogate for human noroviruses, during the production process of deep-frozen onions and spinach. *J Food Prot* 71(8):1590–1597 (2008); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18724752>.
11. Finnish Food Safety Authority Evira. Frozen Raspberries Are Recommended to Be Heated Before Eating [comunicado de prensa]. Helsinki, Finlandia: Autoridad Finlandesa de Seguridad Alimentaria Evira (8 Jun 2009). Disponible en: <http://goo.gl/U0Jy7> [consultado el 8 de abril de 2013].