

Crisol

Suplemento de Ciencia y Tecnología N°233 Marzo 2010

La predicción de los



TERREMOTOS

Geólogo Rafael Barquero Picado

Ing. Álvaro Climent Martín

<Red Sismológica Nacional (RSN: UCR-ICE)>

Desde hace muchos años existe la inquietud en la humanidad de tratar de desarrollar algún método que permita la predicción de los terremotos; es decir, determinar con anticipación el lugar, la fecha en que ocurrirá un sismo y su magnitud, con la certeza suficiente para tomar las medidas preventivas del caso y salvar vidas.

Muchas ideas se han barajado al respecto, como por ejemplo, las variaciones en las condiciones meteorológicas, las fuerzas gravitacionales, el campo magnético y hasta el comportamiento de algunos animales antes de un terremoto.

En las últimas décadas, otros métodos como los estudios geodésicos, la medición de niveles de agua de pozos, las variaciones en la emisión de gases como el radón o anomalías en las mediciones de resistividad eléctrica o el campo magnético en la corteza terrestre han sido puestos en práctica en algunos países con potencial sísmico importante, entre estos Japón, Estados Unidos y algunos de Europa, pero aún no han tenido resultados concluyentes.

Otros investigadores han propuesto diferentes teorías basadas principalmente en estudios estadísticos del historial sísmico de una región para tratar de definir los períodos de repetición en

la ocurrencia de los terremotos, y de esta manera poder estimar cuándo podría ocurrir el próximo gran sismo.

También se analiza el incremento o la ausencia de sismicidad en ciertas zonas en el tiempo, teoría que se ha denominado como la del *gap* sísmico. Estas metodologías permitieron predecir con éxito un terremoto en China en 1975, pero no se logró predecir otro fuerte terremoto ocurrido un año después, que produjo 650 000 muertes en ese mismo país. Este ejemplo y muchos otros intentos fallidos nos muestran que todavía no existe una metodología confiable para la predicción sísmica.

Un aspecto importante que se debe considerar en este tema es el gran impacto social que este puede tener en la sociedad, ya que la supuesta predicción de un terremoto puede afectar la calidad de vida y hasta causar graves perjuicios económicos a una población, y se fracase en la predicción.

Se debe también tener en cuenta que la realización de experimentos para determinar signos precursores de posibles terremotos requiere personal científico y un instrumental muy sofisticado que resulta sumamente costoso. Además, estos esfuerzos solo se podrían hacer en un limitado número de sitios, por lo que no van a cubrir todas las posibles fuentes sísmicas de un país, y las naciones en desarrollo difícilmente pueden dedicar recursos a este tema, salvo que se obtenga asistencia técnica internacional para llevar a cabo algún proyecto específico.

Pero se debe entender, sobre todo las autoridades de gobierno y la sociedad en general, que un proyecto de investigación de este tipo no asegura que se vaya a predecir el próximo terremoto,

pues solo se está considerando una fuente sísmica y no todas las posibles.

Conocer mejor las fuentes sísmicas

Frente a esta realidad, creemos que para el caso de un país como Costa Rica, con un amplio historial sísmico y pocos recursos para la investigación en este campo de la predicción, es más valioso el esfuerzo que se realice en el conocimiento de la Geología, la tectónica y las fuentes sísmicas, para definir su potencial a mediano y largo plazo. Asimismo, es necesario desarrollar estudios de amenaza sísmica y la actualización permanente del Código Sísmico, de manera que esto permita la planificación del desarrollo urbano y contar con información precisa para el diseño sismorresistente de las edificaciones y la infraestructura en general.

Por supuesto, lo anterior debe estar acompañado de buenas prácticas de diseño y construcción, sobre todo en todas las regiones que se ven periódicamente afectadas por sismos severos.

Desde hace más de 30 años, la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica y la Red Sismológica Nacional, conformada por científicos de esta Escuela y del Instituto Costarricense de Electricidad, hemos investigado en los campos de la sismología, tectónica y amenaza sísmica de Costa Rica, y hemos logrado recabar un amplio banco de datos sobre los sismos que todos los días ocurren en el territorio nacional, lo cual posibilita un conocimiento adecuado de nuestro entorno; sin embargo, esta información tiene que ser mejorada constantemente.

Estos estudios, aunados a planes de planificación urbana y a la coordinación de esfuerzos en el manejo de crisis sísmicas por parte de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) y de las instituciones públicas y privadas del país, permitirán reducir, de forma considerable, los daños y las muertes que puedan ocasionar futuros terremotos.

En este campo, desde principios del siglo XX, luego de la amarga experiencia que nos dejó el terremoto de Cartago de 1910, las autoridades nacionales se han preocupado más por la seguridad de su población ante los terremotos y por ello, pese a que hemos sufrido sismos grandes como el de Limón del 22 de abril de 1991 (magnitud 7,6), las pérdidas económicas y de vidas no han sido tan catastróficas como en otros países latinoamericanos, como ocurrió recientemente en Haití y Chile.

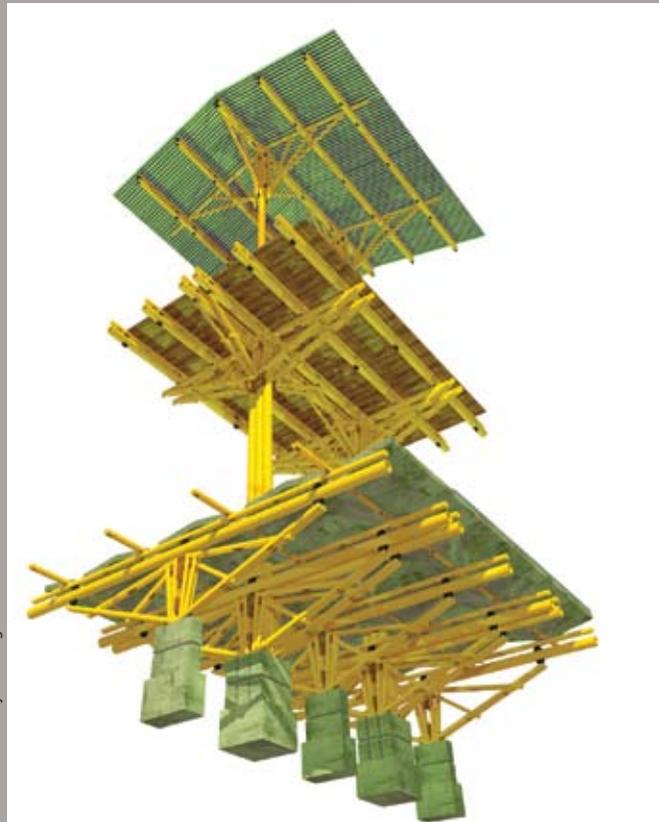
Sin embargo, no debemos bajar la guardia y debemos seguir en esa misma ruta, para tratar de que nuestras ciudades y la infraestructura sean más seguras y que la población esté siempre bien educada y preparada ante los terremotos.



Costa Rica debe centrar sus esfuerzos en el conocimiento de la tectónica y de las fuentes sísmicas, para definir su potencial a mediano y largo plazo.

Invento arquitectónico facilita la construcción con bambú

Manrique Vindas Segura <mvindas@vinv.ucr.ac.cr>



El sistema "Conexión estructural para bambú" es una invención que será patentada por la UCR.

Una unión universal, que permite acoplar piezas de bambú en cualquier posición para formar con ellas vigas, columnas, cerchas, soportes de entresijos y paredes, constituye un nuevo invento desarrollado por el Arq. Alejandro Ugarte Mora, de la Universidad de Costa Rica (UCR).

La invención se denomina "Conexión estructural para bambú" y su objetivo es garantizar la utilización segura del bambú como elemento principal en proyectos sostenibles de arquitectura e ingeniería.

De acuerdo con el Arq. Ugarte, profesor de la Escuela de Arquitectura e investigador del Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII) de la UCR, la construcción con bambú presenta en la actualidad un reto técnico muy importante en la fabricación de las uniones, las cuales deben ser muy livianas y deben ofrecer la mayor capacidad de transmisión de carga, pero sin llegar a convertirse en un punto débil o de origen de ruptura en la caña de bambú.

La nueva conexión estructural y la tecnología para construir con bambú se comercializarán bajo la marca Guadatec, que deriva su nombre del género de bambú *Guadua*.

"El bambú *Guadua* es una planta de rápido crecimiento endémica de América, que permite el equilibrio ecológico y puede contribuir a la conservación de las cuencas de ríos y a estabilizar taludes", afirmó Ugarte.

Agregó que la explotación del bambú es muy provechosa si se logra su uso racional en un proceso productivo.

Esta Gramínea crece en todo el territorio nacional y es más resistente y económica que la madera. Además, es utilizable de manera industrial o artesanal.

El Arq. Ugarte cedió los derechos sobre su invención a la UCR y realiza en este momento proyectos de investigación y desarrollo de la conexión, con el fin de medir la resistencia y soporte de los materiales y estructuras. Con ese objetivo, elabora prototipos que constituyen una solución prácti-

ca a una variedad de construcciones que se requieren en la sociedad.

La Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento (Proinnova), dependencia de la Vicerrectoría de Investigación encargada de proteger la propiedad intelectual de la Institución, solicitó formalmente la inscripción de la patente.

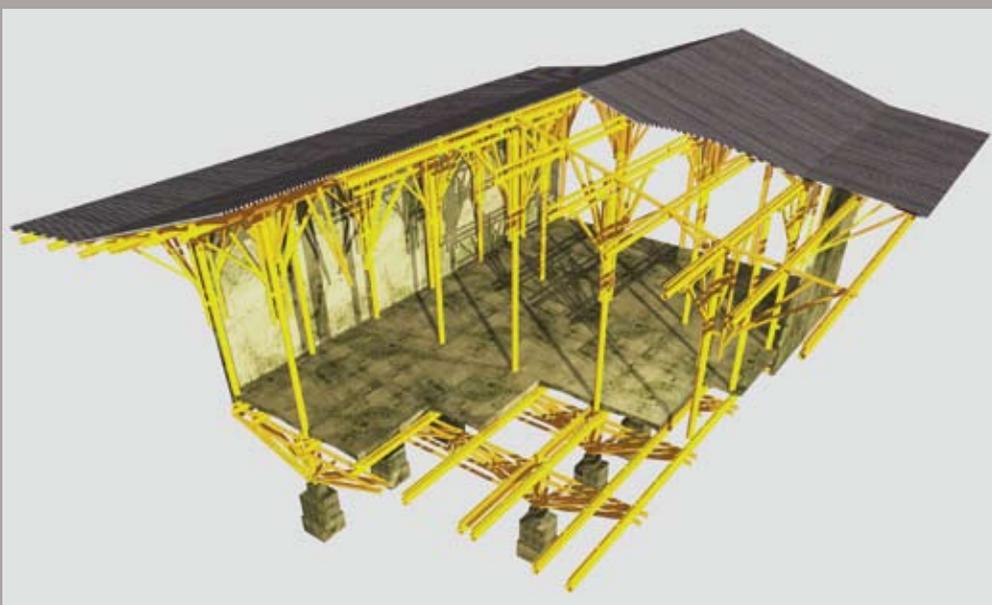
Sistema más flexible

El Arq. Ugarte aseguró que la nueva conexión estructural posee un mecanismo de afianzamiento flexible que se adapta a la forma del bambú y a las variaciones en las dimensiones provocadas por el clima.

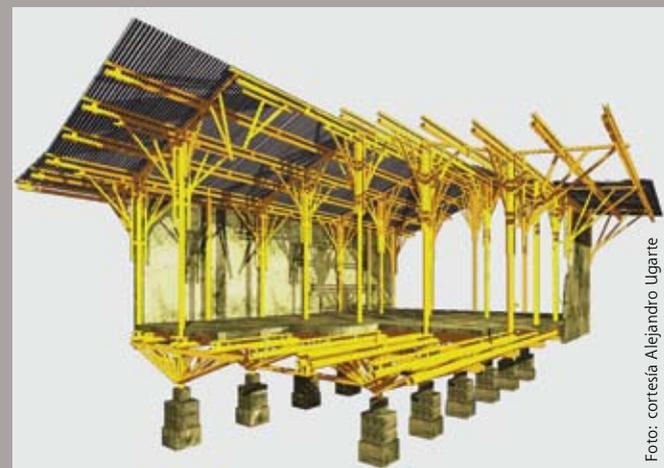
El sistema de placas de esta unión permite conectarse a cañas de diversos diámetros. Asimismo, posibilita la interconexión al bambú de elementos constructivos de otros materiales.

Igualmente, este sistema se puede colocar en paredes, en esquinas, tanto cóncavas como convexas, y en el mismo plano de la pared o del cimientado. También es posible utilizarlo en estructuras tipo cercha y en columnas; por eso se dice que es una unión universal.

Por el contrario, las actuales conexiones en los sistemas constructivos de bambú son básicamente de dos tipos: una consta de entrenudos rellenos de mortero a través de una perforación de alrededor de seis centímetros con una barra roscada de acero atravesada de lado a lado, a la que se fijan en el exterior otras estructuras. La otra consiste en uniones tipo "boca de pescado". Cada una está en función de los



El bambú tiene la cualidad de adaptarse a cualquier tipo de estructura constructiva.



La nueva tecnología permite construir estructuras que se adaptan a las condiciones cambiantes del clima.

diámetros de los bambúes que se deben conectar.

Estas uniones presentan varias desventajas. Por ejemplo, agregan peso a la estructura, son caras, con el paso del tiempo se aflojan y no son confiables desde el punto de vista estructural.

Además, no es posible realizar cálculos estructurales, ya que dichas conexiones no se comportan de manera previsible, por lo que es necesario sobredimensionar los elementos y trabajarlos únicamente en compresión, según explicó Ugarte.

Dijo que los métodos para enlazar el bambú se valen de esas perforaciones que pueden ocasionar rajaduras. Además, el bambú varía sus dimensiones con el paso del tiempo y los cambios climáticos, lo que hace que las conexiones con tornillos o clavos tiendan a aflojarse.

Sistema constructivo del bambú basado en la unión universal

El proyecto se inició con la aplicación de la unión universal en prototipos para la resolución de proyectos de arquitectura.

Se puede utilizar en:

- viviendas;
- proyectos turísticos;
- estructuras de soporte o anexas a otras: pasos cubiertos, pérgolas, cubiertas de acceso y cabañas;
- estructuras temporales: andamios y albergues de emergencia.

El proyecto también pretende delimitar la respuesta estructural, mediante pruebas de laboratorio.

Árboles de Osa

Foto: archivo ODI

en el ojo de los universitarios

Lidiette Guerrero Portilla
<lidiette.guerrero@ucr.ac.cr>

Aunque falta investigación para establecer los patrones propios de manejo forestal para todas las especies maderables de importancia económica en la Península de Osa, especialistas de la Universidad de Costa Rica (UCR) alertan sobre la inconveniencia de mantener la tala selectiva con los modelos que se han aplicado hasta ahora.

Asimismo, llaman la atención sobre el peligro de incrementar la deforestación en esa zona, pues esta afecta la regeneración y la polinización de las especies forestales, según han podido corroborar con estudios efectuados por el equipo de trabajo del Dr. Jorge Lobo Segura, de la Escuela de Biología, durante más de diez años.

Osa y Golfo Dulce, en la región sur del país, poseen una riquísima biodiversidad, en la cual se han descrito más de 2 700 especies, 700 de ellas de árboles tropicales. Tiene un valor biológico especial, porque su flora es similar a la Suramericana y del Amazonas, aunque también presenta altos niveles de endemismo.

Su riqueza la hace vulnerable, pues existe mucha presión, no solo para la extracción de madera, sino también para la actividad turística y urbanística.

En la labor científica universitaria realizada en la zona, participa el Dr. Eric J. Fuchs Castillo, profesor e investigador de la Escuela de Biología, quien durante las I Jornadas de Investigación del Programa Institucional Osa-Golfo Dulce (Piosa) dio a conocer cuatro de los trabajos efectuados.

Incidencia de la tala

Uno es el estudio de dos especies maderables de la zona, como es el *Caryocar costarricense* (Ajo) y el *Peltogyne purpurea* (Nazareno), con el propósito de medir el efecto de la tala selectiva sobre su distribución, reproducción y regeneración.

Fuchs explicó que en el país el manejo forestal siempre ha dado por válido que en un bosque muy abundante, al extraer cierta cantidad de árboles, se estimula la regeneración de la especie, porque se activa un proceso sostenible, pero eso nunca había sido confirmado en bosques tropicales. Basándose en datos obtenidos a partir de plantaciones de pino en Estados Unidos, se ha aplicado el modelo de tala que indica que se puede derribar hasta el 50 por ciento de los árboles con un

diámetro superior a los 50 cm., en ciclos de 15 años.

La información de los censos realizados en 92 fincas de la región sometidas a planes de manejo les permitió encontrar zonas de igual abundancia a lo largo de toda la península de Osa. En una segunda etapa compararon la cantidad de árbo-



Foto: cortesía Eric J. Fuchs

les juveniles y de adultos, de 15 fincas también sometidas a planes de manejo, en las cuales midieron parcelas de 100 metros para obtener los datos de los árboles existentes. Los resultados los compararon con espacios iguales en lugares donde no hubo extracción.

Estudios realizados por especialistas de la UCR revelan que los ciclos de corta de 15 años para árboles de Nazareno no son sostenibles.

Fuchs aseguró que los resultados obtenidos les permite afirmar que los ciclos de corta de 15 años no son sostenibles para esas dos especies maderables y que el efecto de la tala es negativo sobre la regeneración. Además, encontraron que a la hora de dar el permiso de tala no se toma en cuenta la abundancia relativa de árboles en cierta zona. La tala no debería permitirse en aquellas áreas en donde la abundancia natural de la especie se halle en bajas densidades.

No se encontró diferencia en la abundancia de árboles juveniles de Nazareno entre áreas con tala selectiva y áreas sin manejo, pero sí notaron que el crecimiento de los árboles jóvenes no corresponde a lo esperado según los ciclos de corta de 15 años, por lo que se espera un impacto negativo en la regeneración de esa especie.

La reproducción del árbol de Ajo se da a partir de “adultos reproductores dominantes”, que según se pudo corroborar en el estudio, son los que se están extrayendo, porque son los que tienen el diámetro más grande, dato que el especialista resalta como importante para la toma de decisiones.

“No solo se están extrayendo más árboles de la cuenta, sino que también aquellos individuos “reproductores dominantes”, lo que va a incidir negativamente en la capacidad reproductiva de estas poblaciones”, afirmó.

Estudios y observaciones

Fuchs comentó que la extracción desmesurada y sin control afecta la variabilidad genética de los árboles y los vuelve vulnerables a los cambios ambientales, además de que afecta su reproducción. Una reducción en el tamaño de la población de los árboles y un incremento en la distancia entre ellos dificulta el flujo de polen entre adultos e impide que se logre su polinización.

Por esa razón, los universitarios decidieron realizar un estudio con Ceibas en áreas deforestadas de Palmar Norte, para determinar la paternidad de las semillas producidas mediante el uso de técnicas moleculares. Trabajaron con árboles ubicados en pastizales y potreros, a los cuales les establecieron vecindades de 500 metros a la redonda.

Los análisis de paternidad de 100 semillas por árbol les permitió concluir que un 50 por ciento de los árboles recibe polen de afuera y un porcentaje significativo de las semillas es producto de autopolinización.

“Es importante conocer esto para actuar, para conocer cómo la deforestación afecta los patrones de polinización de las especies”, afirmó el Dr. Fuchs. Esa investigación también trata de medir la variación en los patrones de polinización a lo largo de varios años.

Además, desde 1989 hasta 2007 realizaron un estudio fenológico (estudio de la estacionalidad de fenómenos biológicos como la floración o la fructificación) de los árboles de la zona, en el cual observaron períodos de floración, producción de frutos, caída de hojas, etc.

Esas observaciones tan prolongadas en el tiempo les permitió afirmar que tanto el período de floración como el de fructificación en Osa tiene dos picos en el año, uno en febrero y otro en julio, pero ambos se dan dos o tres semanas antes que en otras zonas del país, como Guanacaste o la vertiente del Caribe, producto de la intensa y marcada temporada de lluvias del Pacífico sur.

Otro proyecto desarrollado se propuso describir el polinizador de una especie de árbol llamado comúnmente Ceibo barrigón (*Pseudobombax septenatum*) en el área de bosque y fuera de él, para lo cual colocaron dos o tres cámaras de vídeo de visión nocturna por árbol, con la idea de registrar la llegada de una especie de murciélago que se creía era el polinizador.

Aunque cada árbol produce un promedio de 30 flores, los científicos observaron que solo llegaban de uno a tres murciélagos por noche, en una visita muy rápida, lo que los extrañó, pues esperaban una visita masiva de estos animales, como ocurre en otras especies relacionadas, como el árbol de Ceiba.

Ese comportamiento observado y el análisis del polen de las flores, hizo sospechar que algunos insectos diurnos pueden actuar como polinizadores, ya que fueron vistos en visitas masivas diurnas.

“Esto lo que nos enseña es que a veces uno puede tomar decisiones equivocadas a partir de creencias o conocimientos no comprobados científicamente”, afirmó el especialista. No es lo mismo un murciélago que un insecto pequeño como polinizador de un árbol, y eso es importante tomarlo en cuenta, porque el insecto no se puede desplazar muchos kilómetros para visitar árboles muy distanciados.

Mercado hortícola en la zona sur de Costa Rica es viable y oportuno



Foto: Luis Alvarado

El culantro de castilla y coyote, el chile dulce y el brócoli presentan buenas oportunidades comerciales en Panamá, donde sus precios son más elevados en comparación con Costa Rica.

Rocío Marín González <rocio.marin@ucr.ac.cr>

La zona sur del país representa un mercado potencial de al menos $\$265,3$ millones semanales, para los productores hortícolas, según un estudio realizado por el Programa de Hortalizas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit (EEFBM) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

La investigación, efectuada mediante la aplicación de una encuesta de intenciones de compra en 102 establecimientos dedicados a distintas actividades económicas, permitió medir, entre otras cosas, la demanda semanal media para cada hortaliza identificada, las características cuantitativas y cualitativas de esa demanda, la oferta existente de dichos alimentos, los canales de comercialización y los precios pagados por estos productos.

Según lo explicó el Lic. Alexis Villalobos Monge, economista agrícola coordinador del estudio, la iniciativa conjunta de la UCR y del Instituto Nacional de Fomento Cooperativo (Infocoop) para conocer la dinámica del mercado hortícola existente en la zona, surgió con miras a identificar oportunidades de negocios para las cooperativas agrícolas del sur.

También se espera que a partir de datos estadísticos confiables sobre las particularidades del fenómeno hortícola local, como los recabados y otros estudios complementarios, entidades nacionales, entre estas el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA), cuenten con información científica para evaluar la posibilidad de establecer en esa región un mercado hortícola semejante al Centro Nacional de Abastecimiento (Cenada).

A juicio de los investigadores universitarios de la EEFBM, del Laboratorio Poscosecha del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) y del Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), la información recopilada debería ser un insumo fundamental para justificar la operación racional y sostenible de un proyecto de ese tipo, ya que aporta datos sobre cuánto demandarían los potenciales clientes, cuánto deberían ofrecer los potenciales oferentes, con qué frecuencia debería realizarse el proceso de compra-venta y qué características son más valoradas por los compradores.

Precio y calidad

El estudio realizado por la EEFBM determinó que un 90 por ciento de la población del sur del país tiene mayor preferencia por productos como apio, cebolla, chile dulce, culantro de castilla, lechuga, papa, pepino, tomate y zanahoria.

Aunque se encontró una similitud con respecto a la región central del país en la intensidad de requerimiento de un total de 41 productos hortícolas, se comprobó que la población de



Foto: Luis Alvarado

El establecimiento de un mercado hortícola semejante al Cenada en la zona sur de Costa Rica beneficiaría a las verdulerías, restaurantes, sodas, supermercados y hoteles, así como al consumidor final.

la zona sur valora más la calidad y la frescura de las hortalizas, que el precio de los productos.

Mientras uno de cada cuatro entrevistados manifestó su insatisfacción por la calidad principalmente del cebollino que se expende en la zona, el 95 por ciento de las personas consultadas manifestó su preferencia por la hortaliza fresca, sin ningún tipo de procesamiento ni manipulación, lo cual evidencia una diferencia en relación con la región central, donde existe una tendencia hacia el consumo de productos lavados, pelados y empacados.

Canales de comercialización

Los investigadores de la UCR lograron identificar de dónde proceden los productos hortícolas que se consumen actualmente en la zona sur del país. Mientras al menos un 40 por ciento de las hortalizas consumidas por los entrevistados proviene del Cenada, el cual constituye el mayor oferente de productos hortícolas de la región, cerca de un 14 por ciento de la oferta se origina en el cantón de Coto Brus.

En términos generales, la mayoría de establecimientos comerciales compra hortalizas una o dos veces por semana a diferentes oferentes, de los cuales, el 95 por ciento no exige cantidades mínimas de compra.

Dado que la mayor parte de la oferta proviene del Cenada, ubicado en Barreal de Heredia, también se determinó que existe un sobreprecio de un 30 por ciento para el consumidor final con respecto a los precios establecidos por el PIMA.

Se estima que ese sobreprecio se origina principalmente en el traslado vía terrestre de los productos desde la región central hasta cada uno de los cinco cantones de la zona sur del país (Buenos Aires, Osa, Golfito, Corredores y Coto Brus).

Incluso, en el caso de algunas cadenas de supermercados, se corroboró que existen productos originarios de Coto Brus que son comercializados en el Cenada, por lo que posteriormente deben retrasladarse a la zona sur, con los consecuentes aumentos de costos.

Debido a la cercanía geográfica de esa región con Panamá, se efectuó una prospección del mercado hortícola panameño, la cual determinó que existen buenas oportunidades comerciales, especialmente para productos como culantro de castilla y coyote, chile dulce y brócoli, cuyos precios en el país vecino son muy elevados en relación con los de Costa Rica.

A criterio del Lic. Villalobos, la investigación muestra que sería oportuno el establecimiento de un proyecto hortícola en la zona sur, lo que proporcionaría gran beneficio tanto al mercado doméstico, como al mercado panameño.

Crisol Marzo 2010, No. 233. Semanario Universidad, edición No. 1843. Publicación mensual de la Oficina de Divulgación e Información (ODI) de la Universidad de Costa Rica.

Editora: Patricia Blanco Picado. Colaboraron en este número: Lidiette Guerrero Portilla, Rocío Marín González y Manrique Vindas Segura, periodistas.

Geólogo Rafael Barquero Picado e Ing. Álvaro Climent Martín, Red Sismológica Nacional (RSN: UCR-ICE).

Fotografía: Jorge Carvajal Aguirre y Luis Alvarado Castro. Diseño y Diagramación: Thelma J. Carrera Castro.

Edificio administrativo C. 1er. Piso.

E-mail: patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

Sitio Web: <http://www.odi.ucr.ac.cr>

Teléfono: (506) 2511-4796

Fax: (506) 2511-5152