

REPERTORIO CIENTIFICO

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA

ISSN: 1021-6294

VOL. 6, N° 8 y 9, 2000



ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

CONTENIDO		
EDITORIAL		3
ARTÍCULOS		
	"Enfoque indígena agroecológico"	4
	RÓGER MARTÍNEZ CASTILLO	
	Reencuentro de culturas: La historia ambiental y las ciencias ambientales	8
	DONALD WORSTER	
	La necesidad de uso del modelo abstracto en el diseño de bases de datos	16
	ELZBIETA MALINOWSKI	
	Impacto ambiental y las implicaciones espaciales de los sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales domésticos en las urbanizaciones	23
	DANIEL MORGAN	
	Las destrezas en el estilo libre en natación y la diferencia de tiempo en su adquisición, entre hombres y mujeres adultos	32
	RODRIGO MOLINA ZÚÑIGA, ROSIBEL OROZCO VARGAS	
	Perspectivas de la investigación agropecuaria en el marco de la globalización económica y sostenibilidad	37
	EDGAR CASTILLO	
	Fauna silvestre víctima de las carreteras: El caso de Costa Rica	47
	PATRICIA GÓMEZ FIGUEROA, JULIÁN MONGE-NAJERA	
	Uso de hábitat y distribución espacial de las lagartijas <i>Ameiva quadrilineata</i> y <i>Cnemidophorus depui</i> en la playa Punta Judas, Esterillos, Puntarenas	51
	HAROLD ARIAS-LE CLAIRE GABRIELA JONES ROMÁN	
BIOMURAL		
	Doctor Guido Miranda Gutiérrez	57
	OSCAR BONILLA B.	
CÁPSULAS CIENTÍFICAS		58

PAUTAS PARA PUBLICAR

RECOMENDACIONES GENERALES

A continuación se ofrecen recomendaciones para los autores:

- Todo artículo debe ir antecedido por un resumen de no más de 10 líneas en inglés y en español.
- El título debe ser conciso y lo más informativo posible.
- No se tomará en cuenta ningún artículo que haya sido publicado en otra revista.
- En la introducción se debe explicar el objetivo del artículo. El autor debe aclarar lo que constituye el aporte de otros, la referencia bibliográfica se citará en el texto de la siguiente forma: (apellido del autor y año), no debe separar con comas el autor y el año, si hay más de una cita en el paréntesis, separe con coma cada una de ellas; si la cita es textual debe agregar páginas, capítulo o párrafos dentro de la cita. Las comunicaciones personales se citarán sólo en el texto en el siguiente formato (Nombre Apellido com. pers.).
- El tema debe ser expuesto de manera concisa, utilizando un vocabulario sencillo y directo.
- Debe evitarse términos poco corrientes y los términos nuevos deben definirse con anterioridad. Las expresiones plenas de una disciplina deben utilizarse sólo si las aceptan plenamente otros especialistas.
- El autor procurará que sus artículos contengan todos los datos que permitan la comprensión, para lo cual dará las explicaciones necesarias sobre el sentido de los términos usados.
- Toda limitación debe indicarse en el artículo.
- Los trabajos publicados anteriormente sobre el mismo tema deben ser objeto de referencia bibliográfica, la cual deberá anotarse al final del escrito y no como notas al pie.
- Una lista de símbolos y unidades deben aparecer al final de cada artículo antes de la bibliografía, cuando la naturaleza de la publicación lo amerite, bajo el encabezamiento de "nomenclatura".
- El artículo debe escribirse a máquina, a doble espacio. Un original o fotocopia del mismo, y no una copia al carbón. Sólo se recibirán artículos en español. Una vez que el artículo halla sido aceptado favor enviar diskette con el documento escrito en Word. Los nombres científicos deben escribirse subrayados, no se aceptan en otro tipo de letra.
- Es obligatorio hacer un esquema original y didáctico de las ideas más importantes que se presentan en el artículo. Para la reproducción de gráficos, deberán enviarse dibujos originales en una dimensión de 8 1/2 x 11" (21,5 cm x 28 cm). Las ilustraciones y cuadros no deben incluirse en el texto, las leyendas y los títulos de los mismos deben escribirse en hojas aparte. Las ilustraciones fotográficas deberán estar en página aparte lo suficientemente ampliadas para su óptima reproducción.

PAUTAS ESPECÍFICAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Se entiende por ARTÍCULO CIENTÍFICO el logrado como resultado de un proceso de investigación. Su finalidad es comunicar con claridad los descubrimientos realizados en la investigación, no como parte de un libro, sino como un todo acabado e internamente estructurado.

- a) Título: centrado y con un máximo de 10 palabras.
 - b) Direcciones: institución u otro lugar en donde se puede localizar fácilmente al autor o autores.
 - c) Resumen: en forma clara y detallada, con no más de 10 renglones en inglés y en español.
 - d) Introducción: con los objetivos generales y específicos.
 - e) Materiales y métodos: indicar los aparatos, productos químicos, variedades y poblaciones usadas, así como la técnica experimental utilizada.
 - f) Resultados y discusión: presentar todos los hechos, tanto positivos como negativos.
 - g) Conclusiones.
 - h) Literatura citada: utilizar el siguiente formato:
Para libros: autor o autores. Año de publicación. Título del libro. Editorial, país o ciudad.
Para revistas: autor o autores. Año de publicación. Título del artículo, nombre de la revista volumen (número): páginas del artículo.
Artículos de libros editados: autor o autores. Año. Título del artículo. En: Nombre del libro, editor. Nombre del editor (Nombre apellido). Edición, editorial, país o ciudad.
- Si son más de tres autores se escribe sólo el primero seguido por las palabras latinas "et al", para las citas dentro del texto, pero deben ser puestos todos los nombres en la referencia bibliográfica.

PAUTAS ESPECIALES PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS DE REVISIÓN E HISTORIA DE LA CIENCIA

EL ARTÍCULO DE REVISIÓN se obtiene de examinar áreas particulares de un trabajo, de un tema especial, con el fin de informar sobre los avances más destacados que dicho tema ha tenido en un período de tiempo determinado. Aquí los conocimientos obtenidos de la consulta bibliográfica se resumen, exponen, analizan y critican.

- a) Título: centrado y con un máximo de 5 palabras.
- b) Direcciones: institución u otro lugar en donde se puede localizar fácilmente al autor o autores.
- c) Resumen: en forma clara y detallada, con no más de 10 renglones en inglés y en español.
- d) Introducción: marco teórico del problema por exponer.
- e) Desarrollo y discusión de ideas expuestas.
- f) Conclusiones.
- g) Literatura citada (igual que para artículos científicos).

El entrar en el Siglo 21 debe representar para la humanidad la necesidad de hacer una importante reflexión en la búsqueda de soluciones ante el gran abanico de problemas, encrucijadas y retos que plantea el crecimiento y desarrollo del hombre en este hermoso pero conflictivo planeta. Desde hace algunas décadas, nos hemos venido percatando de los lamentables daños que el hombre ha causado al medio ambiente, dada la necesidad de producir para satisfacer demandas de alimento, trabajo, servicios y bienestar. El desarrollo de la agricultura, la industria, el comercio, más los conflictos y guerras, vienen propiciando un mayor número de alteraciones sobre los diferentes recursos naturales de que disponemos los seres vivientes (humanos, animales, plantas, microorganismos).

Tal reflexión deberá estar fundamentada en información, datos, relatos, vivencias y en el pensamiento sobre tales situaciones. Por lo anterior, en este número de Repertorio Científico hemos querido abrir espacios a artículos que nos harán reflexionar sobre temas que consideramos de interés para nuestros lectores.

Temas como el de la agroecología mantenida y desarrollada como alternativa de producción y bienestar socioeconómico por las culturas indígenas de nuestra región, representan un pensamiento de mucho valor en pro de disminuir los problemas sociales en el agro y elevar el nivel de vida rural, involucrando el entorno ambiental. Sistemas alternativos de tratamiento de las aguas residuales domésticas son explicados en detalle buscando reducir sus impactos e implicaciones sobre el ambiente. También se presentan los efectos del desarrollo sobre las especies en las carreteras. A estos temas de corte ambiental agregamos un reencuentro de culturas: la historia y la ciencia ambientales, donde se entremezclan para suscitar pautas de controversia y reflexión, y más.

Cada día, el mundo se globaliza más. La información, las comunicaciones, la economía y el comercio. El desarrollo agropecuario no escapa a esta corriente galopante. Por esa razón, hemos incluido un material sobre las perspectivas de la investigación agropecuaria dentro del marco de la globalización económica y sostenible.

Como contribución al conocimiento de la comunidad científica también hemos incluido varios artículos producto de la investigación de jóvenes científicos que con su aporte nos brindan nuevas ideas, necesidades, alternativas y soluciones sobre la problemática que vive el hombre en relación con su entorno ambiental.

Esperamos que esta producción sea de su total gusto.

"ENFOQUE INDÍGENA AGROECOLÓGICO"

M.A. Róger Martínez Castillo
Tutor. Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, UNED.
Profesor Asociado UCR-UNA.

INTRODUCCIÓN

Un área cultural está relacionada con un proceso de uso, de grupos territoriales históricamente diferenciados; surgiendo así, regiones culturales de diversos niveles de desarrollo. Por eso las formas de vivir, pensar, producir, valorar, utilizar y contaminar son reflejo histórico de determinado nivel de desarrollo sociohistórico, con su propia dinámica, que es aprendido, compartido y transmitido socioculturalmente, según sus necesidades e intereses.

La interrelación sociedad-ambiente natural es multifacética y compleja, donde el proceso de desarrollo económico-productivo y sociocultural está muy ligado al ambiente natural; mediante una amplia relación dialéctica holística, sistémica y entrópica. Así, la sociedad indígena es parte de la naturaleza, donde su vida y producción forman una unidad en equilibrio.

Estudiar la historia de un pueblo significa estudiar las diversas relaciones que se establecen entre los seres humanos y el ambiente natural. En efecto, uno de los rasgos más comunes a las economías de nuestros pueblos indígenas, es la cronométrica adaptación del trabajo social a las condiciones climáticas, topográficas, orográficas; los principios que derivan de la ecología formaban parte del cálculo económico-productivo de las culturas indígenas antiguas.

ECONOMÍA INDÍGENA

Los ecosistemas tropicales existen gracias a la gran diversidad de especies, con una agricultura sostenible basada en policultivos, que ha formado parte de las estrategias de subsistencia indígena, y que ha desarrollado formas de relación y aprovechamiento de los recursos naturales, enfatizando más en su conservación que en su deterioro; por ejemplo: el medio natural es conocido y utilizado mediante formas individuales y colectivas de apropiación, siendo el alma de su sistema social y cultural.

La macroadaptación es entendida como la adaptación de diversos cultivos a distintos microclimas, regulados por unidades sociales, étnicas o consanguíneas, que poseen pleno conocimiento teórico y práctico de esas interrelaciones que se encuentran, además, en condiciones de articularlas a niveles macroeconómicos (regionales, locales, comunales). De ahí, que la conservación real del medio ambiente sólo es característico en nuestros pueblos indígenas, que por naturaleza practican el desarrollo sostenible, en equilibrio, donde la flora y fauna se protegen celosamente. Generación tras generación, el indígena comprendía su relación con la naturaleza (tierra, agua, selva, animales), como una especie depende de la otra, como su muerte puede provocar la suya; y así aprendió que, asegurando la vida de la tierra, asegura también la vida de su pueblo.

De esta manera, las manifestaciones culturales de los grupos indígenas hacia el medio ambiente, son ecocéntricas; implica que la naturaleza es el centro de todo y no se debe separar el objeto y sujeto, al estudio y comparación dialéctica.

Su agroproducción es de supervivencia, partía de una "economía de la pobreza" o escasez y no de la riqueza; significa que su desarrollo no cubre intereses agroproductivos sino que está para cumplir las necesidades básicas de toda la población. Para el indígena, el consumo involucraba un rendimiento racional de su entorno. Pues una economía que tome en cuenta la naturaleza, es una economía ecológica.

La economía agrícola indígena surgió de la explotación racional de la naturaleza, resultado histórico de la articulación de microunidades ecológicas que mediante procesos simbióticos, fueron produciendo articulaciones cada vez más numerosas y complejas, con lo social y político. Los conocimientos indígenas se expresan en su cosmovisión, que parte del principio de que las cosas de la naturaleza están dotadas de vida propia y, por lo tanto, hay que respetarlas; pues el ser humano no puede prescindir de ellas sino que es parte de ellas. Desarrollando un conocimiento del medio natural, que da sustento a prácticas propias, donde el bosque es un hábitat que proporciona innumerables recursos para la alimentación; a

ARTÍCULO

través de la pesca artesanal fluvial y marítima, cacería y recolección en pequeña escala, la elaboración de herramientas, artesanía, la construcción de viviendas, el consumo de productos agrícolas, con su tradición culinaria y la utilización de plantas medicinales. Además, presenta una tendencia histórica a practicar una agricultura de subsistencia que no daña el medio ambiente y permite reproducirse de manera natural.

En muchos aspectos tecnológicos y científicos, los pueblos indígenas sobresalían en conocimientos que directamente están relacionados con la naturaleza (matemáticas, agronomía, elaboración del agrocalendario lunar, hibridación de plantas, selección de suelos de cultivo y su morfología, medios naturales de fertilización, cosechas, técnicas agrícolas), que toman en cuenta el factor ecológico, como los factores agroclimáticos y la predicción del tiempo.

Su desarrollo tecnoproductivo correspondía con un proyecto colectivo orientado a hacer producir a la naturaleza, con base en un mínimo de costos energéticos. Ejemplo, el calendario lunar regulaba todas las actividades productivas agrícolas y comerciales: la tala de bosques, su quema y siembra al inicio de la época lluviosa y recolección de la cosecha. Además, de la época de caza, pesca, cría de abejas, etc.

Entre los pueblos indígenas se resalta el cultivo del maíz. Su extrema variabilidad topográfica y pluviosidad obligó a los primeros plantadores de maíz, a crear desde un inicio, reservas para los años de sequía. Ello los indujo a plantar los granos primarios muy cerca de las fuentes de agua, e inventar técnicas para alejar las yerbas de las zonas de regadío y así facilitar el acceso del agua, la luz y materiales orgánicos. Esto hizo posible que se desarrollaran técnicas agrícolas relativamente refinadas, acordes con su entorno natural, creando las bases para una economía de ahorro, las que funcionaban mediante el resguardo de excedentes.

Además, la tradición culinaria y la utilización de plantas medicinales estaban muy desarrolladas. Ello también hizo posible que fueran seleccionados los granos más resistentes para el cultivo, donde el uso racional al máximo de los bienes naturales, sólo es posible por medio de complejos procesos de intervención humana. Así, las técnicas de producción simple o prácticas agroecológicas indígenas de subsistencia, ven en la naturaleza y sociedad, una unidad y armonía. En sus economías, los indígenas cuidan e intentan preservar las fuentes principales de toda producción en lugar de destruirlas, reflejando el gran conocimiento que tienen de su entorno natural.

AGROECOLOGÍA INDÍGENA

Su actividad agrícola es simple y auto-suficiente en el consumo de alimentos, basada en la agricultura, con la pesca, cacería y artesanía, como principales actividades dentro de su disperso hábitat. Sus conocimientos agrícolas se basan en el sistema de cultivo rotativo: quema y roza. Este sistema incluye tres aspectos: limpieza total o parcial de la vegetación existente, cortándola y quemándola, cultivo temporal de cosechas en el área ya limpia y abandono de la zona usada para que regenere su fertilidad, en unos años. Esta agricultura se da en pequeños terrenos, que no excedan varias hectáreas y requiere gran esfuerzo humano para los procesos de limpieza, cultivo y cosecha del producto, donde alternan árboles frutales o maderables, con cultivos anuales o temporales, que siempre permanecen con una capa vegetal en el suelo; mientras otras parcelas siguen produciendo otros productos. Utilizan herramientas de trabajo sencillas, como tacos de madera y machete; por lo que no incide negativamente en gran escala, permitiendo así que la naturaleza se regenere por sí misma rápidamente de su actividad anterior.

La agricultura ecológica indígena se basa en el multi o policultivo en una misma área, donde interrelacionan una serie de actividades agrícolas: siembra

de tubérculos y plantas como el maíz junto a árboles frutales, cítricos y plantas medicinales, que permiten un ecosistema natural, con una gran diversidad de animales, que a su vez, sirven para una rica y variada dieta.

En este contexto, el indígena utiliza la abonera, como material orgánico, que se degrada en condiciones naturales, como los desechos domésticos (excrementos humanos y animales, comidas) y agrícolas (chapeas, follaje) mejorando las condiciones del suelo y sus nutrientes a las plantas. Así, reutiliza y recicla sus desechos, en vez de botarlos, minimizando la contaminación y protegiendo su entorno.

La agricultura se asocia con el proceso sedentario, con prácticas sostenibles de agroproducción. Cuando se agota el terreno, la familia traslada su vivienda a lugares cercanos. Este sistema, como primera forma de alteración ambiental indígena, nunca llegó a provocar desequilibrios ecológicos significativos. "El indio, miles de años antes de la llegada del hombre blanco, ya había alcanzado situaciones de equilibrio estable en su ambiente. La roza del indio complementada con la caza y frutos silvestres, obtenidos en esquemas de explotación permanente sostenibles, no degradó el ecosistema." (J. Lutzenberger, 1978).

La técnica de quema y roza es muy productiva. Está integrada a la estructura del ecosistema natural al utilizar pocos materiales y está asociada a bajos niveles de densidad poblacional y escaso consumo. Esta técnica le ayuda a regenerar el ecosistema, no lo destruye, ni altera.

Los indígenas nos enseñan que cuando hay plagas, en la misma naturaleza existe un equilibrio ecológico, mediante un manejo integrado de las malezas, que es más natural, más ecológico, al demostrar las interrelaciones entre las plantas. O sea, que cada planta controla a otra planta, evitando romper con ese equilibrio.

ARTÍCULO

Para el trópico, en zonas de gran precipitación y altas temperaturas, utilizan el frijol terciopelo (*stizolobium derengianum*) que elimina todo tipo de maleza, fertiliza y nitrogena el suelo, cambia la textura del mismo, aumenta el doble en rendimiento del maíz. Este frijol se consume con harina de maíz, contribuyendo a una buena nutrición humana. Últimamente, algunas empresas bananeras lo usan para eliminar la maleza en la palma africana.

La agricultura ecológica indígena no altera el ecosistema irreversiblemente. Por lo general, se asocia con las pequeñas formas de producción simple, que buscan producir sin alteración destructiva consciente hacia el medio ambiente, básicamente es una gestión económico-productiva en un determinado territorio, cuyo objetivo es la sustentabilidad racional de su uso, que no provoque un deterioro ambiental, en un área de desarrollo productivo y cultural regional.

El análisis de las comunidades indígenas, con sus prácticas agrícolas de subsistencia o economía simple (huertos, parcelas, milpas), mediante un enfoque agroproductivo ecológico, refleja una forma real de manifestación sociocultural y desarrollo sustentable. Es una producción que permite reproducir y regenerar la naturaleza (flora y fauna), no genera problemas sociales, ni contamina el medio ambiente. Su importancia radica en que la riqueza de esa producción cubre necesidades básicas. La agroecología indígena aumenta la variedad de cultivos, minimiza riesgos ambientales en la producción de alimentos básicos, mejora la base de recursos naturales y la conservación del agua, suelo, controla la erosión y deforestación; es económicamente viable por minimizar los costos de producción al aumentar el uso eficiente de los recursos disponibles y evitar la irracionalidad en su uso, con conciencia ecológica. De esta forma, se está haciendo un manejo integrado de cultivos, utilizando mejor los recursos naturales, con una tecnología adecuada a nuestras condiciones natura-

les. Sus expresiones culturales reflejan un gran conocimiento y relación con la naturaleza, de gran valor económico y agrícola.

VISIÓN CULTURAL INDÍGENA

El indígena ha incorporado a su bagaje cultural estas prácticas, bajo un proceso de adaptación racional y coherente del ser humano al ambiente natural, que estudia lo específico y variable de los colectivos (orígenes, desarrollo, diversidad y cambios en el tiempo y espacio), estructuras familiares, sociales, económicas; y pretende predecir los futuros cambios. Es necesario comprender su "Plan de Manejo", que conlleva a la conservación de ecosistemas y protege los valores culturales e históricos, con el desarrollo sostenible, permitiendo así fortalecer los métodos tradicionales agroproductivos, combinando la sabiduría indígena antigua con las técnicas modernas. "Estudios anteriores demuestran que los conocimientos científicos coinciden con una visión empírica indígena sobre la naturaleza, aunque sus apreciaciones parten de lógicas muy diferentes." (DEI, 1990).

Para el indígena, desde la cima de las montañas hasta las profundidades del mar, es su fuente de vida; de ahí toman todo lo que necesitan: alimentos, medicinas y viviendas. Este utiliza tradicionalmente, la gran diversidad de flora y fauna; y conoce las funciones e importancia de cada planta, con sus poderes curativos, que aplica para su bienestar, al extraer y usar con delicadeza la corteza, rama, frutos, semillas, hojas de un árbol. "La tierra es nuestra madre. En ella nacen los elementos de nuestra cultura, las ofrendas que utilizamos en las ceremonias rituales de la pubertad, todos los alimentos que consumimos en las fiestas tradicionales, los materiales que usan nuestros artesanos y los que utilizamos para construir casas, todos proceden del monte. Si perdiéramos estas tierras no habría cultura, ni habría alma." (Leonidas Valdés, Cacique Kuna, 1990).

El indígena, al expresar ideas sobre la naturaleza y sus recursos, considera que cualquier tipo de amenaza a su territorio, atenta contra su supervivencia y forma de vida. Si se destruye la madre naturaleza, pierden su cultura y espíritu. El ser humano y naturaleza son amigos y se ayudan mutuamente. El indígena siempre ha vivido en armonía con la naturaleza. Sus actividades agroproductivas, como la rotación de cultivos, extracción de alimentos y madera del bosque son adecuados para su escasa y dispersa población.

La organización social indígena refleja una relación armoniosa con el uso de territorios y ríos, con una regulación que se da, según la pertenencia de sus miembros, en las especies permitidas para la pesca, caza y recolección de alimentos. Su estructura social no es clasista, se produce para vivir y no se lucra con el trabajo. Viven en un sistema de producción y consumo comunitario. Los fines colectivos son superiores a los privados.

La experiencia sociocultural indígena en la relación armoniosa sociedad-naturaleza permitió el desarrollo rápido de técnicas agrícolas, delimitó territorios, vida gregaria, urbana, mecanismos de control político, usos de la tierra, el agua y los recursos naturales, de manera racional. Su economía parte del reconocimiento de los principios ecológicos, su actitud hacia la naturaleza se basa en procesos de observación, experimentación y respeto, al incorporar el factor ecológico en la preservación del capital originario: la naturaleza. Esta se basaba en un aprovechamiento racional de la naturaleza, preservándola con prácticas de policultivos en el entorno natural, para que haya más biodiversidad.

PROBLEMÁTICA INDÍGENA ACTUAL

Actualmente las comunidades indígenas se encuentran en una situación muy difícil, pasan de ser comunidades cerradas, con estructuras clánicas familiares y economías de subsistencia a

comunidades abiertas, muy expuestas a influencias externas, que estimulan procesos de ruralización (malas condiciones de vida). O sea, se da una introducción violenta y negativa al mercado agrícola, con desarraigo de sus propios valores e intereses, proceso que se ha acelerado con la "globalización neoliberal". Sus valores y tradiciones van desapareciendo, producto del proceso sistemático de aculturación directa de la escuela, la Iglesia, el sistema jurídico legal oficial y los medios de comunicación, que alteran su modo de vida. La influencia del mercado "occidental" (capitalismo dependiente), ha generado una actitud de menosprecio hacia el trabajo agrícola, causando una disminución de dicha actividad. Cada día hay más influencia externa, que afecta su vida cotidiana, basada en el trabajo conjunto y cooperativo. Se hace más individualista, orientado a la obtención de dinero y compra de productos de consumo, estimulando en los jóvenes un éxodo hacia la ciudad, quienes prefieren aprender otra lengua y cultura, en detrimento de sus tradiciones, su vida, identidad y futuro.

Estos grupos etnoculturales, con sus formas de vida y agroproducción, ven amenazada su integridad cultural y territorial, por el sistema de desarrollo antinatural, las políticas oficiales e intereses de grupos dominantes internos y las transnacionales. La pérdida de la economía de subsistencia y la creatividad cultural de estas comunidades, genera una decadencia en las raíces e identidad rural y provoca una vulnerabilidad en sus formas de vida, reflejadas en alcoholismo, drogas y delincuencia.

Sin embargo, lo sociocultural se encuentra en la forma de reconstruir el daño ecológico ocasionado, de administrar el patrimonio y el respeto a los equilibrios biológicos. Los grupos indígenas deben tener autonomía política dentro de sus tierras, como parte del desarrollo social y continuar con su visión del mundo natural, como pueblo autónomo que maneje su medio ambiente, combinando sus conocimientos populares, con las técnicas modernas, para reforzar la armonía con la naturaleza.

Conclusión

El estilo de vida indígena, con su economía de producción simple o de subsistencia de las comunidades indígenas y sus prácticas económico-culturales, es una actividad que no altera el medio ambiente y merece ser fortalecida. Por eso, se debe respetar su cultura, enmarcada en el rescate de su lengua, costumbres y formas de agroproducción sostenible. La agricultura ecológica indígena es un principio ambiental simple, que regenera los recursos agrícolas y rescata el conocimiento sobre el medio ambiente y sirve a las necesidades reales de la población rural nacional. Al ser un sistema alternativo, trata la comprensión de predios pequeños y grandes, para el desarrollo de una tecnología agrícola regenerativa de bajos insumos, que requiere la participación colectiva e individual, según las necesidades de las comunidades rurales.

Lo importante es desarrollar una alternativa de desarrollo socioeconómico, sobre la base del rescate de viejas prácticas agrícolas de subsistencia indígena, que contribuyan al desarrollo de la defensa del entorno ambiental. Además, de disminuir los problemas sociales en el agro y elevar el nivel de vida rural, como alternativas de vida racional.

Bibliografía

- ALLAN, E.; Barrantes, U.; Soto, A y Agüero, R. (1995) *Manejo de malezas en agroecosistemas tropicales*. ITCR, Cartago.
- ALTIERI, M. (1993) *Agroecología: bases científicas de la Agricultura Sostenible*. CEPAL, Chile.
- Asociación de pueblos indios de Costa Rica. Boletín 9-10-90.
- BERTALANFFY, L.VON. (1976) *Teoría General de Sistemas*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Carta Pastoral del Obispo y Presbíteros del Vicariato Apostólico de Limón (1992, 1996), San José, C.R.
- Carta Pastoral TIERRA MADRE (1994), San José, C.R.
- Cuidando los Regalos de Dios. Testimonios de la Reserva Indígena de Cocles*. (1988) Editorial UCR.
- DELEAGE, J.P. (1993) *Historia de la Ecología*. Icaria editorial. Barcelona.
- DIERCHSENS, U. (1983) *Formaciones precapitalistas*, México, Ed. Nuestro Tiempo. Cap.II "La aparición del excedente".
- Hacia una Centroamérica Verde* (1990). Editorial DEI, San José.
- HETCH, S. (1991). *La Evolución del Pensamiento Agroecológico*. IN: Agroecología y Desarrollo. CLADES. Santiago, Chile.
- HOBBLINK, H. (1992) *Agroecología y Biotecnología. La diversidad biológica y la biotecnología agrícola ¿conservación o accesos a los recursos?* IN: Pobreza, Desarrollo y Medio Ambiente. Intermón, España.
- LEFF, E. (1986) *Ecología y capital: hacia una perspectiva ambiental del desarrollo*, Editorial UNAM, México.
- LUTZENBERGER, J. (1978) *Manifiesto ecológico*, Mérida, Universidad de los Andes.
- MARTÍNEZ, A.J. (1995) *Principios de la economía ecológica*. Madrid.
- MIREL, F. (1990) *El Discurso de la Naturaleza ecológica y política en América Latina*, Editorial DEI, Costa Rica.
- RICHTER, J.E. (1995) *Manejo del uso de la tierra en América Central. Hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra*. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. IICA.
- RODRIGUEZ, N.H. (1989) *Tecnología agrícola adecuada. Seminario de Agricultura Orgánica*, Turrialba.
- SAHLINS, M. (1983) *Economía de la Edad de Piedra* Akal Ed. Madrid.

REENCUENTRO DE CULTURAS: LA HISTORIA AMBIENTAL Y LAS CIENCIAS AMBIENTALES

Donald Worster¹

En 1959, el físico y novelista inglés C. P. Snow describió la vida académica moderna dividida en "dos culturas", la de los intelectuales humanistas y la de los científicos. "Entre ambos", escribió, se extiende "un golfo de mutua incompreensión... Cada uno tiene una imagen curiosamente distorsionada del otro. Sus actitudes son tan diferentes que, incluso en el nivel de las emociones, les resulta imposible encontrar mucho terreno común."² Así, los humanistas le parecían seres pesimistas con respecto a la condición humana, que le daban la espalda a su tiempo y buscaban refugio en su intimidad o en el pasado distante, mientras los científicos le parecían de un optimismo superficial, y de una indiferencia a los libros y la tradición que no se hacía extensiva hacia quienes detentaban el poder.

Es posible que esta descripción no sea enteramente válida hoy —cuando existen, por ejemplo, muchos científicos pesimistas—, pero la brecha cultural que Snow percibió treinta años atrás parece seguir siendo un hecho de la vida intelectual en muchas partes del planeta. Y, en la ribera de ese golfo

que ocupan las humanidades, se encuentran no sólo intelectuales humanistas, sino además historiadores como el que escribe, observando con cautela a los científicos al tiempo que envidian el dinero de que disponen.

Snow creía que las dos culturas necesitaban encontrar un terreno común, y propuso uno: entender y desarrollar a las naciones pobres del mundo, que ya en 1959 mostraban signos de descomposición interna, y se iban quedando a la zaga de las naciones ricas. Creo que algo parecido a esa solución ha venido a convertirse en una realidad, en la medida en que los científicos —los de las ciencias básicas como los de las aplicadas, los de las naturales como los de las sociales—, han descubierto la pobreza global, y le han prestado mucha más atención a las disparidades de la riqueza, al estímulo a la innovación técnica, y la necesidad de un entrenamiento y una educación modernos en las naciones más pobres, y en la medida en que historiadores y humanistas han ampliado su perspectiva hacia la gente de color, han intentado encarar los desafíos éticos del racismo, el clasismo y el sexismo, y han llegado a ver el valor de las tradiciones culturales existentes fuera del hemisferio Norte.

Es evidente que no hemos eliminado la brecha entre los ricos y los pobres, y que ni siquiera hemos tenido éxito en nuestros intentos de hacerla más estrecha en muchas partes del mundo —un

resultado muy descorazonador. Sin embargo, viendo las cosas bajo una luz más positiva, hemos logrado progresos en la tarea de entender los problemas sociales del mundo, y lo hemos hecho juntos, como lo hubiera querido Snow. Ahora, en esta década final del siglo, que algunos han empezado a llamar la década ambiental, tenemos la oportunidad de descubrir un nuevo terreno común entre las dos culturas. La oportunidad proviene de la crisis ambiental que afecta al planeta, que abarca desde las aguas contaminadas de los países industrializados hasta las riberas del Amazonas, el Nilo y el Mekong.

La crisis involucra dos elementos. El primero, y más serio, consiste en la muerte inminente de millones de especies de plantas y animales, y de miles de ecosistemas, revirtiéndose así los logros obtenidos en eones de evolución. El segundo elemento consiste en la creciente amenaza a la seguridad de las culturas humanas, presente en la medida en que virtualmente todas las sociedades se ven obligadas a enfrentar el dilema de cuánto tiempo podrán sostenerse en un medio ambiente degradado y agotado.

Esta jerarquía de los elementos de la crisis responde al hecho de que es más fácil inventar nuevas tecnologías, nuevas organizaciones e instituciones sociales, o nuevos valores, que crear nuevas especies o ecosistemas. Aun así, debemos reconocer que la pérdida

1. "The Two Cultures Revisited: Environmental History and the Environmental Sciences", en *Environmental and History* 2 (1996), 3-14, The White Horse Press, Cambridge, UK. Traducción de Guillermo Castro H.

2. C.P. Snow: *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. New York: Cambridge University Press, 1963, pp. 4-5.

de antiguos modos de vida puede resultar muy dura para quienes no logran adaptarse a los resultados de esa transformación. Científicos e historiadores —de hecho, académicos de todas las disciplinas universitarias— empiezan a acercarse entre sí ante esta situación, y van abriendo puertas en las murallas de especialización que nos separan.

No hacemos esto solamente en aras de nuestro desarrollo intelectual, o para avanzar en nuestras carreras, sino también por una razón moral: el bien de la Tierra y de todos los seres vivos que la habitan. Esta preocupación, sin embargo, debe recorrer todavía un largo camino antes de generalizarse, y antes de que logremos unir realmente las dos culturas. Muchos de mis colegas historiadores, por ejemplo, siguen construyendo murallas en torno a su trabajo, e intentan vivir al margen de los acontecimientos mundiales.

En efecto, pese a treinta o cuarenta años de debate público en torno a los problemas del medio ambiente, siguen siendo muy escasos los manuales de historia de los Estados Unidos que intentan recordarle a los estudiantes el contexto ambiental de nuestro desarrollo como nación: los densos bosques de pino, por ejemplo, que algunas vez se extendieron desde Maine hasta Minnesota, donde los norteamericanos cortaron la madera para construir millones de casas en Boston, Detroit, Chicago, San Luis y Kansas City. Los manuales, en efecto, no suelen transmitir ni siquiera un atisbo de la intensa y vital interacción con la tierra —con todos sus organismos y microorganismos, con recursos naturales tales como el suelo y el agua—, que ha venido ocurriendo a lo largo del tiempo. Con ello, la historia de los Estados Unidos que suelen encontrar los estudiantes sigue pareciéndose mucho a los supermercados desodorizados, iluminados con neón y envueltos en polietileno, donde uno empuja un carrito a lo largo de las estanterías una vez a la semana, sin verse nunca motivado a pensar acerca del lugar de origen de la leche y el pan de la que se han nutrido nues-

tros héroes y villanos, nuestra política, nuestro orden social, e incluso —y quizás sobre todo— nuestra vida económica. Por lo general, presentamos una visión del pasado que estimula la irresponsabilidad en el presente.

Esta continua indiferencia, esta irresponsabilidad, puede ser atribuida en parte a la urbanización de la vida moderna, que ha impuesto una distancia tan grande entre la gente y la tierra. Sin embargo, creo que otra fuente importante se encuentra en la forma en que organizamos nuestra vida académica. En efecto, nunca se ha esperado de los historiadores que se ocupen de la naturaleza, ni siquiera de las imágenes de los pintores paisajistas, de la política del ambientalismo, o de los cambiantes modelos de las ciencias naturales.

En algún lugar, según parece, un gran legislador escribió en una estela de roca que los ciclos del agua, la deforestación, las poblaciones animales, y las ganancias y pérdidas de nutrientes de los suelos, son temas reservados a la Ciencia, y que la Historia debe confinarse a las tarifas, las negociaciones diplomáticas, los conflictos obrero-patronales, la raza y el género. Se supone que la ciencia se ocupe de la naturaleza. Los científicos tienen incluso una revista, *Nature*, que proclama ese hecho en su título. La Historia, por su parte, debe ocuparse del Pueblo, la Sociedad y la Cultura.

Si bien nadie sabe con certeza cuál fue el gran legislador que decretó este reparto del mundo, el principal sospechoso es René Descartes, quien a mediados del siglo XVII anunció que el mundo está dividido en dos fuerzas opuestas, la mente enfrentada a la materia. Una consecuencia de este anuncio fue que los científicos se hicieran cargo del estudio de la materia, dejando la mente a los humanistas. Otros han señalado el debate —mucho más antiguo —entre Demócrito y Lucrecio, por un lado, y Platón por el otro, en torno a la primacía de la materia o de la mente en el orden de las cosas. Y

otros más plantean la necesidad de que nos remontemos en el pasado hasta más allá del origen de la civilización Occidental dualista, en busca de una tendencia humana, aún más profunda, que impulsa a dividir el mundo en oposiciones binarias.³

Cualesquiera sean los orígenes de esta división, aún sufrimos las consecuencias de un rígido conjunto de categorías que nos aparta a unos de otros en la vida académica. La naturaleza es ubicada en un lugar distinto al que se asigna a la cultura. El orden material y el espiritual se ven situados en sitios diferentes. El dominio de los datos objetivos resulta estrictamente separado del que ocupan la subjetividad, el sentimiento y los valores. Esta división ha logrado balcanizar nuestros departamentos universitarios, nuestras profesiones, nuestras lealtades intelectuales e incluso nuestros lenguajes académicos. Me resulta difícil expresar de manera adecuada el enorme daño que esta balcanización le ha ocasionado tanto a nuestra vida moral e intelectual, como al mundo natural.

Sin embargo, podemos abrir una pequeña brecha a través de la muralla mediante la historia ambiental, cuyo propósito fundamental consiste en traer a la naturaleza de regreso a los estudios históricos. Dicho de manera más elaborada, se trata de explorar las vías a través de las cuales el mundo biofísico ha influido en el curso de la historia humana, así como aquellas mediante las cuales las personas han reflexionado acerca de su entorno natural. Los estudiosos de la historia ambiental incluyen tanto científicos como historiadores. Todos ellos buscan un terreno

3. Debo agradecer los aportes de Neil L. Jamieson y George W. Lovelace respecto a esta división sociedad-naturaleza, en su trabajo "Cultural Values and Human Ecology: Some Initial Considerations", publicado en Hutterer, Karl L.; Rambo, A. Terry y Lovelace, George (eds): *Cultural Values and Human Ecology in Southeast Asia*. University of Michigan. No. 27 (Ann Arbor: University of Michigan Press, 1985), pp.27-54, así como los de Alice E. Ingerson en su ensayo inédito "Some Practical Effects and Radical Uses of the Nature/Culture Dichotomy."

común en este nuevo campo, y todos ellos también, probablemente, están por demás conscientes de lo mucho que siempre nos dividirá en nuestra indagación.

En los Estados Unidos, a lo largo de las últimas dos décadas, la historia ambiental ha consistido esencialmente en un estudio de la conservación de la naturaleza, en lo teórico como en la práctica, o del fracaso de la conservación, y de las relaciones de la conservación con otras ideas, como el desarrollo, la economía del *laissez-faire*, y la propiedad privada. En fecha más reciente, el campo ha sido ampliado, para incluir la reorganización de la naturaleza que ha estado en marcha durante largo tiempo, y que ahora se acelera en todas partes.

La primera de estas líneas de investigación no ha exigido a los historiadores ambientales la creación de ninguna nueva metodología: para el estudio de la conservación, los historiadores han podido utilizar sus habilidades tradicionales en la interpretación de documentos, analizando la historia de las ideas, de la política y de la economía de la vieja manera usual, aunque con nuevas preguntas en mente. Sin embargo, cuando empezamos a movernos hacia la segunda línea, descubrimos la necesidad del auxilio de los científicos. Estos, en efecto, se convierten en aliados esenciales, integrantes de un círculo intelectual que debemos penetrar y comprender.

De este modo, los historiadores ambientales han empezado a leer libros y documentos escritos por científicos en campos como la ecología, la geografía física, la química de los suelos, la climatología, la genética vegetal, la parasitología, la biología de la reproducción, y la hidrología subterránea. En un trabajo reciente de un historiador, encontré referencias a las siguientes publicaciones científicas: *Annual Review of Ecology and Systematics*; *Science*; *BioScience*; *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, y

Proceedings of the California Academy of Sciences.⁴

Según parece, para hacer historia ambiental realmente buena, uno debe tener alguna familiaridad con —sí no un dominio avanzado de— más campos de conocimiento de lo que muchos científicos se animan a adquirir. Ese requisito debe resultar intimidatorio para un historiador que alguna vez pensó que debía dominar un arte relativamente sencillo, salvo por aquellos exámenes de lenguas extranjeras, pero que ahora descubre que necesita saber cómo analizar, por ejemplo, el registro de la concentración de metano en la atmósfera a partir de mediciones de aire atrapado en un núcleo de hielo de la Antártida.⁵

Una nueva puerta empieza a abrirse, pero ¿hacia dónde conduce? Probablemente, en mi opinión, nos lleva a una visión del pasado humano que no se parece a nada que pueda ser encontrado en los libros de historia usuales. Conduce hacia un pasado de perspectiva más amplia que cualquiera de nuestros territorios nacionales, que hace suyos continentes enteros, aun la Tierra misma; un pasado más antiguo que la Constitución de los Estados Unidos, o que la Carta Magna, o que las pirámides, incluso; tan antiguo como las especies mismas y, al propio tiempo, tan reciente como el automóvil, o los aerosoles, o el efecto invernadero.

Antes de trazar al menos unos rasgos de esa visión nueva, quisiera reconocer otro tipo de ayuda, más básico, que los científicos han brindado al campo de la historia ambiental. En el más fundamental de los sentidos, ese campo no existiría siquiera de no ser por el liderazgo moral de muchos científicos que han estado en la vanguardia del descubrimiento de la crisis en nuestra relación con el mundo natural, un descu-

brimiento que se inició —al menos en los Estados Unidos— con la publicación en 1962 del libro *La Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, seguido por las advertencias de científicos como Paul Ehrlich y Barry Commoner, entre otros.

En esta nueva perspectiva histórica, estamos empezando a concebir otra vez el pasado como una serie de intercambios ecológicos que han tenido lugar entre las comunidades humanas y sus entornos —el mundo material, y real, de objetos que no hemos inventado, pero que inciden constantemente sobre nuestra vida cultural. Como lo escribiera Lewis Mumford en una ocasión, “todo pensamiento que merezca ese nombre debe ser ahora ecológico, en el sentido de apreciar y utilizar la complejidad orgánica, y en adaptar todo cambio no ya solamente a las necesidades del hombre, o de cualquier generación por separado, sino a las de todos sus asociados orgánicos y a las de cada parte de su hábitat.”⁶ Me gusta pensar que ése es precisamente el tema central de la nueva historia ambiental, “un pensamiento que merece ser llamado así”, un pensamiento que ubica a la gente en su plena complejidad orgánica, y enseña a ser responsable con respecto a todos nuestros asociados en la Tierra.

Además de aprender a utilizar una amplia perspectiva ecológica, los historiadores de lo ambiental, con la ayuda de científicos, han empezado a percibir la profunda influencia de la historia de los cambios del clima sobre el pasado. Ha sido apenas en los últimos años que ha sido posible reunir datos razonablemente completos acerca de la evolución histórica de las temperaturas y las precipitaciones en muchas partes del mundo. Ahora sabemos, por ejemplo, que entre 1550 y 1700 las temperaturas en Europa Occidental fueron inusualmente frías, y que el clima era muy inestable, lo que dio lugar a una crisis de

4. Mc Evoy, Artur F.: *The Fisherman's Problem: Ecology and Law in the California Fisheries 1850-1980*. New York: Cambridge, University Press, 1986.

5. Por ejemplo: Graedel, F.E., y Crutzen, P.J.: “Atmospheric True Constituents”, en Turner II, B.L. et al (eds.): *The Earth as Transformed by human Action*. Cambridge: University Press, 1990.

6. Mumford, Lewis: *The Pentagon of Power*. New York: Harcourt, Brace, Jovanovich, 1970.

subsistencias cuyos efectos sociales y económicos de largo plazo aún no comprendemos del todo.⁷

Los historiadores han empezado a examinar también nuevos datos relativos a China, y a preguntarse cuál podría haber sido la relación entre los ciclos de lluvia y de sequía, y el ascenso y la expansión de los pueblos de las estepas de Asia Central.⁸ Otras evidencias recientes sugieren un papel del clima en la declinación de la civilización maya en América Central. Y, retrocediendo mucho más en el tiempo, nos encontramos con nuevas razones para pensar que la agricultura —que implica la transformación de hierbas silvestres anuales en cereales domesticados— podría haberse iniciado al Sur del Levante hace unos 12,000 años, bajo la presión simultánea de la sequía, altas temperaturas, sobrepoblación y sobreexplotación de los recursos naturales.⁹ El estudio de los climas del pasado depende de métodos científicos, pero ya no es preocupación exclusiva de los científicos.

Los historiadores ambientales han aprendido también la importancia de la escasez o la abundancia de los recursos naturales, en particular los energéticos, en la creación y la destrucción de sociedades. Corresponde a los científicos y los ingenieros el crédito por haber llamado nuestra atención sobre estos recursos, y por recor-

darnos lo profundo de las consecuencias sociales que pueden derivarse de su agotamiento.

La primera gran crisis energética de la historia no fue la ocasionada por el embargo petrolero de 1973, sino otra, muy anterior, derivada del agotamiento de los bosques, y no ocurrió una sola vez, sino muchas, y en muchos lugares. Una crisis de ese tipo estaba formándose en la Inglaterra del siglo XVI, lo que forzó a los ingleses a recurrir al sucio y maloliente carbón para no helarse durante el invierno. Cualquier caballero inglés hubiera preferido ver un tronco de roble en su chimenea, antes que una paletada de carbón, pero la gran mayoría tenía pocas opciones ante un paisaje severamente deforestado y convertido en pastizales para ovejas.¹⁰ De igual modo, los chinos agotaron sus reservas forestales y atravesaron por un período de estrechez energética entre el 1400 y el 1800 d.c., mucho antes de que existiera la OPEP. Durante ese tiempo, se vieron forzados a quemar juncos y construir con bambú.¹¹

Las consecuencias de la transición de la madera a los combustibles fósiles han tenido un alcance mayor de lo que antes pensábamos: incluyen cambios de orden tecnológico, laboral, político e institucional y, por supuesto, en la calidad de la atmósfera y en la salud humana. En lo positivo, la explotación del carbón de piedra contribuyó a crear una riqueza sin precedentes en la experiencia humana. A principios del siglo XIX, de acuerdo a R. P. Siederle, "toda la superficie de Inglaterra hubiera tenido que ser plantada de árboles con el propósito de producir energía, de no haber sido por la existencia de carbón. En cambio, tras abrir sus minas de carbón, los ingleses

podieron dedicar el resto de sus tierras a elegantes propiedades rurales, importantes cultivos de alimentos, y una hilera tras otra de viviendas para trabajadores".¹² Esas viviendas para trabajadores, por otro lado, deberían recordarnos que con la nueva riqueza surgió también un nuevo tipo de deterioro ambiental, que afectó especialmente al creciente número de gente pobre. Parte de ese deterioro consistió en lo que hoy llamamos contaminación, aunque ésta ha estado presente desde el advenimiento de los combustibles fósiles y los procedimientos de minería modernos.

En ningún otro lugar ha sido tan mortífero el impacto de la contaminación como en la Europa del siglo pasado. En la ciudad alemana de Freiberg, por ejemplo, las emisiones industriales llegaron a ser tan nocivas en la década de 1840 que en el área no era posible encontrar "siquiera una hoja de hierba verde", y los techos "estaban cubiertos con sedimento proveniente del humo venenoso". Aun ciudades de desarrollo industrial relativamente limitado, como York, en Inglaterra, se vieron afectadas por el hollín que penetraba por las ventanas abiertas, arruinando las ropas y el mobiliario, y obligando a los ricos a malvender sus casas para mudarse hacia el aire más limpio del campo.¹³ La labor de investigación de los científicos —químicos, y otros— sobre la contaminación del agua y el aire en nuestros días está contribuyendo a que los historiadores ambientales comprendan los efectos sociales y ecológicos de la contaminación en el pasado, aunque será necesaria una mayor cooperación entre las dos culturas para llegar a saber si el aire se ha hecho mejor o peor desde los comienzos de la era industrial.

7. Appleby, Andrew: "Epidemics and Famine in the Little Ice Age", en Rotberg, Robert E. y Rabb, Theodore K. (eds.): *Climate and History: Studies in Interdisciplinary History*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1981; Grove, Jean M.: *The Little Ice Age*. London: Methuen, 1988. Los estudios pioneros en este campo fueron los de Lamb, H.H.: *Climate: Present Past and Future*. London: Methuen, 1972, y Le Roy Ladurie, Emmanuel: *Times of Feast, Times of Famine: A History of Climate since the year 1000*. Trad. Barbara Bay. London: Allen and Unwin, 1972.

8. Véase Gumilev, N.L.: *Searches for an Imaginary Kingdom: The Legend of the Kingdom of Prester John*. Trad. R. E. Smith. Cambridge University Press, 1988.

9. McCarrison, Joy y Hole, Frank: "The Ecology of Seasonal Stress and the Origins of Agriculture in the Near East", en *American Anthropology*, 93, March 1991.

10. Nef, John U.: "An Early Energy Crisis and Its Consequences", en *Scientific American*, 237, 1977; Wilkinson, Richard: *Poverty and Progress: An Ecological Perspective on Economic Development*. New York, Praeger, 1973, Cap. IV; Simmons, I.G.: *Changing the Face of the Earth: Culture, Environment, History*. Oxford, Basil Blackwell, 1989, pp.296-306.

11. Smil, Vaclav: *The Bad Earth: Environmental Degradation in China*. New York: Sharpe, 1984, Sección 2.

12. Siederle, R.P.: "The Energy System —A Basic Concept of Environmental History". En Brimblecombe P. y Pfister, C. (eds.): *The Silent Countdown: Essays in European Environmental History*. Berlin and Heidelberg: Springer-Verlag, 1990, pp. 14-15.

13. Schramm, E.: "Experts in the Smelter Smoke Debate". En Brimblecombe y Pfister, cit., p. 197; Brimblecombe, P. y Bowler, C.: "Air Pollution in York, 1850-1900", *ibid.*, p. 183.

El impacto de la tecnología sobre el ambiente natural, como podemos verlo hoy, es muy anterior a los hidrocarburos clorinados y otros pesticidas a que se refería Rachel Carson, quizás incluso más allá de las ciudades industriales de la Inglaterra victoriana. La tecnología siempre ha acompañado a los humanos, y ha venido reorganizando la naturaleza a lo largo de todo ese período de evolución social. Sin importar hasta dónde nos remontemos, siempre resulta difícil determinar con precisión dónde comienza la tecnología y dónde concluye su influencia sobre el paisaje.

Así, por ejemplo, gracias a la labor de un grupo de ecólogos que han venido estudiando el papel del fuego en los ecosistemas hoy podemos entender que muchos de los paisajes que solemos llamar "prístinos" —como las praderas de hierbas altas de América del Norte— constituyen en realidad el resultado de incendios que corren a lo largo y ancho de la tierra desde tiempos inmemoriales. La pregunta —aún sin resolver, y quizás insoluble— que surge de ese descubrimiento consiste en saber cuántos de esos incendios fueron iniciados por seres humanos, bien de manera deliberada para manipular el medio ambiente, bien por accidente, y cuántos fueron obra de la naturaleza. Esta es una reorganización de la naturaleza de la que suelen escasear las evidencias sólidas, y en torno a la cual existen interpretaciones que van desde quienes ven la fiera mano de tribus aborígenes en cada paisaje, hasta quienes están seguros de que la mayoría de los incendios fueron causados por relámpagos.

En cualquier caso, los historiadores se han unido a los científicos para plantear preguntas tales como la de por qué es Australia la tierra de los eucaliptos, un género de plantas resistente al fuego. ¿Qué papel desempeñaron en ese predominio ecológico los aborígenes que penetraron en el continente desde el Sudeste de Asia hace entre 40 mil y 55 mil años, si es que desempeñaron algún papel? Los presidiarios ingleses que llegaron a Botany Bay en 1788, ¿se

encontraron con una tierra "hecha por las manos de Dios", o con una hecha por la de los aborígenes?¹⁴ Sería posible examinar la obra realizada por los historiadores ambientales en torno a la enfermedad y la diseminación de microorganismos, a la demografía y la fecundidad humanas, y al impacto ecológico en ultramar de la conquista europea, o presentar su labor acerca de los cambiantes paisajes en los bosques de Finlandia, en la llanura del Ganges, la cuenca del Mediterráneo, y demás.

El hecho fundamental, sin embargo, consiste en que las ciencias naturales —en particular aquellas de orientación ambiental, como la ecología y la climatología— han abierto a los historiadores una agenda de investigación nueva y vasta, de enorme relevancia para nuestros problemas globales del presente. Existen nuevas metodologías que los historiadores deben comprender, aun cuando no las utilicen directamente. En particular, la ciencia puede ayudar a los historiadores a ver más allá del campo de la cultura, para apreciar el significado de las fuerzas, procesos y seres materiales autónomos a las que llamamos "naturaleza". Habiendo aprendido a trascender el dominio de la cultura humana, veremos el pasado bajo una más completa y realista.

Sería un error, sin embargo, suponer que los historiadores ambientales aspiran simplemente a convertirse en pupilos de los científicos del medio ambiente, o en sus asistentes, dedicados a buscar en los archivos documentos que complementen sus datos científicos. Por el contrario, los historiadores aspiramos a ver una convergencia entre modalidades de pensamiento divididas desde hace mucho tiempo, que genere un diálogo genuino y una actitud nueva y abierta en todas las disciplinas. Por ahora, a partir de nuestra breve experiencia con la conversación que ya

ha tenido lugar, los historiadores hemos llegado a la conclusión de que los científicos necesitan absorber algunas lecciones y presupuestos metodológicos de nuestro campo.

En primer lugar, los científicos deben reconocer —como muchos han empezado a hacerlo— que la naturaleza que describen en sus libros de texto con frecuencia tiene un aspecto irreal y arbitrario a los ojos del historiador. De manera característica, esa descripción de la naturaleza carece de toda conexión con la historia humana y todas sus contingencias, accidentes, ciclos, ideas y fuerzas sociales. Con demasiada frecuencia, la ciencia parece ignorar el hecho de que los humanos han venido interactuando con la naturaleza durante un largo período de tiempo, de al menos dos millones de años —hay quienes dirían cuatro millones— y que, en este sentido, lo que entendemos por naturaleza es, en alguna medida, un resultado de la historia.

Esta idea dista mucho de ser novedosa, incluso entre los científicos, que desde el siglo XVIII han venido convirtiéndose lentamente en un tipo peculiar de historiadores. Georges-Louis Leclerc, el Conde de Buffon, por ejemplo, tenía el interés por la historia necesario para intentar la descripción de las siete grandes épocas de la Tierra, desde el momento de la creación divina hasta el presente.¹⁵

El geólogo James Hutton, de Edimburgo, que fundó la geología histórica en el mismo siglo, percibió que el paisaje que vemos en torno nuestro no ha tenido siempre el mismo aspecto, sino que ha atravesado por ciclos de decadencia y renovación. "La tierra", escribió, "como el cuerpo de un animal, se agota y se renueva a un mismo tiempo. Tiene un estado de crecimiento y aumento, y tiene otro de disminución y decaimiento. Este mundo, por tanto,

14. Véase por ejemplo Pine, Stephen J.: *Burning Bush: A Fire History of Australia*. New York: Henry Holt, 1991. La cita proviene de la página 82.

15. Buffon: "Des Epoques de la Nature" (1779), en *Oeuvres Completes de Buffon*. Paris: Pourrat Freres, 1838, Vol. I, pp. 479-569.

es así destruido en una parte, pero es renovado en otra".¹⁶

Sin bien estos ejemplos constituyen importantes anticipaciones de la conciencia histórica moderna, la ciencia tuvo que esperar hasta el siglo siguiente, con la entrada en escena del biólogo Charles Darwin, para aprender a ser fundamentalmente histórica en su apariencia. Tras la aparición del *Origen de las Especies* en 1859, la ciencia se vio profundamente historizada —no sólo en la biología, sino en casi todos sus campos—, en el sentido de que los fenómenos naturales empezaron a ser estudiados a lo largo del tiempo, mientras las llamadas leyes de la naturaleza pasaron a ser vistas más como observaciones históricas —muy semejantes a las observaciones del historiador social—, que como leyes que debían ser obedecidas, como las había visto Isaac Newton.

Hoy en día, los científicos reconocen regularmente que trabajan con percepciones arraigadas en momentos particulares, con acontecimientos indeterminados que podrían no repetirse —y mucho menos ser objeto de previsión— en el futuro. Sin embargo, pese a todo el proceso de historización que ha venido ocurriendo, hasta fecha reciente la ciencia ha tendido a permanecer intelectualmente aislada de la historia que la gente ha creado en el planeta. Los ecosistemas, por ejemplo, son descritos habitualmente en los libros de texto como conjuntos autocontenidos de plantas y animales que evolucionan a lo largo del tiempo, si bien en ausencia de cualquier tipo de gente, con lo que se ignora el hecho de que muchos de los ecosistemas del mundo también han sido desde hace mucho el hogar de los humanos.

Algunos de esos ecosistemas han sido alterados de manera profunda y visible por la presencia humana, en tanto que otros se han visto afectados de manera

mucho más sutil y difícil de identificar. Así, si bien es cierto que el viento ha dado forma al perfil del suelo del paisaje en que habito en la América del Norte, que los bisontes han tenido influencia en su vegetación y que los perros de la pradera han cavado agujeros por todas partes, no lo es menos que los humanos también han estado activos aquí durante largo tiempo. Los historiadores aspiran a que los científicos presten mayor atención al hecho de que el impacto de los humanos sobre el resto de la naturaleza ha sido siempre una posibilidad, y a que ese impacto ha venido incrementándose de manera exponencial en la era moderna debido a profundas razones materiales y culturales, hasta llegar a ser tan grande y poderoso como la bomba atómica.¹⁷

En segundo lugar, los historiadores esperan que los científicos reconozcan que sus ideas acerca de la naturaleza —incluyendo las teorías más complejas, en apariencia tan inmunes a las presiones de la vida cotidiana— son en alguna medida resultado de las culturas en que han surgido. Las ideas sobre la naturaleza tienen una historia, vinculada de manera inextricable a la historia de la cultura, sea económica, estética o política.

No podemos aislar nuestra percepción de la naturaleza en un casillero denominado "ciencia" y en otros denominados "literatura", "artes", "religión" o "filosofía", porque todos ellos fluyen juntos en una misma corriente de ideas y percepciones. Más aún, me parece dudoso que existan diferencias metodológicas realmente profundas entre ambas culturas en lo que se refiere a la aprehensión de la naturaleza: ambas declaran seguir las mismas reglas de razón, tolerancia, pensamiento crítico, amplitud de criterio y búsqueda de consenso, las cuales son más importantes que cualquier herramienta o

método de acopio de información en particular.

Los historiadores, al igual que los científicos, están plenamente conscientes de que los informes profesionales que leen en publicaciones especializadas tienen fecha de elaboración, aunque pueden reaccionar de manera diferente ante esas fechas. Para los científicos, las fechas parecen ser un indicador de la verdad: mientras más recientes sean los datos, más confiable resulta el documento. Los historiadores, sin embargo, no perciben necesariamente las fechas de esa manera, porque aspiramos a hacer de la fecha misma un objeto de análisis.

¿Qué veía en la naturaleza un ecólogo que escribiera en 1920, por ejemplo, y en qué medida era distinta su experiencia a la de un ecólogo o ecóloga que escribiera en 1990? ¿Tendría alguna importancia el hecho de que el primer ecólogo haya sido un norteamericano que escribía en la Primera Posguerra Mundial, que hubiera podido votar por Warren G. Harding para Presidente, que viviera en Nebraska y no en el Sur de Francia, que observara el paisaje a través del parabrisas de un Ford modelo T y no desde una carreta cubierta?

Los historiadores están entrenados para buscar una biografía personal detrás de cualquier idea, sin importar cuán objetivamente científica parezca, y para indagar sobre la influencia de la opinión contemporánea en el auge y la caída de las teorías científicas. Aun reconociendo que los científicos de nuestro tiempo se esfuerzan en proporcionarnos una visión de la naturaleza más confiable que la de sus predecesores, para los historiadores las ideas de otras épocas tienen un interés intrínseco, a menudo equivalente al de las ideas contemporáneas y, hasta donde sabemos, poseen también validez en sus propios términos.

Expresiones como ecosistema, nicho, competencia excluyente, biomasa, flujo de energía, tectónica de placas y caos son simplemente eso, expresio-

16. Hutton, James: *Theory of the Earth*. Edinburgh: Cadell, Devie, Creech 1795. Vol. II, p. 562.

17. Un ecólogo que ha empezado a estudiar el paisaje en tanto que resultado de la influencia humana es Norman Christensen, de la Universidad de Duke. Véase su ensayo "Landscape History and Ecological Change", en *Journal of Forest History*, 33 (July, 1989), pp. 116-125.

nes, y deben ser apreciadas como tales. Podemos esperar que designen hechos, pero sólo podemos estar absolutamente seguros de que son palabras, y como tales palabras son únicamente la representación de hechos. Este es un punto que, por sí mismo, merece una pausa en el diálogo entre las dos culturas.

Toda ciencia a la que se acerca el historiador ambiental se le presenta a través de un lenguaje que, como todos los lenguajes del mundo, está cargado de metáforas, figuras retóricas, estructuras ocultas de significado, visiones del mundo— en breve, está cargado de cultura. El historiador ambiental desea aprender ese lenguaje, sin importar cuán extraño le parezca en un principio, para utilizarlo en mejorar su comprensión del pasado humano. Sin embargo, en tanto que historiador entrenado en los modos de reflexión propios de las humanidades, donde el lenguaje mismo es un importante objeto de análisis, se ve obligado a insistir en que las palabras del científico sean sometidas a examen. Ellas son valiosas en sí mismas como expresiones de cultura, de convicciones éticas. No podemos asumir la ciencia al margen de su cultura, del dominio del significado, el valor y la ética.

En tercer lugar, los historiadores ambientales plantearían que los científicos los necesitan para dar respuesta a una gran pregunta que han sabido plantear a la conciencia pública, aunque carecen de la metodología o el tipo de experiencia necesaria para contestarla: ¿por qué nos encontramos en una situación de crisis con el ambiente global? Los científicos han descrito esa crisis con impresionante precisión, determinando por ejemplo dónde es generado el carbono que está ocasionando el efecto invernadero, aprendiendo a seguir su flujo de un hemisferio a otro, y a hacer mejor predicciones de sus efectos sobre las temperaturas y las lluvias a nivel regional. Pueden ubicar con asombrosa precisión las fuentes de ese carbono en los tubos de escape y las chimeneas de las sociedades industrializadas y automovilizadas.

Sin embargo, tras hacer todo eso, los científicos no pueden explicarnos *por qué* tenemos esas sociedades, o de dónde han surgido, o cuáles son las fuerzas morales que las han creado. No pueden explicar por qué los terratenientes ganaderos están talando y quemando la selva tropical húmeda del Brasil, o por qué el gobierno brasileño no ha sido capaz de detenerlos. No pueden explicar por qué los humanos empujaremos hacia la extinción a decenas de millones de especies durante los próximos veinte años, ni por qué esa perspectiva de holocausto ecológico sigue pareciendo irrelevante a la mayoría de los líderes del planeta. No pueden explicar por qué los países de Europa Oriental tienen problemas tan graves de contaminación, o por qué algunos economistas occidentales creen con tanto fervor que los incentivos de mercado resolverán por sí mismos todos los problemas.

Todos estos “por qué” tienen raíces en la cultura. No hago énfasis en ello para denigrar los logros de los científicos, sino apenas para recordar que las ciencias naturales no están en capacidad de ubicar por sí mismas las fuentes de la crisis que han identificado, porque esas fuentes no se encuentran en la naturaleza que los científicos estudian, sino en la *naturaleza humana* y, en particular, en la *cultura humana* a cuyo estudio se dedican los historiadores y otros humanistas.

La crisis global que enfrentamos hoy en día no tiene su origen en el funcionamiento de los ecosistemas en un estado de naturaleza, sino más bien en el modo en que funcionan nuestros sistemas éticos. Para enfrentar la crisis, sin duda, será necesario entender la reorganización que hemos hecho de la naturaleza de la manera más precisa posible. Sin embargo, y sobre todo, será necesario entender los sistemas éticos que han orientado esa reorganización, y utilizar ese conocimiento para reformarlos. Los historiadores, junto con los humanistas, antropólogos y filósofos, no pueden llevar a cabo esa reforma, por supuesto, pero sí están en ca-

pacidad de contribuir al conocimiento de las causas que la requieren.

Desde el punto de vista del historiador, las causas más importantes no radican en ninguna tecnología de producción o de cuidado de la salud en particular —el descubrimiento de la inoculación, por ejemplo, o el desarrollo de mejores arados y cultivos, o de la máquina de vapor, o del uso industrial del carbón, todas ellas consecuencias, más que causas. La causa radica más bien en la propia cultura moderna, en su visión del mundo que ha hecho a un lado mucho de lo que antes existía en materia de valores y percepciones.

Podemos designar a esta cultura moderna con un término sencillo —la visión del mundo propia del *materialismo*. Sin embargo, debemos ver en ella un fenómeno muy complejo, constituido por múltiples factores, económicos y científicos, tan interrelacionados e interdependientes que hasta el día de hoy los historiadores no han sido capaces de desentrañar por entero sus vínculos intelectuales.

El giro hacia el materialismo en la visión del mundo representó un cambio cultural tan importante como el ocurrido en lo que Karl Jaspers llamó el “Período Axial” de la historia humana, los siglos VI y V a.c., cuando surgieron por vez primera tantos de los grandes sistemas religiosos y filosóficos —el Confucianismo, el Budismo, los Pre-Socráticos en Grecia, los profetas del Viejo Testamento.¹⁸ Según lo veo, esta nueva visión del mundo —a la que podríamos llamar “PostAxial”— se expandió sobre Europa Occidental durante los siglos XVII y XVIII, tras un largo período de incubación, y se hizo manifiesta en las

18. Jaspers, Karl: *The Origin and Goal of History*. New Haven, Conn.: Yale University Press, 1959, pp. 1-21. Según Jaspers, el Período Axial se vio constituido por el florecimiento espiritual virtualmente simultáneo que tuvo lugar en tres centros muy distantes entre sí —China, la India y Occidente—, que dio lugar al reemplazo de la antigua mitología por la racionalidad, al surgimiento por vez primera de la filosofía especulativa, y a la formación de un contenido ético en la religión.

múltiples "revoluciones" que comprenden de la modernidad, incluyendo la Científica, la Industrial, la Capitalista, todas las cuales no eran más que manifestaciones superficiales de un cambio más fundamental en el pensamiento.

Así, en el centro mismo de la historia ambiental debe plantearse el estudio de la evolución de las visiones de mundo, un estudio tan importante –al menos– como el de la reorganización ocurrida en el paisaje. Para ese estudio de la historia de las ideas necesitamos enfáticamente a las humanidades, con toda su experiencia, sus métodos, y sus tradiciones.

Por esta vía, estamos abriendo una puerta en la muralla que separa a la naturaleza de la cultura, a la ciencia de la historia, a la materia de la idea. Con ello, sin embargo, no llegamos a un punto en el que desaparezcan todas las diferencias y todos los límites académicos, donde las categorías de naturaleza y cultura se vean completamente abolidas o subsumidas, sino a uno en el que estas distinciones son más permeables que antes.

Ahora resulta más difícil de lo que pensábamos aislar a la naturaleza de la cultura, y viceversa. Los dos campos se encuentran vinculados por lazos inagotables de intercambios, interacciones y significados, de modo que constantemente colapsan el uno sobre el otro. Intentamos hacerlos claramente distintos entre sí, y con buenas razones: necesitamos intentar situarnos fuera de la cultura con frecuencia, y reconocer –como lo señaló una vez Henry Thoreau– "nuestros propios límites transgredidos". Por otra parte, debemos tomar consciencia de que aquello que entendemos como naturaleza es un espejo ineludible que la cultura sostiene ante su medio ambiente, y en el que se refleja ella misma. La puerta que abrimos entre las dos culturas resulta ser así, finalmente, la de un pasaje que conduce a esta paradoja insoluble, que los humanos no podemos evadir.

Vivimos en un mundo material, y la naturaleza es la parte mayor –y la más compleja y maravillosa– de esa materialidad. Como historiador ambiental, deseo llamar la atención de mis colegas sobre ese mundo material, cualquiera sea su objeto inmediato de estudio: el ascen-

so y descenso de los precios, las políticas de los reyes y los primeros ministros, o las causas de la guerra. Deseo que vean que el mundo material de la naturaleza posee un orden racional, una estructura al menos parcialmente inteligible, y una historia que le es propia. Nosotros, los historiadores de todo tipo, necesitamos reconocer el significado de esa naturaleza autónoma, y debemos respetar sus armonías discordantes, su intrincada evolución.

Sin embargo, no podemos recaer por ello en el materialismo vulgar para explicar por qué se han comportado las sociedades como lo han hecho. Las comunidades humanas del pasado no han sido meros resultados del clima, o del suelo, la enfermedad, los ecosistemas, o de la abundancia o la escasez de recursos naturales. También han sido el resultado de ideas, sueños y de sistemas éticos. Y es en estos últimos, en su clara naturaleza cultural, donde radican las fuerzas que explican cómo y por qué nosotros, los humanos, hemos llegado a desencuentros tan dañinos con el resto de la naturaleza con tanta frecuencia en el pasado, y de manera tan generalizada en el presente.

LA NECESIDAD DE USO DEL MODELO ABSTRACTO EN EL DISEÑO DE BASES DE DATOS

MSc. Elzbieta Malinowski Gajda

Resumen

El diseño de bases de datos es un proceso necesario que permite visualizar todo el sistema sin preocuparse de sus detalles de implementación. Sin embargo, a veces los diseñadores guiados por las facilidades que ofrecen las herramientas de implementación, no consideran el modelo conceptual como algo importante. El presente artículo describe las necesidades y ventajas de un adecuado diseño conceptual de base de datos usando como ejemplo el modelo entidad-relación desarrollado para la base de datos de colecciones biológicas de anfibios y reptiles. Además, usando el mismo ejemplo de bases de datos se presenta su implementación por medio de las tablas relacionales.

Summary

The process of database design is necessary to visualize the entire system without implementation details. However, the designers with easy access to considering tools fail to consider the importance of a model. This paper describes the necessity and advantages of using the adequate conceptual modelling in databases using as an example an entity-relationship model developed for a biological system: a collection of amphibians and reptiles. The same example considered under the light of a relational approach.

INTRODUCCIÓN

Las bases de datos relacionales pasaron de ser una herramienta de uso sofisticado a una herramienta de uso común gracias a la popularización de los Sistemas de Manejo de Bases de Datos (Database Management System, DBMS) en computadoras personales y en ambiente Windows. Aunque el uso de estas herramientas parece igual de simple como el uso de procesadores de palabras u hojas electrónicas, existen características particulares en las bases de datos (BD) que deben ser consideradas antes de usar un DBMS. Especialmente en las bases de datos relacionales (BDR) la falta del previo entendimiento del diseño de BD puede llevar a problemas de insertar, modificar y borrar los datos por la existencia de la redundancia de datos necesaria para relacionar las tablas. Además, los usuarios de BD conforme las usan, solicitan su ampliación para atender nuevas consultas o guardar los datos no previstos al principio. Si no se considera estas posibilidades antes de implementar el sistema, las futuras modificaciones pueden obligar a desechar las aplicaciones existentes o provocar un trabajo adicional de adaptación de datos al nuevo sistema que sería: o más simple o no necesario, con un diseño e implementación adecuados.

En este artículo se describe la importancia del adecuado diseño de BD, usando como ejemplo el modelo abstracto de entidad-relación (ER). Ade-

más, se presenta un ejemplo de diseño desarrollado para la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica y se describen los pasos necesarios para pasarlo al modelo relacional en la tercera forma normal. También se describen posibles desventajas de ver este sistema en la forma de una simple tabla.

MOTIVACIÓN PARA USO DEL DISEÑO ABSTRACTO DE BASES DE DATOS

El diseño es una parte importante de cualquier desarrollo de sistemas de información [Yourdon, (1993)]. La preparación del profesional en las universidades desarrolla las habilidades y destrezas que son usadas en el proceso de análisis y diseño de diferentes tipos de sistemas. Sin embargo, la posibilidad de aprender a usar las herramientas de DBMS tipo Access, FoxPro, Paradox y otros, que tienen una agradable interfase para el usuario y costo relativamente bajo para ser adquirido por personas individuales, hace creer a los usuarios que implementar la base de datos es tan simple como escribir una carta con la diferencia que el resultado final son las tablas que forman BD. Además, como estos sistemas usan los lenguajes de cuarta generación, parecen fácil de implementar y consultar. También, la mayoría de las organizaciones o los diseñadores individuales no confían en las metodologías usadas para el desarrollo de sistemas. Además, se tiene una especie de "herencia" de

los años 60, cuando aparecían los primeros sistemas de BD, donde su diseño se confundía con la implementación. Sin embargo, ahora esta situación ha cambiado: el diseño de BD evolucionó de acuerdo con las evoluciones de las DBMS [Batini, (1994)].

Cuando no existe ningún diseño y se crea las tablas conforme el usuario las necesita o existe solo una tabla con todos los atributos, se impide la "evolución del esquema": el sistema es difícil de modificar y conforme pasa el tiempo se corre el peligro de tener que cambiar todo el diseño y, en consecuencia, también la implementación para satisfacer las necesidades crecientes. Además, la creación aleatoria de tablas puede dar problemas de inconsistencia de los datos, redundancia no controlada, dificultades en la recuperación del sistema después de las fallas, y otros [Elmasri, (1994)]. Como lo menciona Weldon [Weldon, (1997)] el proceso de diseño es muchas veces ignorado por las facilidades que se implementaron en los sistemas de DBMS en el nivel de microcomputadoras que permiten a un usuario no experto la creación y consultas de tablas relacionales. Sin embargo, como lo explica el antes mencionado autor, un sistema sin un previo diseño es muy costoso en mantenimiento, puede ser no normalizado y esto implica tener los problemas mencionados anteriormente. Aunque el proceso de diseño parece un proceso costoso en el tiempo (el usuario no ve los resultados inmediatamente), ayuda a mejorar el entendimiento del funcionamiento del sistema, sus características y evita cometer los errores en el nivel de implementación que pueden ser muy costosos en su futura corrección [Weldon, (1997)].

Si el sistema es simple y solo necesita tener una tabla, se podría obtener un buen resultado sin hacer ningún diseño. Sin embargo, una base de datos pequeña que solo tiene una tabla, podría ser implementada en una hoja electrónica, mejorando su tiempo de respuesta a aplicaciones específicas por ser una herramienta que enfatiza su traba-

jo en la memoria principal, no en los archivos.

En general, como las BD forman parte integral de los sistemas de información, su estructura necesita ser guardada en más que una tabla y, por ende, necesita ser diseñada [Sen, (1993)]. El diseño de base de datos tiene tres partes: diseño conceptual (abstracto), diseño lógico [Batini, (1994)] o de representación (implementación) [Elmasri, (1994)] y diseño físico.

Como se mencionó anteriormente, la disponibilidad de DBMS hizo que en muchos casos se enfatizara en el diseño lógico. Este diseño sería diferente, si se tiene a disposición una DBMS jerárquica, de redes (todavía existentes), relacional u orientada a objetos. Sin embargo, en realidad se está considerando el mismo sistema y en consecuencia el sistema debería ser igual sin depender de cuál DBMS se está usando. Si se concentra en el diseño conceptual, los detalles de implementación no tendrían ninguna importancia y el diseñador podría poner más atención al entendimiento de los requerimientos y restricciones del sistema.

En general un diseño conceptual puede ayudar en los siguientes aspectos [Batini, (1994)]:

- No es necesario preocuparse de los detalles, en consecuencia se puede tener la visión global del sistema.
- No tienen importancia los detalles de implementación, así no es necesario disponer de una DBMS para comenzar el proceso de diseño.
- Se tiene mejor entendimiento del sistema hasta por usuarios no expertos; así se facilita la comunicación entre el usuario y diseñador —elemento tan necesario en el proceso de análisis y diseño [Yourdon, (1993)]
- Es más fácil reflejar los cambios de requerimientos.
- Se logra más flexibilidad con respecto al crecimiento del sistema.

- Se tiene más claro el funcionamiento del sistema y, en consecuencia, su mantenimiento. Es importante recordar que según Sommerville [Sommerville, (1992)] el mantenimiento del sistema produce entre 65-75% de los gastos de su ciclo de vida.

Tomando en cuenta las consideraciones previamente explicadas, se desarrolló el modelo conceptual para manejo de las bases de datos de las colecciones biológicas de Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica en el proyecto de investigación titulado "Diseño e implementación de las bases de datos de las colecciones biológicas para las consultas interactivas en la red mundial "World Wide Web".

La idea general de este proyecto fue desarrollar un diseño e implementar una BD que permitiera acceso a diferentes tipos de datos que describen las características de las colecciones presentes en la Escuela de Biología, como lo son colecciones de peces, tortugas, insectos, anfibios y reptiles, hongos y otros. En el desarrollo de este artículo solo se describe el modelo de bases de datos biológicas para las colecciones de anfibios y reptiles gracias a información suministrada por el profesor de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, Federico Bolaños.

El modelo conceptual usado fue el modelo entidad-relación por ser un modelo más ampliamente conocido. Sin embargo, otros modelos, como los presentados por Tsichrtzis [Tsichrtzis, 1982] tienen la misma validez de ser usados.

MODELO ENTIDAD-RELACIÓN COMO UNA ABSTRACCIÓN DEL DISEÑO DE BASES DE DATOS

La presentación del modelo relacional hecha por Codd en 1970 [Codd, (1994)] tuvo un impacto enorme en los conceptos establecidos relacionados con BD. La mayoría de DBMS usaba en esa época el enfoque de redes o jerárquico y el enfoque relacional; como cualquier enfoque nuevo, encontró sus defensores

y atacantes. Las ventajas del modelo relacional eran tan obvias que este modelo se está usando desde entonces hasta la fecha [Silberschatz, (1994)].

Sin embargo, como este modelo es fuertemente dependiente del nivel de implementación, Chen en 1980 [Chen, (1994)] presentó un modelo abstracto llamado modelo entidad-relación (ER) que facilita el diseño sin preocuparse de los detalles de implementación. Este modelo nunca fue estandarizado y por esta razón existen diferencias poco significativas en la nomenclatura y representación gráfica usada [Korth, (1993), Elmasri, (1994), Date, (1995)]. En este artículo usaremos los siguientes componentes del modelo entidad-relación [Elmasri, (1994)]:

- Entidad: objeto que puede distinguirse de otros objetos del mundo real.
 - Débil: entidad que no tiene su propio atributo llave
 - Fuerte: entidad que posee su propio atributo llave
- Relación: conjunto de asociaciones entre varias entidades
- Atributo: propiedad particular que describe una entidad o relación
 - Simple: no es divisible
 - Compuesto: puede ser dividido en partes más pequeñas
 - Valor único: tiene un solo valor para una entidad específica
 - Multivalor: puede tener un conjunto de valores para la misma entidad
 - Derivado: puede ser determinado o derivado de otro atributo o entidad
 - Llave: atributo cuyos valores son distintos para cada entidad
- Restricciones estructurales:
 - Cardinalidades de mapeo: el número de entidades con las que puede asociarse otra entidad mediante una relación:
 - 1:1 -una entidad A puede asociarse solo con una entidad B y una entidad B puede asociarse con una entidad A,

18

- 1:N -una entidad A puede asociarse con una o más entidades B, pero una entidad B solo puede asociarse con una entidad A,
- N:1 -una entidad A puede asociarse solo con una entidad B, pero una entidad B puede asociarse con una o más entidades A,
- N:M -una entidad A puede asociarse con una o más entidades B y una entidad B puede asociarse con una o más entidades A.
- Participaciones: indicación de si todas las entidades participan en la relación.
- Parcial: no todas las entidades participan en la relación
- Total: todas las entidades participan en la relación.

Además, existen conceptos como especialización, generalización, agregación, dominio y otros que los lectores interesados pueden encontrar en diferentes libros [Korth, (1993), Elmasri, (1994)].

Por su simplicidad de entendimiento y aplicación este modelo y sus variaciones son comúnmente usados para el diseño conceptual de la bases de datos.

Para visualizar una aplicación práctica de este modelo a continuación se presentan las especificaciones del usuario y una primera etapa del modelo basada en estas especificaciones.

MODELO ENTIDAD-RELACIÓN PARA LA BASE DE DATOS DE ANFIBIOS Y REPTILES

Como se mencionó anteriormente, el diseño de cualquier sistema es un proceso complejo. Sin embargo, en el nivel de este artículo se pretende dar a conocer las ventajas de usar el modelo conceptual del diseño y, además, como se mencionó anteriormente, presentarlas por medio de un ejemplo.

Con el fin de ampliar un poco la parte del entendimiento del sistema, a continuación se presenta una parte de la in-

formación recopilada con respecto al manejo de colecciones biológicas de anfibios y reptiles.

- Aunque existe la división entre reino, filo, clase, orden, familia, género y especie, solo interesa guardar los datos a partir de familia.
- Cada familia se divide en géneros y cada género tiene especies.
- La misma especie puede tener diferentes números de catálogo por ser recolectada en diferentes lugares y fechas.
- Las especies pueden tener diferentes nombres usados.
- Los datos sobre las especies se necesitan acceder usando los diferentes nombres y tener la información de la fecha cuando se originó el cambio del nombre. Lo mismo se puede aplicar a la familia y al género.
- Cada especie tiene referencias bibliográficas.
- Por la falta de estandarización de los nombres de los lugares donde se recolectaron las especies, se requiere poder atender consultas relacionadas con un área específica señalándola en la pantalla sin la necesidad de referenciarla por nombre.
- La localidad es una descripción general del lugar de recolecta. Puede ser común para varias longitudes y latitudes.
- La especie puede ser recolectada en la misma localidad, pero con diferentes coordenadas, por ejemplo de elevación.
- Cada número de especie corresponde al número que se encuentra en el catálogo.
- Cada recolector tiene su número de identificación.

Además, los usuarios solicitaron en la primera parte las siguientes consultas:

- Búsquedas por número de catálogo, por fecha de la recolecta, por la localidad, por recolector, por especie, género y familia, por altura sobre el nivel del mar o profundidad en el río o en el mar.
- Distribución de una especie (o género) específica, es decir, indicar dónde en Costa Rica y en el mun-

do se puede encontrar una especie específica.

- Indicaciones de cuántas y cuáles especies de determinado género existen en Costa Rica y en el mundo.
- Información sobre cuántas y cuáles géneros de determinada familia existen en Costa Rica y en el mundo.
- Indicaciones de cuántas especies hay en una localidad específica.
- Consultas de cuáles especies son posibles de localizar, indicando

las características climáticas (temperatura, precipitación, altura sobre el nivel del mar).

- Información de cuándo se ha recolectado una determinada especie, género o familia.
- Indicaciones de qué nombres alternativos existen para una determinada especie.
- Consultas sobre cuándo y en qué bibliografía se menciona el cambio del nombre de la especie.

Basándose en la siguiente información se elaboró el modelo entidad-relación que se presenta en la figura #1.

Las etapas posteriores involucran el proceso de refinamiento de los detalles con los usuarios y el mejoramiento gradual del sistema.

Analizando el modelo entidad-relación, después de una breve familiarización con las notaciones, se puede leer

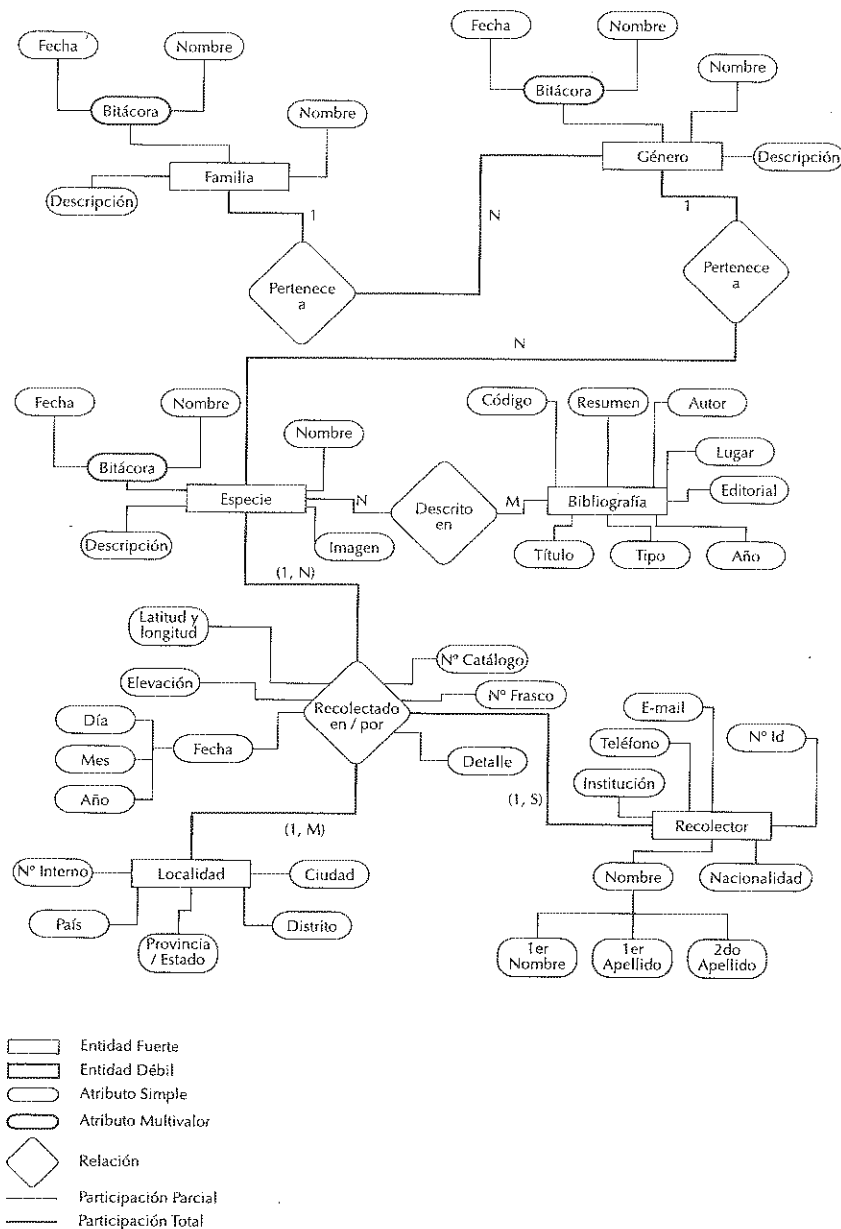


FIGURA 1
Modelo Entidad-Relación

con facilidad los objetos y relaciones entre ellos.

También podemos con facilidad notar la simplicidad de adecuar algunos cambios en el sistema:

- Al principio los usuarios no consideraban la existencia de bibliografía. Conforme el diseño del sistema fue desarrollado, los usuarios llegaron a la conclusión que a veces la especie tiene diferentes nombres y sería bueno mantener los índices a la bibliografía donde este cambio de nombre se originó. Como se puede notar el esquema era bastante fácil de modificar insertando la relación *Descrito en* y la entidad *Bibliografía* con sus respectivos atributos.
- Si en un futuro el usuario deseara ampliar el sistema y poner también la descripción de proyectos de investigación de los recolectores con sus referencias bibliográficas, el modelo es flexible para insertar una nueva entidad de *Proyectos* y relacionarla con *Recolectores* y *Bibliografía*.
- Si el usuario no desea mantener el historial de nombres y descriptores para familia y género se puede eliminar estas entidades y a cada especie ponerle dos atributos que indican nombre de su familia y género. Así desaparecerían las entidades *Familia*, *Género* y sus respectivas relaciones *Pertenece a*.
- La posibilidad de implementar las consultas de los usuarios se puede revisar con facilidad, revisando la existencia de "camino" entre diferentes objetos (entidades) a los cuales se hace la referencia en la consulta. Además, si existen varios "caminos" para atenderlas se selecciona éste donde se abarca menos entidades o relaciones N:M.

Aunque el sistema desarrollado es muy simple, se puede notar las ventajas de usar un modelo conceptual. En sistemas reales mucho más complejos esta ventaja es más visible.

La simplicidad del modelo entidad-relación y la popularización del DBMS relacionales les ofrece a diseñadores la disponibilidad de algoritmos que en

forma automática pasan este modelo a tablas relacionales. Estos algoritmos pueden ser ligeramente diferentes [Korth, (1993), Elmasri, (1994), Batini, (1994)].

En este artículo presentaremos el enfoque propuesto por Elmasri y Navathe [Elmasri, (1994)], ya que produce menos tablas que el enfoque propuesto por Korth [Korth, (1993)] y las tablas quedan en tercera forma normal, si el diseño conceptual es hecho adecuadamente.

TABLAS RELACIONALES BASADAS EN EL MODELO ER PARA LA BASE DE DATOS DE ANFIBIOS Y REPTILES

El modelo ER es adaptado para usarlo en forma eficiente en la implementación relacional y tiene desarrollado el siguiente algoritmo de pasarlo al modelo relacional [Elmasri, (1994)]:

- Paso 1: Para cada entidad fuerte E en el esquema ER se debe crear una tabla R que incluya todos los atributos simples de E. Se incluye solo los atributos simples del atributo compuesto. Se elige uno de los atributos de E como llave primaria de R.
- Paso 2: Para cada entidad débil W en el esquema ER se debe crear la tabla R que incluya todos los atributos simples (o los componentes simples de un atributo compuesto). Además, se incluye como llave externa de R los atributos que son la llave primaria de la relación que corresponde a la entidad fuerte de la cual depende W.
- Paso 3: Para cada relación R del tipo 1:1 en el esquema ER se identifica las relaciones S y T que corresponden a las entidades participantes en R. Se elige una de las relaciones (lo más conveniente es elegir la entidad de la relación que tenga participación total en R; en este caso se toma la entidad S) y se incluye como llave externa de S la llave primaria de T. Se incluye todos los atributos simples (o los componentes de atributo compuesto) de la relación 1:1

como atributos de la relación S.

- Paso 4: Para cada relación R (no débil) del tipo 1:N, se identifica la relación S que representa la participación de la entidad del lado N. Se incluye como llave externa de S la llave primaria de T que representa la otra participación en R. Se incluye todos los atributos simples (o los componentes de atributo compuesto) de la relación 1:N como atributos de la relación S.
- Paso 5: Para cada relación binaria del tipo N:M se debe crear una nueva tabla S para representar la relación R. Se incluye como llave externa de S las llaves primarias de las entidades que participan en la relación R. Su combinación va a ser la llave primaria de S. También se incluye todos los atributos simples (o los componentes de atributo compuesto) de la relación N:M como atributos de la relación S.
- Paso 6: Para cada atributo multivalor A se debe crear una nueva tabla T que incluya un atributo correspondiente a A más la llave primaria de la entidad o relación S que tiene A como un atributo de multivalor.
- Paso 7: Para cada relación n-aria R, $n > 2$, se debe crear una nueva tabla T para representar a R. Se incluye como llave externa en T las llaves primarias de las entidades participantes en la relación R.

También se incluye todos los atributos simples (o los componentes de atributo compuesto) de la relación R como atributos de la relación T. La llave primaria de T es usualmente la combinación de todas las llaves externas.

Si el modelo ER es hecho adecuadamente, en general las tablas relacionales quedan en la tercera o cuarta forma normal, permitiendo así simplificar la tediosa tarea de normalizar la base de datos.

Aplicando este algoritmo a modelo ER de base de datos de anfibios y reptiles obtenemos las siguientes tablas:¹

¿Cuáles serían las ventajas de este diseño con respecto al tener una sola tabla con los datos correspondientes?:

- Si se maneja los datos en una tabla, existe el problema de redundancia de datos no controlada [Elmasri, (1994)]. Por ejemplo, por cada especie que se encuentre en la tabla sería necesario repetir los datos de recolector. Si el recolector cambia su dirección de correo electrónico, se obtiene la inconsistencia de los datos. Así se tendría la responsabilidad de que cada vez cuando se inserta la información de

nueva recolecta se necesitaría revisar la consistencia en todos los registros donde aparece el mismo recolector. Al contrario, aunque en BDR las tablas también tienen datos redundantes, su repetición es necesaria para relacionar las tablas y asegurar el funcionamiento correcto de BD. La diferencia es que la redundancia es controlada en forma automática por DBMS como parte del control de integridad referencial.

- Si se necesita ampliar el sistema no es necesario recopilar las tablas existentes, ni las aplicaciones que se refieren a ellas. Por ejemplo, si nos interesara tener en un futuro la información referente a los proyectos de investigación en los cuales participan los investiga-

dores de la Escuela de Biología, este cambio sería fácil de implementar.

- La existencia de valores nulos se puede disminuir. Los valores nulos según Elmasri y Navathe [Elmasri, (1994)] confunden a los usuarios por falta de información si el dato no es todavía recopilado o la característica específica no se aplica al dato en cuestión. Por ejemplo, si manejamos solo una tabla la información de diferentes nombres que pueden tener algunas especies daría atributos vacíos para las especies que solo históricamente tienen un nombre.
- La llave primaria de cada tabla tiene menos atributos comparando con una sola tabla que tendría que manejar una llave primaria compuesta de varios atributos. DBMS es más eficiente cuando la llave primaria es más pequeña, porque en cada operación de insertar o modificar chequea en forma automática que el valor de esta llave sea único.
- Aunque para algunas consultas el tiempo de respuesta puede ser más largo debido a la necesidad de relacionar varias tablas, éste puede ser mejor que el manejo de una sola tabla con tuplas (registros) grandes, donde se necesita un manejador de "buffer" muy sofisticado [Gray, (1995)]. Esto debido a que los datos están en una sola tabla y aunque el usuario solicita la información con respecto a un atributo, se necesita traer a la memoria principal toda la tupla (registro).

FAMILIA

<i>Fam_Nomb_Actual</i>	Descripción
------------------------	-------------

BITÁCORA DE FAMILIA

<i>Fam_Nomb_Actual</i>	<i>Fam_Nomb_Anter</i>	Fecha
------------------------	-----------------------	-------

GÉNERO

<i>Gen_Nomb_Actual</i>	<i>Fam_Nomb_Actual</i>	Descripción
------------------------	------------------------	-------------

BITÁCORA DE GÉNERO

<i>Gen_Nomb_Actual</i>	<i>Gen_Nomb_Anter</i>	Fecha
------------------------	-----------------------	-------

ESPECIE

<i>Esp_Nomb_Actual</i>	<i>Gen_Nomb_Actual</i>	Imagen	Descripción
------------------------	------------------------	--------	-------------

BITÁCORA DE ESPECIE

<i>Esp_Nomb_Actual</i>	<i>Esp_Nomb_Anter</i>	Fecha
------------------------	-----------------------	-------

RECOLECTOR

<i>ID</i>	<i>Prim_Apell</i>	<i>Seg_Apell</i>	Nombre	Nacionalidad	E-mail	Teléfono	Institución
-----------	-------------------	------------------	--------	--------------	--------	----------	-------------

LOCALIDAD

<i>Num_Local</i>	País	Provincia/Estado	Ciudad	Distrito
------------------	------	------------------	--------	----------

BIBLIOGRAFÍA

<i>Cod_Ref</i>	Autor	Título	Tipo	Año	Editorial	Lugar	Resumen
----------------	-------	--------	------	-----	-----------	-------	---------

RECOLECTADO EN / POR

<i>Num_Catal</i>	<i>Esp_Nomb_Actual</i>	<i>Num_Local</i>	<i>ID</i>	<i>Num_Frasco</i>	
Día	Mes	Año	Ele	Long	Detalle

DESCRITO

<i>Esp_Nomb_Actual</i>	<i>Cod_Ref</i>
------------------------	----------------

1. Los nombres de los campos en letra itálica indican las llaves primarias de cada una de las tablas.

CONCLUSIONES

Conforme las BD comenzaron a crecer, lo que antes era el uso de una tabla para su implementación se convirtió en un proceso más sofisticado de diseño e implementación. Sin embargo, las herramientas de creación y consulta de base de datos en microcomputadoras crearon la falsa imagen de que cualquier persona sin ninguna preparación previa puede crear una BD sin necesidad de hacer el análisis y el diseño respectivo. Sin embargo, los sistemas se volvieron más complejos y fue difícil abarcar todos los aspectos usando modelos de representación,

ARTÍCULO

como el modelo relacional. Además, conforme los usuarios comenzaron a usar las BD, sus peticiones para hacer modificaciones en la estructura para atender diferentes consultas se hicieron más frecuentes. En el caso de falta de diseño conceptual adecuado, estos requerimientos de evolución de esquema obligaban a veces a desechar las estructuras definidas y desarrollar nuevas.

En vista de esto, los diseñadores comenzaron usar las herramientas de desarrollo conceptual como por ejemplo el modelo entidad-relación que facilita diseño del sistema sin preocuparse de los detalles de implementación y ofreciendo la ventajas que los modelos de representación no cuentan. Además, el paso del modelo conceptual al modelo de representación (relacional) se puede hacer en forma automática, así el diseñador no necesita duplicar sus esfuerzos de crear por separado dos modelos: conceptual y lógico (de representación).

También, el uso adecuado del modelo conceptual, permite obtener las BDR en la tercera forma normal que asegura su correcto funcionamiento, no así los datos implementados en forma de una tabla.

Un ejemplo tan sencillo como la BD de anfibios y reptiles señala las ventajas de usar el modelo conceptual. Al primer instante puede parecer que esta BD se puede implementar en forma de una tabla. Sin embargo, esto no solo impide el crecimiento del sistema, sino también puede afectar la consistencia de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- BATINI, C., Ceri, S. y Navathe, S.B. *Diseño Conceptual de Bases de Datos. Un Enfoque de Entidades-Interrelaciones*. Addison-Wesley, 1994.
- CHEN, P.P. *The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data*. M. Stonebraker, *Readings in Database Systems*. Morgan Kaufman Publishers, San Francisco, 1994.
- CODD, E.F. A relational Model of Data for Large Shared Banks. M. Stonebraker, *Readings in Database Systems*. Morgan Kaufman Publishers, San Francisco, 1994.
- DATE, C.J. *An Introduction to Database System*. Sexta Edición. Addison-Wesley, New York, 1995.
- EIMASRI, R. y Navathe, S.,B. *Fundamentals of Database Systems*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1994.
- GRAY, John. *Transaction Processing, Concepts and Techniques*. The Benjamin/Cumming Publishing Company, 1995.
- KORTH, H. y Silberschatz, A. *Fundamentos de Bases de Datos*. Mc Graw-Hill, 1993.
- SEN, J. *Análisis y Diseño de Sistemas de Información*. McGraw Hill, 2da. edición, 1993.
- SILBERSCHATZ, A., Stonebraker, M. y Ullman, J. *Database Systems: Achievements and Opportunities*. M. Stonebraker, *Readings in Database Systems*. Morgan Kaufman Publishers, San Francisco, 1994.
- Sommerville, I. *Software Engineering*. Addison-Wesley, 1992.
- TSICHRITZIS, D. y Lochovsky, F. *Data Models*. Prentice Hall, 1982.
- WELDON, J.L. *A Career in Data Modeling*. Byte, June 1997, Vol 22, Num. 6.
- YOURDON, E. *Análisis Estructural Moderno*. Prentice Hall, 1993.

IMPACTO AMBIENTAL Y LAS IMPLICACIONES ESPACIALES DE LOS SISTEMAS ALTERNATIVOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICOS EN LAS URBANIZACIONES

Lic. Daniel Morgan B.

El desarrollo urbano en el Valle Central de Costa Rica no se produce por medio de la densificación de las zonas ya urbanizadas, sino, en mayor grado, al proceso de sumar conjuntos habitacionales enteros, con su propia infraestructura, al tejido urbano existente. El desarrollador debe proveer vías de acceso, agua potable y luz eléctrica a cada lote, y sistemas de evacuación de aguas pluviales. Además, debe construir un sistema que impida que las aguas residuales de las casas contaminen el entorno inmediato. Si existen colectores de aguas negras cerca del proyecto, debe entubar estas aguas de cada casa hasta el colector. Cuando no existe un colector cercano, las aguas negras deben ser tratadas en el sitio para evitar que contaminen el suelo o las cuencas que colindan con el proyecto.

El caso es que las inversiones en alcantarillado sanitario no han alcanzado las cifras necesarias para satisfacer el ritmo de urbanización acelerado experimentado en el Área Metropolitana. De hecho, la mayoría de los proyectos de urbanización, sobre todo los de vivienda de interés social, que buscan siempre los terrenos más baratos y más alejados, se llevan a cabo en lugares donde no hay colector. Estos proyectos, entonces, deben solucionar por su propia cuenta el problema del tratamiento de aguas negras. Esto, aparte de imponer un costo de construcción y mantenimiento sobre los futuros usua-

rios, también implica dedicar recursos de espacio físico para plantas de tratamiento.

Irónicamente, el alcantarillado sanitario en el Valle Central se evacúa en los ríos, generalmente sin ningún tratamiento. Como resultado, los proyectos urbanísticos más cercanos al tejido urbano existente, al conectarse a un colector, no tienen que cargar con el costo del tratamiento de las aguas residuales sino que, en la práctica, adquieren un derecho de contaminar los ríos. Mientras tanto, los proyectos para las familias de menores ingresos deben resolver el problema de las aguas negras, a un alto costo que debe ser asumido por sus habitantes.

La carga orgánica de las aguas residuales tiene cinco consecuencias negativas para el medio ambiente:

1. Los materiales depositados en el lecho impiden el crecimiento de las plantas acuáticas, amenazando así un vínculo clave en la cadena de alimentación.
2. La pudrición de la materia orgánica roba oxígeno al agua, lo que produce malos olores.
3. Los aceites y grasas que flotan en la superficie estorban los procesos de autopurificación del agua por medio de la oxigenación y se adhieren a las plantas, impidiendo su desarrollo.

4. Al contaminar el agua que se utiliza posteriormente para riego, arriesga contaminar las cosechas.
5. Contamina las playas aledañas a la desembocadura del río.

Las peores cargas orgánicas en la Meseta Central de Costa Rica son las producidas por los desechos del procesamiento del café, que además ocurren en los meses secos, cuando éstas no se pueden diluir con el agua de lluvia. En el mes de enero, por ejemplo, el grado de contaminación del Río Bermúdez, medido en DBO₅, llegaba a 400-600 mg/l en el año 1989 (Arias: 1997). Esto provocó una legislación que obliga a los beneficiadores de café a tratar las aguas residuales antes de tirarlas a los ríos. Sin embargo, las aguas de los principales ríos del Área Metropolitana exhiben un deterioro apreciable durante todo el año, producido principalmente por las aguas residuales residenciales, las cuales se depositan en los ríos con poco o ningún tratamiento.

El informe hecho por el consultor israelí, Tahal Consulting Engineers, para AyA en 1990, es elocuente. La Municipalidad de San José no posee actualmente una sola planta de tratamiento de aguas negras funcionando. La ciudad de Heredia tiene tres plantas, de las cuales solo una está funcionando, y esta con una eficiencia de solo 45%. La ciudad de Alajuela se encuentra en una posición similar. La calidad del agua en los principales ríos está por debajo de lo aceptable incluso en épo-

cas lluviosas. El Río Bermúdez contiene entre 10 y 20 mg/l de DBO₅, mientras que Los Ríos Virilla y Ciruelas contienen entre 7 y 22 mg/l y entre 8 y 20 mg/l de DBO₅ respectivamente.

La demanda bioquímica de oxígeno, o DBO, mide el oxígeno requerido para descomponer una porción de materia orgánica en un lapso fijo de tiempo (normalmente 5 días). Un río limpio contiene entre 1-3 mg/l de DBO₅. Independiente del problema de la evacuación de los desechos del procesamiento de café, con este criterio, todos los ríos de la Meseta Central tienen niveles de carga orgánica 3 veces mayor que los de un río limpio, en el mejor de los casos, durante la época lluviosa. En la época seca, se agudiza el problema. Esta contaminación crónica es producto de la materia orgánica de las aguas residuales domésticas.

Por supuesto que los ríos tienen una capacidad de autopurificación que se puede mejorar por varios medios:

1. Disminuyendo su velocidad (lo que incrementa la sedimentación) por medio de ensanchar el cauce.
2. Provocar disturbios como cascadas y remolinos en el agua, lo que aumenta la oxigenación.
3. Impedir que se disminuya el caudal en verano con embalses y otras obras complementarias.

Evidentemente, esta solución requiere una enorme inversión pública. Por lo tanto, se deben proseguir estrategias tendientes a eliminar los contaminantes antes de que lleguen a los ríos.

TRATAMIENTOS

La materia orgánica contamina porque, en el proceso de degradación, absorbe el oxígeno en el agua. El mayor propósito del tratamiento de aguas negras es descomponer toda la materia orgánica antes de que el efluente llegue al río. Existen tratamientos aeróbicos y anaeróbicos. Ambos tienen en común la descomposición de la materia orgánica por medio de bacterias que la transforman en materias inofensivas. Ambos

sistemas también se componen de tres procesos:

1. El tratamiento primario, que remueve los materiales en suspensión.
2. El tratamiento secundario, que estabiliza bioquímicamente la materia orgánica.
3. Los procesos complementarios, que involucran la disposición final de los lodos acumulados y la evacuación del afluente para su eventual descarga, ya sea a un río o al suelo y subsuelo en el caso de los tanques sépticos.

También, en ambos procesos, el grado de remoción de los suspendidos sólidos y el DBO₅ dependen del tiempo de contacto de la materia orgánica con las bacterias (el tiempo de retención).

LOS SISTEMAS AERÓBICOS

Los sistemas aeróbicos se basan en la oxigenación, es decir un proceso en el cual los materiales se ponen en contacto con el oxígeno para luego formar compuestos químicos con él. Estas reacciones son complejas, pero se pueden simplificar de la siguiente manera (Linvil: 1963):

1. El carbono, que compone aproximadamente 53% de la materia orgánica en las aguas domésticas residuales, se combina con el oxígeno para formar dióxido de carbono ($C + O_2 = CO_2$).
2. El nitrógeno, que compone el 15% de la materia orgánica, se combina con el oxígeno para formar NO_3 .
3. El oxígeno, que compone el 25% de la materia orgánica, se libera como oxígeno disuelto.
4. El hidrógeno, que compone el 6% de la materia orgánica, se combina con el oxígeno para formar agua.
- 5) Otros componentes, que existen en muy pequeñas cantidades en la materia orgánica (el 1%), también se combinan con el oxígeno para formar, principalmente, PO_4 y SO_4 .

La ingeniería sanitaria usa la oxidación biológica para convertir desechos orgánicos en formas inorgánicas inofensivas. Con el uso de microorganismos, intenta duplicar porciones de los ciclos de carbono, nitrógeno y otros en la naturaleza. Esto lo hace en un ambiente artificial, bajo condiciones controladas, para minimizar las molestias inherentes en la degradación. Los dos sistemas más comunes de tratamiento aeróbico son las lagunas de oxidación y los filtros percoladores.

LAGUNAS DE OXIDACIÓN

Las lagunas de oxidación son básicamente aeróbicas, y dependen de una relación simbiótica entre las bacterias aeróbicas, que producen CO_2 , y las algas, que consumen el CO_2 y producen oxígeno. Como el crecimiento de las algas depende de la fotosíntesis, el proceso de oxigenación sólo puede llevarse a cabo cerca de la superficie del agua, por lo que las lagunas de oxidación generalmente son de poca profundidad (de 50 cm a 1 metro).

Las lagunas de oxidación funcionan especialmente bien en climas calientes. Además, como el volumen de agua en la laguna es grande en comparación con el caudal de las aguas residuales, absorben muy bien el *shock* orgánico e hidráulico provocado por cambios bruscos en la cantidad o calidad del afluente.

Normalmente, las lagunas de oxidación se conectan en serie. La primera laguna es anaeróbica, es decir utiliza bacterias anaeróbicas para descomponer el material orgánico. Las lagunas anaeróbicas se utilizan cuando se esperan cargas altas de materias orgánicas (por encima de 250 mg/l), ya que éstas, al igual que en un río, consumen mucho oxígeno, impidiendo el desarrollo de las bacterias aeróbicas. Además, cargas de DBO₅ por encima de 400 mg/l/día de retención implican la propagación de olores en la laguna, por lo que podría resultar conveniente un tratamiento anaeróbico previo para reducir la carga orgánica. Esta laguna

se diferencia de las otras por su profundidad (2.5 metros), necesaria para la procreación de las bacterias anaeróbicas, que se mueren en contacto con el aire. El tiempo de retención para este tipo de laguna es de menos de un día a cuatro días, dependiendo del grado de contaminación del agua. Las aguas residuales domésticas en Costa Rica normalmente tienen un grado de contaminación menor que 250 mg/l, así que este tipo de laguna generalmente no se utilizaría si el afluente es únicamente doméstico, en cuyo caso el agua residual llegaría directamente a una laguna facultativa.

En la laguna facultativa, donde se llevan a cabo procesos aeróbicos (en el agua de la superficie) y anaeróbicos (en el fondo), el tiempo de retención es generalmente de 15 a 20 días.

ÁREA REQUERIDA

Las lagunas de oxidación pueden reducir la carga orgánica en 50% el primer día, 70% en 5 días, 80% en 10 días y 90% en 20 días. Las lagunas normalmente se diseñan para un tiempo de retención de 15 días, para así remover el 85% del DBO_5 .

El área requerida por este tipo de tratamiento depende de la carga del afluente. Si no se requiere una laguna anaeróbica, las dimensiones de la laguna facultativa se determinan por el tiempo de retención deseado. En el caso de Costa Rica, donde la descarga diaria de aguas residuales domésticas varía entre 80 y 300 litros per cápita, con un promedio estimado en 200 litros, una laguna facultativa con una retención de 15 días ocuparía aproximadamente $3m^3$ por persona servida. Asumiendo una profundidad útil de 1 metro, esto significaría $3m^2$ de terreno por persona servida. Si se utiliza además una laguna de maduración, esta área aumenta a $4m^2$ por persona servida. Para una población de 1 000 personas, entonces, sería preciso disponer de 0,3 a 0,4 hectáreas de terreno plano para este tipo de tratamiento.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento requerido en las lagunas de oxidación es relativamente fácil comparado con otros sistemas, debido a que no tiene elementos mecánicos ni utiliza energía aparte del sol. Se debe remover material flotante, ya que esto impide los procesos naturales de depuración aeróbica. Además, hay que controlar la vegetación en las orillas para no atraer mosquitos y caracoles (Cairncross y Feachem: 1983). Aparte de esto, se acumulan lodos en las lagunas, y estos deben ser removidos periódicamente para que esta materia acumulada, al ocupar volumen, no resulte en una disminución del tiempo de retención.

LOS FILTROS PERCOLADORES

El filtro percolador consiste de un lecho de materia gruesa, comúnmente piedras, que provee vacíos para la circulación de desechos y de aire. En realidad no se filtra el agua, pues las piedras utilizadas son de entre 2 y 4 cm de diámetro, son demasiado grandes para retener sólidos. Lo que ocurre es que la carga orgánica del agua se absorbe en las algas y bacterias heterotrópicas en la superficie de las piedras, mientras el agua se desliza gota a gota hacia un drenaje en el fondo del lecho.

El agua se rocía sobre la superficie del lecho por medio de brazos rotatorios o boquillas fijas, de modo que el afluente se distribuye por parejo en todo el lecho. Como la acción purificadora depende de las algas y bacterias, hay que tener un especial cuidado en no permitir que estas se sequen. Por esto, para mantener una población bacteriana óptima, es recomendable reciclar el agua del sedimentador secundario por el filtro en horas de la noche, cuando el caudal de entrada se reduce. Si se aprovecha del desnivel natural del terreno para crear la presión necesaria para rociar el afluente sobre el lecho, la energía utilizada para reciclar en la noche sería la única imprescindible.

A diferencia de las lagunas de oxigenación, el efluente sale del fondo del lecho, por lo que este efluente, al salir del filtro, generalmente experimenta una alta remoción de DBO_5 , pero no de sólidos suspendidos. Por esto es importante que el efluente del filtro pase por un sedimentador antes de entrar al filtro y, luego, otro, antes de evacuarse al entorno.

Los procesos bioquímicos de los filtros percoladores son idénticos a los de las lagunas, siendo ambos sistemas aeróbicos de tratamiento.

ÁREA REQUERIDA

Un filtro diseñado para remover el 85% del DBO_5 requiere menos área que las lagunas facultativas. En primer lugar, el efecto del filtro es detener la velocidad de la materia orgánica. Como resultado, el tiempo de retención de los lodos es mucho mayor que el tiempo de retención hidráulica necesaria para producirlo. Por lo tanto, el volumen del tanque puede ser mucho menor (Rodríguez:1985). Además, mientras que una laguna debe ser de poca profundidad, con el resultado de que requiere un área mayor por metro cúbico de volumen, los filtros operan con profundidades que varían de 3 a 6 metros, lo que también reduce sensiblemente el área requerida. Se estima que un filtro de ese tipo ocupa entre 0,25 y 0,4 m^2 de terreno/persona servida, dependiendo de su profundidad. Esta área incluye el espacio necesario para el filtro, dos tanques de sedimentación y una zona prudente de protección.

MANTENIMIENTO

El aspecto más importante del mantenimiento es el de mantener el agua circulando constantemente en el filtro para evitar que las algas se sequen y se mueran. Además, este sistema utiliza tanques de sedimentación antes y después de pasar por el filtro, en los cuales se debe cuidar el nivel que alcanzan los lodos.

ARTÍCULO

SISTEMAS DE AIREACIÓN COMPACTOS

Las lagunas y percoladores aprovechan procesos naturales (fotosíntesis y degradación biológica) para descomponer la materia orgánica de las aguas residuales. Tienen la ventaja de requerir poca energía aparte de la que suministra el entorno, pero, como se ha visto, requieren mucho espacio. Los sistemas de aireación cerrados consisten básicamente de tanques, en donde se suministra aire por medio de compresores, reproduciendo, en condiciones artificiales, el proceso de oxigenación.

Este tipo de tratamiento siempre incluye dos tanques de sedimentación, uno para sedimentación primaria antes de que el agua pase por la cámara de aireación y otro secundario a la salida de la cámara. Existen varios tipos de planta de aireación cerrada. Muchas veces estos sistemas se utilizan en combinación con la digestión anaeróbica para mejorar la calidad del efluente final. En estos casos, el aire se inyecta a la cámara por medio de compresores eléctricos, oxigenando el agua. En otros casos, donde la degradación biológica se lleva a cabo en un ambiente aeróbico, el agua pasa por discos donde se produce una película, donde los microorganismos se adhieren y se alimentan de las impurezas del agua. Los discos rotan lentamente, de modo que están parte del tiempo sumergidos en el agua y parte del tiempo expuestos a un flujo de aire inducido por un compresor. En este ambiente enriquecido de oxígeno, los microorganismos se multiplican rápidamente, creando condiciones ideales para la purificación del agua.

ÁREA REQUERIDA

La ventaja que ofrece este tipo de planta es su reducido tamaño en comparación con los otros sistemas de tratamiento aeróbico. El tamaño de la planta depende de la población servida. Existen modelos para 1 hasta 150 familias. Hay una evidente economía de escala en cuanto al área que ocupa. Una planta familiar diseñada para remo-

ver el 85% del DBO₅ mide alrededor de 8 m³ ocupa 4 m² de terreno (0,8 m²/persona servida), mientras que una planta comunitaria puede medir 190 m³ y ocupar 50 m² de terreno (0,07 m²/persona servida).

MANTENIMIENTO

Los tanques de sedimentación asociados con este tipo de planta deben ser evacuados periódicamente. Más importante, los motores eléctricos que producen la rotación de los discos e inyectan el aire requieren un mantenimiento constante.

PROCESOS ANAERÓBICOS

Los procesos anaeróbicos difieren de los procesos aeróbicos en cuanto al tipo de bacteria que actúa en la descomposición de la materia orgánica. Las bacterias anaeróbicas descomponen la materia orgánica formando gas metano y dióxido de carbón, en un ambiente sin aire. La descomposición se lleva a cabo en dos etapas, en las que actúan dos tipos de bacterias: las formadoras de ácido (acetogénicas) y las metanogénicas. Pero antes, la materia orgánica debe licuarse. La materia orgánica normalmente entra al proceso de descomposición en forma sólida y, para poder interactuar con las bacterias, tiene que diluirse. Los formadores de ácidos convierten los hidratos de carbón, grasas y proteínas en ácidos orgánicos. Luego, las bacterias metanogénicas convierten estos ácidos orgánicos en gas metano, evitando así que el nivel de acidez en el agua suba demasiado, pues en condiciones excesivamente ácidas, ni las bacterias formadoras de ácidos pueden sobrevivir.

Las bacterias anaeróbicas generalmente crecen y se multiplican más lentamente que las bacterias aeróbicas y, en consecuencia, producen menos materia celular. Como esta materia celular crea los lodos que se sedimentan en el fondo de las lagunas o los tanques, el proceso anaeróbico tiene la ventaja de acumular lodos más lentamente que los sistemas

aeróbicos, reduciendo el costo de su disposición final.

Hay dos ventajas importantes que inciden en el uso de los procesos anaeróbicos en el tratamiento de los desechos residuales urbanos. Primero, requieren menos área. Para purificar el agua con sistemas aeróbicos, se requiere una gran superficie de agua de poca profundidad, mientras que en los sistemas anaeróbicos, la profundidad de los tanques más bien ayuda en la digestión al aislar la materia orgánica del aire. Por lo tanto, el área del tanque puede reducirse bastante. Además, el tiempo de retención del agua es mucho menor que el requerido por los procesos aeróbicos; por lo tanto, el tanque en el sistema anaeróbico requiere menos volumen para tratar las aguas.

La segunda ventaja que goza el proceso anaeróbico sobre el aeróbico es que, al aislarse de aire de la atmósfera, los olores se contienen en el tanque y no causan molestias a la población. Ambos factores, el de requerir menos área y el de causar menos impacto olfatorio, hacen más factible la colocación de una planta de tratamiento en las inmediaciones de un conjunto residencial, permitiendo su tratamiento en el sitio.

DIGESTORES ANAERÓBICOS

Los sistemas anaeróbicos que predominaban en el país hasta hace poco eran los digestores tipo 'Imhoff' (las municipalidades de Heredia y Alajuela tienen plantas de este tipo) y los tanques sépticos, que aunque difieren en su disposición del efluente (los digestores en general evacuan el efluente a alguna cuenca, mientras que los tanques sépticos lo distribuyen en el suelo y subsuelo contiguo al tanque), ambos tipos de tratamiento reciben el afluente en la parte superior del tanque, dependen de la gravedad para sedimentar los sólidos en el fondo, y utilizan bacterias anaeróbicas para descomponer la materia orgánica.

En ambos tipos de tratamiento, podemos observar cuatro niveles dentro del

tanque: el nivel superior está compuesto por las grasas flotantes, que pueden llegar a tener un grosor apreciable si no se remueven periódicamente. La segunda capa es el agua en proceso de purificación, que ha estado en contacto con los lodos activados del nivel inmediatamente inferior, donde se concentra la mayor parte de las bacterias. En el fondo del tanque se encuentran los lodos estabilizados que deben evacuarse periódicamente para evitar que ocupen un volumen excesivo del tanque y, así, acortar el tiempo de retención.

Aparte de la sofisticación del diseño, la diferencia más importante entre el digestor y el tanque séptico es el tiempo de retención; en el tanque séptico este tiempo es corto (un día a lo sumo), de manera que la reducción en el DBO_5 es relativamente menor (menos del 50%).

Los tanques Imhoff son tanques de dos cámaras, una colocada sobre otra. La primera es la cámara de sedimentación, donde se remueven los sólidos suspendidos, y la segunda es la de biodigestión, donde la materia orgánica se estabiliza bioquímicamente. En general, se coloca una trampa con rejillas en la entrada del tanque para evitar que sólidos no biodigeribles se introduzcan en el tanque. El agua se introduce dentro del tanque desde arriba, pasando primero por el compartimiento de sedimentación y luego, por gravedad a la cámara de estabilización, donde se degrada. Los lodos producidos en este proceso se acumulan en el fondo del tanque mientras el efluente purificado sale de la parte superior del tanque hacia su disposición final.

Un aspecto importante es el hecho de que el gas metano producido en el proceso anaeróbico puede ser captado y usado para producir energía.

ÁREA REQUERIDA

El volumen requerido para reducir la carga de DBO_5 en 85% en un biodigestor anaeróbico ha sido estimado en 0,15 a 0,27 m^3 por persona (Meynell:

1982). Esto equivale a un área de suelo de 0,3 a 0,5 m^2 por persona.

MANTENIMIENTO

La eficiencia de los digestores anaeróbicos depende de un mantenimiento muy cuidadoso. Por esto se explica por qué las plantas de este tipo en Costa Rica están dando resultados por debajo de las expectativas. Los problemas de mantenimiento se podrían enumerar así:

1. Se necesita retirar constantemente las grasas y materia flotante de la superficie del agua dentro del tanque, pues estas materias impiden las primeras fases de la digestión (licuación).
2. Los lodos del fondo del tanque deben ser retirados oportunamente para evitar que ocupen un volumen desmesurado del tanque, lo que tendría el efecto de reducir el tiempo de retención.
3. Es importante controlar el nivel de acidez (pH) del agua, pues un nivel alto impide la acción de las bacterias anaeróbicas. Para reducir la acidez, se introduce cal al tanque.

FILTROS ANAERÓBICOS

Los filtros anaeróbicos utilizan un relleno de piedras u otros materiales porosos como superficies para el crecimiento de microorganismos anaeróbicos que descomponen la materia orgánica del agua residual. A diferencia del filtro percolador aeróbico ya descrito, el agua afluyente se introduce desde debajo del tanque, pasando primero por una capa de lodos activados y luego por el filtro de piedras. El efluente sale de la superficie superior del tanque.

El filtro tiene el efecto de retener el lodo, haciendo que el tiempo de retención del lodo sea mucho mayor que el del agua, en forma similar al filtro percolador aeróbico. Esto permite que el tanque sea de un menor volumen que el tanque anaeróbico corriente. En este tipo de sistema es importante mantener un flujo constante de líquido por el

filtro y además evitar la concentración del flujo sobre sólo una parte de ello. Esto implica la necesidad de un tanque de almacenamiento de agua a una altura mayor que la del fondo del tanque, para que pueda abastecer el filtro por gravedad.

ÁREA REQUERIDA

Para lograr una eficiencia de 85% en la remoción de DBO_5 , se requiere un tanque de un volumen de 0,2 m^3 por persona para el filtro, lo que se traduce en aproximadamente 0,08 a 0,12 m^2 por persona dependiendo de la relación altura/área de base. Adicionalmente se requiere un tanque de almacenamiento de agua de volumen mayor que el filtro, que ocupa entre 0,1 a 0,15 m^2 de terreno por cada persona servida (Arias y Solís: 1991).

MANTENIMIENTO

Además de controlar el volumen de lodos en el fondo del tanque y controlar el grado de acidez del agua, puntos ya mencionados en la discusión sobre el digestor anaeróbico, es importante vigilar la distribución uniforme de la acción de filtración sobre todo el filtro.

TANQUES SÉPTICOS

El tanque séptico funciona en principio como un digestor anaeróbico, pero en general sólo pretende dar un tratamiento primario al agua residual. Su tiempo de retención hidráulico es menos de un día, por lo que no se puede esperar remover más que 50% del DBO_5 . Por esto, no se puede evacuar el efluente de los tanques sépticos hacia la red pluvial, donde llegaría a las cuencas. El efluente, entonces, se deja filtrar en el suelo. Para esto es necesario proveer un drenaje cuya longitud esté determinada técnicamente con base en pruebas de la capacidad de filtración del suelo en el sitio donde se construye el tanque. En suelos normales de Costa Rica, esta longitud es de 10 a 15 metros.

ARTÍCULO

El campo de drenaje, o sea, el área del suelo sujeta a filtración, mide dos metros de ancho (un metro en ambos lados del tubo), de modo que el área del campo de drenaje se obtiene multiplicando la longitud del drenaje por dos. No se debe construir sobre el campo de drenaje, primero porque se dificulta la eventual reparación del tubo, y además porque, al compactar el suelo para construir, se disminuye la capacidad de filtración del mismo.

Como el campo de drenaje horizontal descrito arriba ocupa una porción apreciable del lote, sobre todo cuando los lotes son pequeños, una alternativa que se está introduciendo es el de los pozos filtrantes. Estos pozos son básicamente cámaras colocadas debajo del tanque séptico que reciben el efluente del tanque séptico y lo distribuyen a lo largo y ancho de su perímetro. El área de contacto entre el suelo y el efluente es esencialmente la misma que en un drenaje longitudinal, pero esta superficie es en gran medida vertical y, al ubicarse en un área horizontal no mayor del ocupado por el tanque, el pozo filtrante puede distribuir el efluente de éste sin ocupar más área que el propio tanque séptico, resultando en una importante economía de espacio.

No obstante la menor calidad del efluente en comparación con otros sistemas de tratamiento discutidos, este tipo de sistema goza de algunas ventajas importantes:

1. Se ahorra en el costo de la urbanización al no ser necesaria una red de tubería que conecte los efluentes de las casas con una planta o colector.
2. Su construcción y operación es económica a pequeña escala, lo que hace factible que cada unidad residencial solucione su propio problema de aguas negras.

El tanque séptico es el sistema de tratamiento de aguas negras más común en las nuevas construcciones debido a la inexistencia de colectores de aguas negras y dificultades para la construcción de una planta de tratamiento: un tamaño de proyecto que no permite desa-

rollar economías de escala en la planta o la carencia de una cuenca cercana con caudal durante todo el año para descargar el efluente.

En zonas de baja densidad de población, los tanques sépticos resultan una solución ideal, pues el alto costo de las redes para evacuar las aguas residuales hacía un colector o planta de tratamiento haría no factible cualquier otro tipo de solución. Además, en bajas densidades, existe poco peligro de contaminar los acuíferos al filtrarse el agua en el suelo.

En situaciones de alta densidad, se debe estudiar con mucho cuidado el impacto que las filtraciones de los tanques sépticos pudieran ejercer sobre los acuíferos. Si éstas están relativamente cerca de la superficie o el suelo tiene una alta capacidad de filtración, se corre el peligro de contaminar las fuentes de agua potable.

La otra situación en que no se debe usar el tanque séptico es cuando el suelo tiene muy poca capacidad de filtración. En estos casos el agua no se filtra en el suelo y termina contaminando la superficie.

Los tanques sépticos se pueden construir de bloques de concreto, aunque últimamente se han popularizado los tanques sépticos prefabricados de concreto. En Inglaterra los tanques sépticos prefabricados son más sofisticados y se fabrican de fibra de vidrio.

ÁREA REQUERIDA

Los tanques sépticos para una familia de 5 personas deben tener una capacidad para 0,5 a 1m³ de agua. Sus medidas externas varían entre 0,7 (tanque sépticos prefabricados) y 1,5m². Un drenaje de 15m de largo implicaría un área adicional de 30m². En caso de usar un pozo filtrante en vez de un drenaje longitudinal, el área de excavación para pozo y tanque juntos es de 5m² aproximadamente. Esto equivale a 6 ó 7m² por persona para el sistema tanque-drenaje y 1m² por persona servida en el caso del

sistema tanque-pozo. Sin embargo, debido a la profundidad de la excavación para colocar el pozo filtrante, se requiere una excavación de un volumen 40% mayor, lo que incrementa su costo en comparación con el drenaje horizontal.

MANTENIMIENTO

Como en los sistemas anaeróbicos en general, la eficiencia del tanque séptico disminuye con la acumulación de lodo en el fondo. Por esto, el lodo debe ser evacuado del tanque periódicamente.

Los problemas de mantenimiento observados con más frecuencia se relacionan con la obstrucción del flujo de efluente, ya sea en la salida del tanque o en el drenaje, a causa de la introducción al tanque de objetos sólidos flotantes como condones o toallas sanitarias. Esto resulta en la contaminación de la superficie en el entorno inmediato.

LA PROBLEMÁTICA CONCRETA EN LAS URBANIZACIONES

En Costa Rica, no existen ejemplos de todos los sistemas de tratamiento descritos anteriormente. En la Meseta Central, existen dos plantas municipales de tipo anaeróbico en Heredia y otra en Alajuela, todos con funcionamiento deficiente debido a falta de mantenimiento. Aparte de esto, hay otras plantas más pequeñas construidas, en los años 90, en nuevas urbanizaciones localizadas en sitios del Área Metropolitana no servidos por los colectores existentes de alcantarillado sanitario. Estas urbanizaciones han tenido que solucionar sus problemas de tratamiento de aguas negras dentro del proyecto, ya sea con tanques sépticos en cada lote o con plantas pequeñas. Por esto es interesante estudiar algunos casos para ver el impacto ambiental, tanto dentro como fuera de la urbanización, de las soluciones dadas al problema del tratamiento de las aguas residuales. También es importante observar cómo la preocupación sobre la contaminación provocada por las aguas residuales domésticas se concreta en el proceso de revisión y trámite

de anteproyectos y proyectos de urbanización.

Los siguientes Estudios de Casos ilustran con bastante claridad los problemas reales enfrentados por el desarrollador de un proyecto de urbanización, por las autoridades que tienen la responsabilidad de mantener las plantas de tratamiento y por los residentes de los proyectos de urbanización habitados.

CASO Nº 1

MINIPLANTAS DE TRATAMIENTO, CONJUNTO CARAO, PROYECTO GUARARÍ, HEREDIA.

El conjunto Carao, de 260 casas, plantea la construcción de plantas pequeñas de tratamiento en 6 sitios dentro del conjunto. Cada planta está diseñada para servir a 20 familias y ocupa un área aproximada de cuatro metros por 4 metros. Las plantas combinan procesos anaeróbicos y aeróbicos. El afluente entra directamente a un primer tanque de sedimentación después de haber pasado por un simple registro que recoge las aguas negras del sistema de tuberías que conecta la planta con las casas que sirve. Luego, las aguas pasan a un segundo tanque de sedimentación, donde se sigue el proceso de descomposición de la materia orgánica. Posteriormente, el agua pasa a un compartimiento de aireación, donde se introduce aire por medio de un compresor con motor eléctrico. El efluente sale, entonces, de la planta y llega eventualmente a una quebrada con caudal todo el año por medio de un sistema de alcantarillado sanitario diferente al de las aguas pluviales.

Este tipo de planta era experimental cuando se introdujo, pero recibió el visto bueno del Ministerio de Salud. En este sistema, el proceso aeróbico se lleva a cabo no al aire libre, sino dentro de cámaras, por lo que el tamaño de la planta puede ser relativamente pequeño. En esto precisamente radica su principal ventaja. En algunos casos, las plantas se colocan contiguas unas a otras en bancas de 2 ó 3, por lo que ocupan entre 16 y 48 m², dependiendo

del número de plantas colocadas juntas. El espacio reducido que requieren permite que se coloquen en lugares dispersos dentro del conjunto.

La construcción de estas plantas corrió a cargo de un contratista recomendado por el Ministerio de Salud, pero las plantas nunca fueron terminadas por completo, pues en varias de ellas no fueron instalados los motores eléctricos para la aeración. A la vez, varios motores que fueron colocados fueron robados incluso antes de ponerse en servicio. Más importante, los problemas de formalización de las casas impedía un traspaso de responsabilidad de las plantas hacía la Empresa de Servicios Públicos de Heredia. La Empresa puso como condición para recibir las plantas el traspaso legal del terreno donde fueron construidas, del INVU hacia ella, lo que nunca se efectuó. Mientras tanto, la Empresa instaló medidores eléctricos en algunas plantas (las que tenían aún los motores) pero, al surgir problemas para cobrar la factura, estos eventualmente se retiraron.

Al no adquirir nadie la jurisdicción de las plantas, la Asociación Coordinadora Nacional de Lucha por una Vida Digna, a cargo de todo el desarrollo del proyecto, tomó la iniciativa de darles limpieza periódica durante varios años. Sin embargo, en 1993, termina sus actividades de construcción en proyectos contiguos y abandona el mantenimiento, lo que de todas maneras realizaba sin poder recuperar los recursos gastados en ello.

En agosto de 1993, cuatro años después de haber sido construidas, la Asociación antes mencionada realizó pruebas de eficiencia de las plantas, en que se llevaron muestras de entrada y salida al Laboratorio Químico Lambda. La eficiencia de las plantas, medida en términos de DBO₅ y sólidos suspendidos de entrada y salida, varió en lo que respecta a DBO, entre 25 y 42% (las plantas más eficientes eran aquellas en que funcionaban los motores de aireación). En cuanto a la remoción de suspendidos sólidos, las plantas tuvieron

eficiencias que variaron entre 36% y 88%. Estos resultados están muy por debajo de los esperados, por lo que se buscó la asesoría de profesionales competentes, quienes hicieron las siguientes observaciones:

1. Las muestras de entrada demuestran un componente de DBO₅ sumamente bajo, por lo que se presume que puede haber fugas del sistema de agua potable o aguas de lluvia absorbidas en el suelo que se están filtrando al alcantarillado sanitario que transporta las aguas negras de las casas hacia las plantas. Al mismo tiempo, el caudal del afluente es mayor que lo esperado y lo calculado para el diseño de las plantas.
2. Como resultado de esto, el tamaño de las plantas resulta inadecuado para el caudal actual, por lo que la circulación de las aguas en los tanques de sedimentación, que debía durar 5 días, se reduce significativamente, con detrimento del proceso de sedimentación y descomposición química.
3. Por falta de mantenimiento oportuno, hubo exceso de lodos dentro de los sedimentadores. Este exceso de lodos, al ocupar un volumen apreciable del tanque de sedimentación, agudiza el problema del tiempo de retención ya mencionado.
4. La gran cantidad de sólidos no biodegradables encontrados en los tanques demuestra la necesidad de colocar rejillas en las entradas de las plantas. Actualmente, no cuentan con ellas.
5. El sistema de aireación estaba funcionando en menos de la mitad de las plantas, al faltar los motores y compresores de aire, o no estar conectados estos al fluido eléctrico. También se recomendó el uso de baffles en la salida de aire en la cámara de aireación para incrementar la eficiencia de la oxigenación.
6. Todos los tanques presentaban una capa excesiva de grasas y sólidos flotantes que retrasa la licuefacción de la materia orgánica.

Como nadie se ha responsabilizado por la operación y mantenimiento de las

plantas, todos los problemas señalados persisten hasta hoy, con el agravante de que los lodos acumulados ocupan más volumen del tanque, minando aún más la eficiencia de las plantas.

CASO Nº 2

PROYECTO GUARARÍ, CONJUNTOS LAUREL, EL ROBLE, LOS SAUCES Y NISPEROS.

Debido a los problemas mencionados con las plantas de tratamiento, subsiguientes etapas del Proyecto Guararí utilizaron tanques sépticos para el tratamiento de las aguas negras de las casas. En el caso de los conjuntos Laurel y el Roble, de 287 casas entre los dos, se utilizaron dos tanques sépticos prefabricados en cada casa: uno colocado en el antejardín, que recibía las aguas residuales del baño, otro en el patio, que recibía las aguas residuales de la cocina. La necesidad de dos tanques surge del hecho de que, por el tamaño muy pequeño del lote, y para dejar algún espacio detrás de las casas para agregados a las mismas, no había espacio en el patio para los diez metros de drenaje indicados por las pruebas de filtración. La necesidad de los dos tanques, entonces, surge de la separación en dos campos de drenaje.

Los problemas de saneamiento que surgen posteriormente en estos proyectos tienen sus orígenes en dos hechos: la construcción en el área entera detrás de la casa, con que el suelo se compacta y no funciona eficientemente como drenaje, y el uso inadecuado de los tanques por parte de los habitantes, que incluye la introducción de objetos no biodegradables en los tanques y la falta de limpieza oportuna de los mismos. Debe señalarse que la limpieza de los tanques, sobre todo los colocados en el patio de las casas, se dificulta por el hecho de que las mangueras utilizadas para evacuar los tanques necesariamente tuvieron que pasar por el interior de las casas, al construirse éstas de colindancia a colindancia. Además, la mayoría de estas casas se construyeron sobre alamedas, dificultando la llegada del camión cisterna al sitio.

En los proyectos Los Sauces y Nisperos, se volvió a utilizar los tanques sépticos prefabricados, esta vez con un sólo tanque en el patio de las casas, ya que los lotes eran más grandes, permitiendo un campo de drenaje adecuado en el patio. Sin embargo, los problemas del uso del tanque son similares a los observados en los proyectos Laurel y Roble, por las mismas razones.

La manifestación más importante de los problemas con los tanques sépticos se observa sobre todo en la percolación de las aguas de los drenajes a la superficie. Una reacción de los residentes ha sido la conexión ilegal de las aguas residuales al sistema de evacuación pluvial, sobre todo con respecto a las aguas jabonosas, lo que produce malos olores en las cunetas en la estación seca.

CASO Nº 3

LA MILPA, GUARARÍ, HEREDIA

Para la construcción de un poco más de 1 000 casas en la parte oriental de la finca, se plantea la misma solución. Se efectúan pruebas de infiltración que demuestran una absorción variable y relativamente lenta, indicándose drenajes de entre 12 y 20 metros de longitud, dependiendo del sitio específico. Sin embargo, al presentarse el anteproyecto, este es rechazado por Acueductos y Alcantarillados (A y A), con base en un estudio de un consultor israelí, que señala el posible peligro de contaminación de acuíferos. A y A recomienda la construcción de una planta de tratamiento, pero esto es imposible debido a que la cuenca que eventualmente recibiría el efluente de la planta no tiene caudal en verano.

Durante casi un año, se mantiene el *impase*. El desarrollador, entonces, contrata a un consultor para que realice un análisis del peligro de contaminación de las aguas subterráneas con base en estudios de los suelos y de la profundidad del agua subterránea. El estudio concluye que la profundidad de las aguas subterráneas (40 metros) y la relativa impermeabilidad del suelo

dan un margen adecuado de seguridad contra la contaminación del agua subterránea. A y A acepta esta conclusión y aprueba el anteproyecto. Sin embargo, incluye el requisito de incluir en las obras de urbanización una red de cloacas para llevar las aguas negras a un colector que eventualmente podría ser construido (aunque la construcción de este colector aún no ha sido siquiera programada). Esto elevaría mucho el costo del proyecto, ya que implica la construcción de dos sistemas diferentes de tratamiento de aguas negras, minando su factibilidad como proyecto de interés social.

La Comisión Especial de Vivienda, y luego el INVU, ente autorizado del proyecto, resuelven seguir el proyecto sin la red de alcantarillado sanitario, por lo que aprovecha una facultad que le otorga la Ley del BANHVI para construir sin permiso de construcción en determinados casos.

Debido a los atrasos en el trámite del proyecto motivados por el rechazo inicial de los tanques sépticos por parte de AyA, el proyecto fue ocupado por los preadjudicatarios del mismo antes de urbanizar. Actualmente, las casas provisionales utilizan letrinas y tanques sépticos, construidos sin supervisión técnica, para la evacuación de las aguas negras.

Hay otros proyectos no incluidos dentro de los estudios de caso aquí presentados que utilizan otras tecnologías mencionadas en la sección anterior del ensayo. Específicamente, en varios de los últimos proyectos promovidos por la Comisión Especial de Vivienda, FUPROVI y desarrolladores privados, se han construido filtros anaeróbicos de flujo ascendente. Este tipo de planta es relativamente nuevo, ya que durante mucho tiempo, diseños de ese tipo no lograban la aprobación del Ministerio de Salud. Una inspección ocular de algunas de estas plantas, del proyecto Manuel Jiménez en Cartago, de la Verbena 2 en Alajuelita y el proyecto desarrollado por FUPROVI en La Valencia de Desamparados (esta planta en particu-

que las plantas en cuestión aparentemente están funcionando, pero se carece de información sobre su eficiencia técnica actual.

Conclusiones

1. Las aguas residuales domésticas causan contaminación en los ríos del Área Metropolitana. Si bien es cierto que las cargas orgánicas más altas observadas corresponden a la época en que se producen los desechos del procesamiento del café, los niveles de contaminación son inaceptables también en invierno, fuera de la temporada de la contaminación cafetalera.
2. Hay preocupación de parte del Estado sobre la contaminación por las aguas residuales domésticas, manifestada en las exigencias para que un anteproyecto o proyecto de urbanización sea aprobado por el Ministerio de Salud.
3. Casi todos los proyectos nuevos de urbanización se realizan en terrenos donde no existe un colector de aguas negras, lo que significa que un alto porcentaje de los proyectos de urbanización deben buscar la forma de tratar las aguas residuales domésticas dentro del propio proyecto. Esto incrementa los costos de urbanización, los que deben ser asumidos, eventualmente, por los residentes del proyecto.
4. Los procesos de tratamiento de aguas residuales domésticas, llevadas a cabo dentro de los límites de la urbanización, exponen a los residentes a los efectos de contaminación cuando estas soluciones son defectuosas, carecen de mantenimiento adecuado o son mal utilizadas por los vecinos. Estos efectos incluyen la existencia de aguas negras o grises en la superficie (en el

suelo superficial o en las cunetas y caños) y malos olores.

5. La ambigüedad en la responsabilidad y la falta de recursos para el mantenimiento son las causas principales de la falta de eficacia de las plantas de tratamiento que existen actualmente. Por lo tanto es imposible afirmar que algún sistema de tratamiento no sirve.
6. En ausencia de una garantía de que las municipalidades, autoridades locales o A y A puedan asumir una responsabilidad real en el mantenimiento de las plantas de tratamiento nuevas, es preferible que la eliminación de las aguas residuales domésticas se realice por medio de sistemas descentralizados como los tanques sépticos, cuando éstos pueden utilizarse sin poner en peligro la pureza de los acuíferos subterráneos. Los tanques sépticos también tienen la ventaja de no necesitar una red de tuberías, de manera que se logra una economía en la urbanización. Aunque un desperfecto en el tanque séptico o drenaje implica la generación de un foco de contaminación dentro del lote del residente, este mismo hecho constituye un fuerte incentivo para realizar rápidamente su reparación.
7. En situaciones donde el uso de tanques sépticos no es recomendable, los tipos de planta más adecuados parecen ser el filtro anaeróbico de flujo ascendente y, en menor medida, el filtro percolador, ya que ocupan menos terreno e implican un menor costo de construcción que otras alternativas examinadas. Los digestores anaeróbicos existentes en el país, tanto las plantas grandes como las miniplantas descritas en los Estudios de Caso en este ensayo, no han exhibido buenos resultados, debido a

la complejidad de su mantenimiento. Las lagunas de oxidación requieren una gran cantidad de terreno, tienen un impacto ambiental fuerte debido a que el proceso de tratamiento está expuesto al aire, y requieren servir grandes cantidades de familias para alcanzar economías de escala que hacen factible su construcción. Los sistemas aeróbicos compactos, aunque técnicamente factibles y muy eficientes, tienen un costo muy alto.

Bibliografía

- ARIAS, A. L. 1997. *Model for Evaluating Water Infrastructure Cost: A Methodology Applied to Costa Rica*, Masters thesis submitted to the Dept. of Civil Engineering, University of Colorado.
- ARIAS, A. L.; Solís, A. 1991. *Sistema de Tratamiento Anaeróbico para Aguas Residuales del Beneficio de Café*, tesis, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.
- CAIRNCROSS, S.; Feachem, R. 1983. *Environmental Health Engineering in the Tropics*, London. John Wiley & Sons.
- Manual de Saneamiento Ambiental. 1980. State of New York, México. Limusa.
- MEYNEIL, P.J. 1982. *Methane: Planning a Digester*. Great Britain. Prism Press.
- Panfletos de información distribuidos por Klargeter. 1990. U.K. y Tanque Diez, 1992. Costa Rica.
- RICH, L. 1963. *Unit Processes of Sanitary Engineering*, London. Wile & Sons.
- RODRÍGUEZ, A. *Tratamiento de Aguas Servidas Domésticas Mediante Filtros de Percolación: Una Opción Razonable*. Revista Desarrollo, No. 2, San José, Costa Rica.
- Tahal Consulting Engineers Ltd. 1990. *Plan Maestro Alcantarillado Sanitario Gran Área Metropolitana*, Informe Final. Tomos 1 y 3. Tel Aviv, Israel.

LAS DESTREZAS EN EL ESTILO LIBRE EN NATACIÓN Y LA DIFERENCIA DE TIEMPO EN SU ADQUISICIÓN, ENTRE HOMBRES Y MUJERES ADULTOS

Dr. Rodrigo Molina Zúñiga
MSc. Rosibel Orozco Vargas

RESUMEN

El siguiente estudio se presenta como el resultado de un trabajo, que contempla dos partes. La primera consistió en la realización de un diagnóstico para determinar posibles diferencias en el tiempo de adquisición de las destrezas del estilo libre en natación entre alumnos universitarios de ambos géneros, con edades comprendidas entre los 17 y 22 años, catalogados por su edad, como "jóvenes adultos".

Para tal efecto, los sujetos de la muestra recibieron un curso de natación para participantes, por un periodo de tiempo de 12 semanas, divididos en dos grupos de acuerdo con su género.

Con base en estos resultados se procedió a estructurar una segunda parte de la cual únicamente se hace referencia aquí, la que consistió en la elaboración de un manual para la resolución de problemas en la fase respiratoria del estilo libre con la finalidad de proporcionar a instructores y profesores o entrenadores, alternativas para la enseñanza.

Los resultados del diagnóstico muestran que entre las mujeres principiantes y los varones principiantes, sí existen diferencias estadísticas en el tiempo de su adquisición, principalmente en las variables de: posición del cuerpo, movimiento de las piernas, movimiento de los brazos y la respiración.

INTRODUCCIÓN

La salud es un concepto de mucha relevancia para el ser humano. La medicina, la educación física, el deporte y la recreación son campos de alta importancia dentro la noción de salud; no solo implica la obtención de bienestar físico, sino la búsqueda del equilibrio entre el funcionamiento del individuo y sus expresiones de conducta; todos estos factores son los que la convierten en un tópico complicado para definirlo.

Sin embargo, se puede reconocer la importancia del ejercicio como un vehículo en procura del bienestar físico.

Resulta imposible negarse a los beneficios que ofrece el ejercicio físico. Autores como López (1989) y Lamb (1985) enumeran una serie de beneficios adquiridos mediante la participación en el ejercicio, tales como: mantener la salud, puesto que mejora la capacidad cardio-respiratoria, provee la energía que el cuerpo debe utilizar cuando así lo demande, proporcionando un sistema muscular y esquelético más fuerte. Por lo tanto, se debe elegir una actividad, rutina o deporte que se pueda realizar periódica y gradualmente.

Los deportes se identifican y clasifican en diferentes grupos, a saber: como de conjunto o individuales de acuerdo con la participación; de expresión o de contacto, rápidos o lentos. Lo cierto es que existe gran variedad de deportes; sin em-

bargo, para efectos de este estudio se hará especial énfasis en la natación.

Un recorrido a través del tiempo y del espacio muestra como la natación ha sido apreciada desde la más remota antigüedad. Entre los egipcios, el arte de nadar era aspecto esencial de la educación pública; los fenicios formaron equipos de buenos nadadores que ayudaron en sus largas travesías por el mar; entre los griegos, tan popular que para indicar que alguien era un analfabeto se decía de él: "No sabe nadar ni leer." (López, 1995).

LA NATACIÓN

Mediante la natación, el ser humano conoce un campo nuevo de actividad pues el medio acuático transforma sus sensaciones y modifica sus posibilidades motrices; en otras palabras, el tener que utilizar sus cualidades en un medio que no le es habitual, determina el carácter educativo de la enseñanza de la natación.

En los últimos tiempos, la natación ha adquirido una gran popularidad, es mucha la gente que ha descubierto en ella el placer de moverse dentro del agua, la sensación agradable, reparadora para un cuerpo cansado y han experimentado una auténtica alegría al bañarse y nadar.

En el deporte específico de la natación se encuentran varios estilos, entre ellos:

el Crawl (estilo libre), el estilo pecho, el estilo mariposa y el estilo dorso.

"En este último medio siglo, se ha dado mucha importancia a las competiciones natatorias y, como es natural, a los modos y maneras de nadar. A esas diversas actitudes del nadador y series de movimientos de propulsión escogidos como más eficaces para obtener una mayor velocidad de natación, se les ha venido a llamar estilos." (Navarro, 1990, p. 19).

Nadar es una habilidad muy valiosa para las personas, aumenta su seguridad, las divierte y las ayuda a mantenerse en forma (López, 1995). Es importante ir construyendo el estilo gradualmente, asegurándose de que el aprendiz domine cada etapa antes de pasar a la siguiente, de forma tal que se le permita aprender de lo simple a lo complejo, de lo fácil a lo difícil, de lo general a lo específico.

"La enseñanza actual de la natación debe tener en cuenta todos los componentes sensoriales y motores del alumno y aquellos elementos que conforman el entorno. Es necesario, pues, que la enseñanza se haga en su marco natural, es decir, en el agua, con una primordial preocupación por la seguridad, de modo que el alumno no sienta una impresión desagradable ante esta nueva situación. Esta seguridad entraña la confianza con la que luego se podrán emprender otras acciones, más específicas, de la enseñanza de la natación." (Navarro, 1990, p. 57).

Durante la etapa previa al dominio del medio acuático, es necesario definir dos categorías de grupos de aprendices que pueden seguir una instrucción de natación:

Categoría 1: Aquellos que han recibido una instrucción preliminar y son incapaces de nadar.

Categoría 2: Los que nunca han recibido una instrucción anterior.

Los primeros contactos con el agua influyen negativa o positivamente en la psiquis infantil (Navarro, 1990). De aquí, la enorme importancia de utilizar una metodología adecuada para la enseñanza de este deporte. Los profesores de Educación Física, instructores y entrenadores enfrentan uno de los trabajos pedagógicos más difíciles.

"Este proceso de análisis, en muchas ocasiones, es lento y algo complicado. Los encargados de la enseñanza deben analizar periódicamente la ejecución de sus estudiantes para poder determinar un plan de enseñanza. Los más experimentados y conocedores utilizan diferentes métodos para analizar y calificar la ejecución motora de sus estudiantes, con lo que les facilitan una forma para su trabajo. En contraste, educadores inexpertos carecen de un método efectivo para evaluar la ejecución de sus estudiantes y, por consiguiente, su trabajo es incompleto."

Se hace necesario contar con estudios específicos en este campo, que permitan al profesor tener bases sólidas para elaborar su plan de enseñanza y la certeza de desarrollar una metodología acorde con las necesidades de su grupo de estudiantes, ya sean estos hombres o mujeres.

"No solo, es importante que puedan demostrar y enseñar una destreza, sino también analizar la ejecutoria para diagnosticar posibles rezagos y/o fortalezas." (Del Río, 1992, p. 44).

Los estudios e investigaciones en el campo de la enseñanza de la natación se vuelven más necesarios conforme aumenta la edad de la población hacia el cual va dirigida, porque la mayoría de los estudios se hacen con personas en edades muy tempranas y al aumentar la edad de los aprendices se hace más difícil la adquisición de destrezas.

Toda persona que tiene a su cargo un grupo de aprendices debe saber que durante las distintas etapas del desarrollo humano evoluciona la condición física, la capacidad específica de rendi-

miento de cada uno de los sistemas orgánicos y funcionales, y la facultad de rendimiento deportivos de ambos géneros; por lo tanto, es necesario tomar en cuenta las diferencias en la anatomía, composición del cuerpo y de sus órganos, los cuales influyen en la capacidad física y motriz de los participantes. (Ibarra, 1989).

Algunos autores consideran que solamente se dan diferencias relacionadas con la flotabilidad y la resistencia entre hombres y mujeres que podrían afectar la técnica de las destrezas de la natación entre ambos. (Ibarra, 1989).

En la revisión bibliográfica no se encontraron informes de investigaciones sobre el tema. Sin embargo, en las entrevistas realizadas a profesores instructores y entrenadores en la enseñanza de la natación; los resultados muestran concordancia en que podría existir diferencia entre ambos géneros en el tiempo de la adquisición de las destrezas del estilo libre en natación, al tomar en consideración factores como fuerza, flotabilidad, flexibilidad, coordinación, así como el carácter de hombres y mujeres involucrados en los procesos de enseñanza aprendizaje. De ahí, la importancia de éste; sin perder de vista que es un trabajo de carácter pionero en el campo, ya que aparentemente no se conocen antecedentes bibliográficos de estudios en el país, el cual podrá generar muchas otras investigaciones sobre el tema.

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

Este estudio tiene la finalidad de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de adquisición de las destrezas del estilo libre en natación entre alumnos de ambos géneros de la Actividad Deportiva de la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica. Para lo cual se aplicó el programa regular del curso EF 8301 Actividad Deportiva: Natación para Principiantes.

ARTÍCULO

SUJETOS O FUENTES DE INFORMACIÓN

El estudio se realizó con 40 sujetos, estudiantes de la Sede del Atlántico, de la Universidad de Costa Rica; matriculados de acuerdo con su género, en el curso de Actividad Deportiva de Natación para Alumnos Principiantes.

Los sujetos de investigación lo conformaron 20 hombres y 20 mujeres; con edades que oscilan entre los 17 y 23 años. Catalogados según Bee (1987), como adultos jóvenes.

La edad mínima de las mujeres fue de 17 años y la máxima de 23. Los grupos asistieron por separado a las lecciones, dos veces por semana, con sesiones de una hora cada una. A ambos grupos se les administró el mismo tratamiento, el cual consistió en un plan para la enseñanza de las destrezas del estilo libre para principiantes.

Los sujetos, en general, no habían cursado la actividad deportiva. Esto, unido a otras características de la población, como zona de procedencia (rural), centro de estudio y edad, permiten establecer que los sujetos califican como adultos jóvenes moderadamente activos.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Con la finalidad de evaluar el grado de adquisición de las destrezas del estilo libre por los sujetos, se realizaron varias mediciones con las pruebas realizadas para tal efecto.

- Una preprueba al inicio de las lecciones para determinar el nivel inicial de los sujetos.
- Mediciones quincenales para evaluar el logro alcanzado hasta ese momento y determinar posibles adquisiciones de las destrezas (se utiliza el mismo instrumento que para la preprueba).
- Una postprueba para evaluar el grado de adquisición de las destrezas al final del tratamiento.

El instrumento usado para las mediciones fue tomado del libro de Navarro 1990, página 113, y fue analizado por

cinco especialistas nacionales en el campo de la natación para su respectiva estandarización.

LAS VARIABLES DE ESTUDIO DE MAYOR IMPORTANCIA

1. Adquisición de la destreza

- La definición conceptual.
Capacidad de ejecutar determinados movimientos del modo más preciso, rápido y armónico.
- La definición operacional.

Esta variable se evaluará con las respectivas mediciones (preprueba, mediciones quincenales, postprueba) de las destrezas del estilo libre a los sujetos durante las clases de natación. La adquisición de las destrezas dependerá de las puntuaciones alcanzadas en los instrumentos de medición.

2. Tiempo de adquisición de una destreza

- La definición conceptual.
Es el tiempo transcurrido desde el inicio de la enseñanza de una destreza hasta su adquisición.
- La definición operacional.

Se medirá mediante la aplicación de una preprueba y las sucesivas evaluaciones quincenales. Se considerará que se ha adquirido una destreza tomando en cuenta el tiempo hasta la evaluación respectiva que así lo demuestre con base en las puntuaciones alcanzadas.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA REALIZARLA

Se obtuvieron los promedios de las puntuaciones alcanzadas por los estudiantes de cada género, para cada destreza y por cada medición llevada a cabo. Para el análisis estadístico se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para observaciones apareadas, con la finalidad de determinar si la diferencia en el tiempo de adquisición de las destrezas del estilo libre entre ambos géneros es estadísticamente significativa, así mismo se calculó un índice de rendimiento para cada período que consiste en la siguiente fórmula:

$$\text{Índice: } V1 / 12 + V2 / 16 + V4 / 12$$

V1: variable-posición del cuerpo.

V2: variable-movimiento de piernas.

V3: variable-movimiento de brazos.

V4: variable-respiración.

El denominador en cada variable es la puntuación máxima que el sujeto podría alcanzar en cada una de ellas.

El análisis estadístico permite establecer un promedio de rendimiento por cada medición por los hombres y las mujeres.

- En la variable posición del cuerpo se presentó una diferencia estadísticamente significativa en los períodos de tiempo de adquisición de la destreza entre hombres y mujeres, comprendidos entre las mediciones 2, 4, 5 y 7.

En todas las mediciones (a excepción de la medición 3), el mayor promedio obtenido corresponde al grupo de las mujeres.

A excepción de la medición 3, en las demás mediciones, los hombres nunca logran alcanzar el rendimiento alcanzado por el grupo de las mujeres. (Ver Gráfico 1).

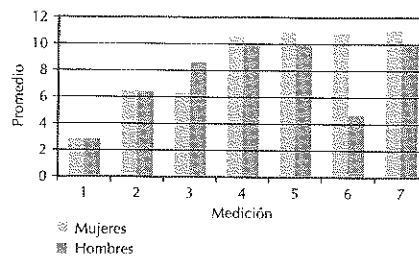


GRÁFICO 1
Desarrollo de destrezas.
Variable posición del cuerpo

- En la variable movimiento de piernas, se presentó diferencia estadísticamente significativa de los períodos de tiempo de adquisición de la destreza, entre ambos grupos, en seis de las siete mediciones (mediciones 2, 4, 5, 6 y 7), siendo esta diferencia altamente significativa para cuatro de las mediciones. En esta variable, al igual que en la anterior, la medición 3 no presenta diferencia estadísticamente significativa.

En las demás mediciones, el promedio de las mujeres fue superior al alcanzado por el de los hombres. Estos últimos nunca llegan a alcanzar el nivel obtenido por las mujeres a lo largo de todo el proceso de aprendizaje (a excepción de la medición 3). (Ver Gráfico 2).

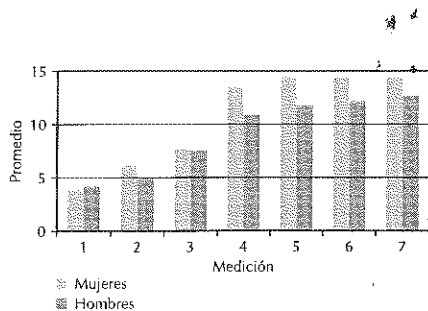


GRÁFICO 2
Desarrollo de destrezas.
Variable movimiento de piernas

- En la variable movimiento de los brazos, se presentó diferencia estadísticamente en cuatro de las mediciones (mediciones 4, 5, 6 y 7).

Es necesario resaltar también que a partir de la cuarta medición, las mujeres mantienen un promedio mayor que el de los hombres y estos nunca llegan a alcanzar su nivel. (Ver Gráfico 3)

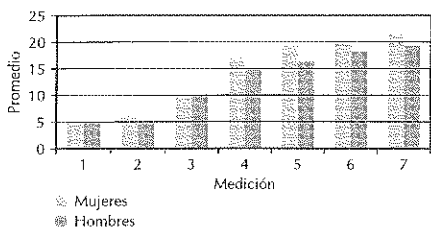


GRÁFICO 3
Desarrollo de destrezas.
Variable movimiento de brazos

- En la variable respiración se presentó diferencia estadísticamente significativa en los períodos de tiempo correspondientes a las mediciones 5, 6 y 7, para la adquisición de la destreza respiración entre ambos grupos. (Ver Gráfico 4).

Conclusiones

Se debe resaltar que las diferencias observadas entre hombres y mujeres son altamente significativas, y que el grupo

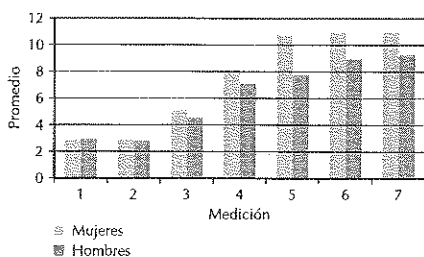


GRÁFICO 4
Desarrollo de destrezas.
Variable respiración

de las mujeres mostró un rendimiento muy superior al de los hombres en todas las variables.

Además, el grupo de los hombres nunca llega a alcanzar el nivel del grupo de las mujeres.

Por lo tanto, tomando en cuenta que a ambos grupos se les suministró el mismo tratamiento; es claramente observado que el grupo de las mujeres alcanza un rendimiento superior al mostrado por el grupo de los hombres.

Si se toma en cuenta que la variable respiración se trabaja al mismo tiempo que la variable movimiento de los brazos, se concluye que ambos resultados dependen el uno del otro; por cuanto el dominio de una buena técnica respiratoria facilita en gran medida la adquisición de un correcto movimiento de los brazos.

En este trabajo, el grupo de las mujeres adquiere en menor tiempo una adecuada técnica respiratoria (como puede observarse en el gráfico 4), así mismo se observó en ese grupo un menor tiempo de adquisición de destreza movimiento de brazos.

Si se analizan los promedios obtenidos de ambos grupos en cada una de las cuatro variables, se concluye lo siguiente:

- Para la variable posición del cuerpo, las mujeres alcanzan un promedio de 10,05 en la sexta semana; este promedio no es alcanzado por los hombres ni siquiera en la doceava y última semana que se dio el tratamiento

(proceso de enseñanza y aprendizaje del estilo libre).

En la última semana las mujeres alcanzan un promedio de 11,45 (el máximo que se puede alcanzar es de 12), mientras que los hombres llegan a alcanzar solamente un promedio de 10,30. Por lo tanto, se concluye que el grupo de las mujeres, aproximadamente en la mitad del período de duración del tratamiento (proceso de enseñanza del estilo libre), ya habían dominado esta destreza, mientras que los hombres no lo logran al mismo nivel, ni si quiera en la doceava y última semana.

- Para la variable movimiento de piernas, el grupo de las mujeres alcanzan un promedio de 13,90 en la sexta semana, mientras que los hombres no llegan a igualarlo ni siquiera en la doceava y última semana del curso de natación.

Las mujeres logran un promedio de 14,90 en la doceava semana (el máximo a alcanzar es de 16), mientras que los hombres logran un promedio de 12,92 el finalizar el curso de natación. Por lo tanto, se concluye que aproximadamente en la octava semana el grupo de las mujeres ya había adquirido la destreza, mientras que los hombres lo van logrando al finalizar la doceava semana.

- Con respecto a la variable movimiento de los brazos, el grupo de las mujeres alcanzan un promedio de 19,95 en la octava semana, mientras que los hombres no lo alcanzan ni siquiera en la doceava semana.

Al final del curso las mujeres obtienen un promedio de 22,25 (siendo el máximo a alcanzar de 24), mientras que los hombres logran un 19,50 (promedio que ya en la octava semana las mujeres habían alcanzado). Se concluye que se da una diferencia de nivel muy marcada entre ambos grupos a partir de la octava semana, en el cual el grupo de las mujeres obtiene un nivel muy superior al de los hombres.

- Para la variable respiración, el grupo de las mujeres obtiene un pro-

ARTÍCULO

medio de 11,10 en la sexta semana, mientras que los hombres alcanzan un promedio de 7,95.

En la doceava y última semana, las mujeres obtienen un 11,30 de promedio, mientras que los hombres un 9,45 (el máximo a alcanzar es un promedio de 12).

Por lo tanto, en la sexta semana, a mitad del período de tiempo de duración del tratamiento, el grupo de las mujeres alcanzaron un promedio muy alto; casi el deseado (promedio de 12); mientras que los hombres, se mantuvieron muy por debajo, inclusive al finalizar el curso de natación.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en el desarrollo de esta investigación se puede aducir lo siguiente:

- a) Se deben realizar más ejercicios de familiarización con el medio acuático durante las primeras semanas de un curso de natación; específicamente de inmersión, buceo y deslizamiento, con la finalidad de adquirir bases fuertes para
- b) un posterior trabajo de la técnica del estilo.
- b) Los ejercicios ejecutados anteriormente, se deben seguir utilizando a lo largo de todo el proceso para retroalimentar al alumno y mantenerlo en una constante práctica del fundamento de la respiración dentro y fuera del agua.
- c) Se recomienda que el grupo de los hombres trabaje más tiempo, especialmente en los ejercicios mencionados anteriormente.
- d) Se recomienda realizar durante la fase de calentamiento, ejercicios de flexibilidad; sobre todo para el grupo de los hombres; facilitando en alguna medida el movimiento de los brazos durante el nado.
- e) Se recomienda realizar durante la fase de calentamiento, ejercicios abdominales con la finalidad de facilitar el movimiento de las piernas o patada de los alumnos.
- f) Desarrollar más investigación en este campo, variando los períodos de tiempo (semanas), para conocer en qué momento el grupo de los hombres llega a igualar o superar el promedio alcanzado por las
- g) mujeres, o si es que no llega a darse tal situación.
- g) Realizar investigaciones futuras, similares a la anterior, pero con población de otras edades, para averiguar si la edad tiene relación con los resultados observados.

Bibliografía

- BEA, H. 1987. *El Desarrollo de la Persona*. Edit. Mexicana, México.
- IBARRA, G. 1989. *El Individuo y la Salud*. San Juan Puerto Rico. Centro de Publicaciones Universidad Interamericana.
- LAMB, D. 1985. *Fisiología del Ejercicio*. Edit. Grefol, Madrid. España.
- LÓPEZ, D. 1995. *Superando el Concepto del Movimiento*. Congreso Panamericano de Educación Física. Lima, Perú.
- MOLINA, R. y OROZCO, R. 1998. *Manual de Actividades Acuáticas para la Resolución de Problemas en la Fase de Respiración, en el Estilo Libre, dirigido a Adultos*.
- NAVARRO, F. 1990. *Hacia el Dominio de la Natación*. Editorial Gymnos.
- OROZCO, R., MOLINA, R. 2000. *Pedagogía de Estilo Libre*. Editorial U.A.C.A, Costa Rica.
- VÁZQUEZ. 1985. Datos de Psicología de las Motivaciones. *Revista Educación Física*, Setiembre-Octubre, N° 5.

PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA EN EL MARCO DE LA GLOBALIZACIÓN ECONÓMICA Y SOSTENIBILIDAD

Edgar Castillo Cruz

Ingeniero Agrónomo, Licenciado en Administración de Empresas, Master Scientiae en Extensión Agrícola, Profesor en Administración de Empresas Agropecuarias, UNED

RESUMEN

La investigación está enfocada a recoger la opinión directa de los miembros del Sector Agropecuario, respecto a las necesidades o limitantes para enfrentar un proceso de modernización agrícola y a identificar los efectos de la política global sobre los sistemas de producción agropecuaria de Costa Rica, así como del criterio respecto a los lineamientos prioritarios de la investigación agropecuaria. Las necesidades apuntadas se enfocaron al marco político y de gestión institucional, de recursos humanos y tecnológica. Por su parte, se indican los beneficios y desventajas del proceso de apertura e integración económica y la incidencia de la política global de sostenibilidad sobre el sector. Finalmente, se definen lineamientos para la investigación agropecuaria relacionados al cambio de enfoque, planificación y seguimiento de la producción, tecnología de producción, tecnología de proceso y aplicación de sistemas agroempresariales.

INTRODUCCIÓN

Ante los actuales procesos de ajuste que atraviesan los países de la Región Latinoamericana, la sociedad en general espera cada vez más de la investigación agropecuaria, de modo que sea una herramienta que no solo se ocupe de la productividad sino también del bienestar social y de la conservación de los recursos naturales (Novoa y Horton, 1993).

Para estos países, las actuales tendencias de la economía mundial son indicativas de la urgente adopción de políticas claras de investigación agropecuaria y de transferencia tecnológica que se requieren para satisfacer las necesidades reales de la población, gestión en que se deben invertir los escasos recursos disponibles para dotar de conocimiento a los miembros del sector agropecuario.

Esta situación permite visualizar el área de Extensión Rural como un medio propicio para transferir el conocimiento a los miembros del sector agropecuario, complementado con la adopción de un sistema de investigación que responda a las necesidades reales del sector. Las personas que participen de este proceso deben estar actualizadas respecto a las tendencias del entorno, convencidas de los enfoques que deben guiar a una agricultura moderna y del perfil de autogestión que deberá tener el productor que desee adquirir un papel protagónico en su sector.

En el caso particular de Costa Rica, el área de Extensión Rural se ha fortalecido en los últimos años con la creación de varios programas académicos a nivel de posgrado que buscan actualizar a los profesionales interesados. Estas iniciativas representan un medio formal y sistematizado para reorientar la formación del recurso humano que interviene en el sector rural, asimismo para

establecer un sistema de investigación que genere conocimiento para la toma de decisiones futuras en respuesta a las tendencias de cambio.

La importancia de utilizar la información del entorno para redinamizar el sector agropecuario, ubica a la investigación como instrumento para sistematización y análisis, recurso que por lo general no ha sido utilizado en forma adecuada para fortalecer los mecanismos de desarrollo y ajuste de los países de la región y mucho menos para promover un cambio integral de la agricultura hacia una actividad rentable, competitiva y equitativa, de manera que fortalezca los procesos modernos de desarrollo humano, económico y ambiental sostenibles.

Por su parte, la investigación agropecuaria deberá desarrollarse al ritmo del comportamiento de la economía mundial y ajustarse a las necesidades de sus beneficiarios, quienes al mismo tiempo requerirán de un cambio de actitud hacia la autodependencia, con visión empresarial de su actividad, con capacidad innovadora para mantenerse en el mercado, con el entendimiento del uso racional de los recursos naturales y, particularmente, de su contribución hacia la comunidad. La investigación deberá estar al servicio de la comunidad y no a la del investigador, es un principio ético y moral que deben adoptar los participantes de este proceso.

La investigación agropecuaria requiere de un profundo análisis que permita identificar cuáles son los lineamientos prioritarios que se deben seguir para ubicar al sector agropecuario en un nivel competitivo más amplio y sostenible ante la política global, donde la satisfacción de necesidades de los agricultores ocupe un lugar importante de decisión. Deberá lograrse una visión de mediano y largo plazo sobre la dirección de la investigación en la próxima década, pues es un mecanismo muy dinámico para encontrar respuestas a los retos del futuro.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Identificar las necesidades y factores limitantes del Sector Agropecuario de Costa Rica y Centroamérica.
- Detectar los posibles efectos de la política global sobre los sistemas de producción agropecuaria de Costa Rica.
- Definir los lineamientos de investigación prioritarios en la transformación productiva con equidad del sector agropecuario.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación realizada fue de tipo explicativa, dado que está referida a la identificación de opiniones que darán respuesta a la acción futura de la investigación agropecuaria. El análisis complementa a otros estudios previos, relacionados con el marco conceptual de modernización agrícola, los retos futuros derivados de ese proceso de cambio y los vínculos con los procesos de ajuste, apertura y sostenibilidad.

Asimismo, se apoya en aspectos estudiados sobre la realidad agropecuaria ante los procesos globales de apertura económica y sostenibilidad, en especial de análisis de las condiciones requeridas para inducir un proceso de modernización agrícola en Costa Rica y las tendencias de la producción agropecuaria ante el proceso de globalización.

El planteamiento expresado en este documento está orientado a brindar un

marco para la acción investigativa del sector agropecuario de acuerdo con sus necesidades previamente identificadas. Es un análisis del área investigativa enfocado al mercado, a la atención de condiciones requeridas para potenciar un proceso de modernización y a la armonización con las tendencias agropecuarias.

Ante esta orientación mercadológica, esta etapa de la investigación se enfocó exclusivamente a rescatar la opinión de los miembros del sector agropecuario.

Se consideró como sujetos de información a los representantes de organizaciones institucionales, empresariales o gremiales relacionados con la función de investigación y desarrollo del sector agropecuario, tanto en el sector público como en el privado. Para la elección de sujetos, se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico bajo el método de muestra de expertos a juicio o intencionalidad del autor (Hernández, Fernández y Paptista, 1991). En el Anexo 1 se indican los subsectores que brindaron información para esta etapa de la investigación.

A estos sujetos se les aplicó una entrevista estructurada administrada por el autor, la cual además de recoger la opinión sobre los lineamientos de investigación agropecuaria futuras, involucró el parecer sobre las necesidades o limitantes actuales del sector agropecuario y los efectos de los procesos de apertura y sostenibilidad sobre los sistemas de producción. En el Anexo 2 se presenta la Guía de Entrevista empleada en la investigación.

La información obtenida para cada componente de la entrevista fue clasificada en diferentes áreas temáticas a juicio del autor, considerando para ello la coincidencia que en este sentido, ofrecían las respuestas de los entrevistados. Asimismo, el orden de presentación de las opiniones de las diferentes áreas temáticas, está directamente relacionado con la frecuencia de respuesta de los entrevistados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

NECESIDADES ACTUALES DEL SECTOR AGROPECUARIO

El análisis se enfocó a valorar la opinión de los miembros del sector agropecuario respecto a las necesidades del país para orientarse hacia un proceso de modernización agrícola, lo cual implica mantener la visión hacia una actividad rentable, competitiva, equitativa y sostenible. A continuación se presentan las opiniones señaladas por los entrevistados, las cuales se agruparon en tres áreas temáticas: marco político y de gestión institucional, gestión de recursos humanos y gestión tecnológica.

MARCO POLÍTICO

Y DE GESTIÓN INSTITUCIONAL

Se coincidió en que existe un estado de falta de conciencia y consenso sobre los problemas del sector agropecuario que obliga a pensar en un foro integral en el corto plazo. Asimismo, se citó la baja capacidad de respuesta y coordinación de las diferentes instituciones del Estado, incluso se señala que las estructuras públicas se han convertido en un bloqueo para la definición y aplicación de política agropecuaria.

Dentro del marco político, el Estado debe fortalecer la estructura de la Extensión Rural y mejorar los servicios de apoyo para el aumento de la competitividad e ingresos; asimismo, definir mecanismos claros de apoyo al productor en cuanto a capacitación, asistencia técnica, crédito, acceso a la información, acceso a mercados internacionales y otorgar responsabilidad comunal.

Otras apreciaciones igualmente importantes se refieren a la identificación de espacios de participación del productor en la toma de decisiones, a reconocer que se debe producir para un mercado de usuarios, a priorizar la política de seguridad alimentaria, a valorar los recursos existentes y decidir qué producir con ellos, a potenciar las habilidades de los productores y a redefinir el espacio del pequeño productor agropecuario.

Se necesita de un cambio de paradigma, donde se promueva el trabajo por objetivos y resultados, se visualice la unidad productiva agrícola como parte de un sistema ampliado, con una nueva acción agroempresarial a nivel de finca y apoyada por un sistema de información oportuno. Esta apreciación coincide con Brenes (1994) en el sentido de que la visión sistémica en la producción agropecuaria facilitaría al productor la identificación de lo que él debe producir para atender las necesidades del consumidor.

Se requiere de un cambio de estrategia en la producción agrícola que defina qué producir, cómo hacerlo y hacia quién producirlo. Esto implica generar nuevos conceptos de valor agregado, menos dependencia de productos tradicionales y armonizar una estrategia comercial con el componente ambiental y de los recursos naturales.

GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Las opiniones recogidas coinciden en el señalamiento de tres aspectos relacionados con la gestión de recursos humanos, a saber: organización, capacitación y cambio de actitud.

Cuando se habla de organización, se debe promover en todos los niveles, desde el agricultor hasta el técnico y profesional agropecuario. Debe fomentarse un trabajo en equipo, con la participación de diferentes disciplinas profesionales y apoyado en modelos autogestionarios tendientes a fortalecer la organización comunal.

El agricultor necesita organizarse y entender que es parte de un sistema, asimismo tener claridad en para qué lo hace. Por ejemplo, entre otros beneficios, para capitalizar el uso de los conocimientos adquiridos, demandar apoyo y responsabilidad del Estado y generar mecanismos agroempresariales más competitivos basados en pequeñas economías de escala.

Lo más coincidente de la capacitación recae en que la formación de los recur-

sos humanos debe adecuarse a los cambios del entorno. Se necesita contar con una visión de mercado, el manejo y la comprensión de la competitividad, sostenibilidad y equidad, en enfoques de sistemas aplicados a la agricultura, la función de rentabilidad y comercialización y, principalmente, recuperar la labor creativa del agricultor costarricense.

Igualmente, se hace énfasis en la necesidad de un plan de capacitación planificado y sistemático, dado que existe un claro desorden en la formación técnica y profesional, sin orientación a las necesidades reales del sector.

Se reconoce la necesidad de un cambio de actitud en todos los niveles. La investigación, transferencia tecnológica y asistencia técnica debe orientarse a la realidad del productor para el logro de competitividad. Se requiere de tomadores de decisiones mejor preparados y ajustados al entorno, capaces de generar una actitud de cambio.

GESTIÓN TECNOLÓGICA

Aunque en menor grado, se recogieron algunos puntos de vista orientados a necesidades muy puntuales respecto a la orientación tecnológica y que precisamente coinciden con apreciaciones de autores como Lizano (1994) y Araya (1995).

Entre estos aspectos, se reconoce lo indispensable de generar tecnologías para maximizar el uso de los recursos internos de la unidad productiva, aumentar el valor agregado de la producción, ajustarse a las normas de calidad internacional, depender menos de insumos energéticos y a ser aplicadas en el mejoramiento de la producción.

Aunado a lo anterior, se requiere de mediciones de potencialidades agropecuarias según la capacidad de uso del suelo e identificar aquellos rubros de producción con ventajas comparativas.

De las opiniones señaladas por los entrevistados respecto a las necesidades actuales del Sector Agropecuario, es

importante rescatar su orientación hacia la demanda de mecanismos de gestión, tanto política e institucional, como de los recursos humanos y en menor grado tecnológica, lo cual coincide con Pomareda *et al* (1993) en el sentido de que la gerencia, la organización y los bienes tecnológicos son desafíos que deben atender los países de América Latina. Esta situación contrasta con las necesidades apuntadas años atrás, que se orientaban en especial a la generación y transferencia de tecnologías de producción.

De igual forma, es importante referirse a la opinión respecto a la gestión de recursos humanos, donde se citaron la organización, capacitación y cambio de actitud como los elementos centrales. Tal como lo indica Lacky (1994, 1995), los miembros del Sector Agropecuario han empezado a reconocer la urgente necesidad de adecuación en la formación de recursos humanos, sea ésta en el nivel de profesionales, como en el nivel de técnicos y productores.

EFFECTOS DEL PROCESO DE APERTURA E INTEGRACIÓN ECONÓMICA

Esta percepción de los miembros del Sector Agropecuario permitió verificar el marco teórico existente e, incluso, reflejar el sentir de la población vinculada a este proceso. A continuación se indican los beneficios y desventajas señalados por las personas entrevistadas.

BENEFICIOS

Es notable como el pasar de algunos años hace variar la opinión respecto a este proceso de apertura, pues las manifestaciones permiten visualizar un cambio de actitud para enfrentarlo, lo cual se refleja en lo variado de los argumentos positivos. A continuación se enumeran los principales aspectos recopilados en este sentido:

- a) Cambio de actitud para aprovechar fortalezas (escolaridad, base tecnológica, agricultores jóvenes, ubicación geográfica).

ARTÍCULO

- b) Impulso a sistemas de mayor competitividad y gestión administrativa.
- c) Búsqueda de eficiencia por parte del productor.
- d) Enfoque de calidad en la producción.
- e) Sistemas productivos menos dependientes del Estado.
- f) Obligatoria la organización de productores.
- g) Especialización en actividades con recursos abundantes y ventajas comparativas.
- h) Maximización del factor trabajo.
- i) Mayor organización en productos para exportación y de mercados específicos.
- j) Acceso a información diversa sobre mercados más competitivos.
- k) Diversificación del sector agropecuario hacia agricultura no tradicional.
- l) Diversidad de productos al consumidor final.

Referente a estas apreciaciones, es relevante el cambio de actitud de las personas ante el proceso de modernización de la economía. Se está pasando de una posición de resistencia a una situación de reconocimiento del proceso que implica variar el enfoque de la producción hacia modelos ajustados a la economía internacional, lo cual coincide con Mathieu (1994), quien plantea un tipo de reconversión mental conducente a la modernización bajo las características de la política económica actual a nivel internacional.

DESVENTAJAS

Respecto a los efectos del proceso de apertura e integración económica, prevalecieron las opiniones que objetan la política de negociación con los organismos internacionales, las condiciones para el nivel de competitividad requerido y las repercusiones sociales y sobre los sistemas de producción.

Respecto a la política de negociación y en concordancia con lo señalado por Fallas (1992), se enfatiza el hecho de que la auténtica participación de

miembros del sector en este proceso estuvo ausente, lo cual ha traído serias implicaciones sociales y de seguridad alimentaria. Además, no se consideró una estrategia de información al productor sobre lo que está sucediendo en su entorno y, mucho menos, un plan de transición de los pequeños y medianos productores hacia el nuevo esquema.

Asimismo, se indicó que ante este proceso de apertura se mantiene un estilo de asistencia técnica mal perfilado según los cambios sucedidos, sin política del Estado para apoyar al pequeño productor y sin gradualidad y simultaneidad con otras políticas macroeconómicas establecidas.

Referente a condiciones de competitividad, se rescata el reto de producir en un ambiente de normas de calidad y volúmenes realmente transables, con países que mantendrán subsidios y barreras no arancelarias permitidas en los convenios internacionales, esquema que Costa Rica no puede competir por el fuerte apoyo económico que requiere, con deficiente organización de pequeños productores que les imposibilita defender su espacio, con altos costos de producción y el competir con países que invierten en modernos sistemas de investigación y extensión.

De igual forma, nuevamente se citó la opinión sobre el uso del suelo, en el sentido de que no existe zonificación de la producción y por el contrario, se ha intensificado el uso de suelos no apropiados para ciertos cultivos como los tubérculos. Asimismo, se cuestiona un proceso de reconversión productiva que está poco enfocado a la solución integral de la problemática, sin respaldo en investigación e innovación tecnológica, sin impulso de procesos organizativos y administrativos.

En cuanto a las repercusiones sociales, merece especial atención la referencia hacia la pérdida de conocimiento de la agricultura tradicional, lo cual deriva un fenómeno cultural especialmente ante el alto riesgo para productores de

granos básicos y de sistemas frágiles de sobrevivencia.

Se concuerda con Fallas (1992) en el sentido de que la economía del pequeño productor exhibe mayor problemática, ante su crisis se produce un aprovechamiento comercial en la compra de su base productiva, resiente la eliminación de subsidios y equiparación de precios y está en un medio de libre oferta y demanda, sin darse cuenta que compete con países muy competitivos en el medio internacional.

A nivel de país, este proceso de apertura ha generado problemas sociales derivados de la distribución de la riqueza y la consecuente migración de la población rural a la ciudad, se está perdiendo la soberanía tecnológica ante la incapacidad del Estado para atender las necesidades del país, se está vendiendo la base productiva a grandes capitales extranjeros, se pone en riesgo la seguridad alimentaria, se induce a una erosión genética de cultivos derivada de la sobreespecialización y se ejerce mayor presión sobre la base de los recursos naturales, tal como lo señaló Luiselli (1992) al evaluar el efecto de las políticas macroeconómicas.

INCIDENCIA DE LA POLÍTICA GLOBAL DE SOSTENIBILIDAD

Se analizó la opinión de los miembros del sector agropecuario en cuanto a la incidencia de la política global de sostenibilidad sobre los sistemas de producción, enfocada ésta hacia el manejo tridimensional del concepto en aspectos económicos, sociales y ambientales. Las percepciones obtenidas demuestran que no existe claridad por el concepto como para generar sistemas de trabajo concretos; no obstante, se está en una etapa reflexiva que busca encontrar conciencia y la aplicación de un nuevo enfoque.

CONCIENTIZACIÓN

Existe consenso de que el concepto de sostenibilidad se ha enfocado hacia el campo meramente ambiental, sin com-

plementarse con las áreas sociales y económicas, lo cual de alguna manera ha causado una actitud irrelevante en el sector productivo. Normalmente se confunde el término con el estricto manejo de los recursos naturales, situación que ha originado incoherencias en la interpretación de la agricultura ecológica o sostenible.

A pesar de esta opinión, se destaca el surgimiento de una nueva generación enfocada al tema ecológico. Se percibe un cambio cultural a nivel institucional en el manejo del concepto en sus tres dimensiones y existe conciencia de que en el futuro cercano, el aspecto social será fundamento para la búsqueda de un desarrollo equitativo.

Una vez más se señala la falta de intervención del Estado para dictar política clara a nivel sectorial y es allí donde prevalecen los intereses económicos antes que los sociales y ambientales con el mal entendido argumento de búsqueda de competitividad, incluso se indica como una característica de los países de la región, los cuales no reúnen condiciones internas para llevar a cabo el proceso de sostenibilidad, máxime que requiere un trabajo de largo plazo.

CAMBIO DE ENFOQUE

Se señalaron importantes condiciones que son requeridas para un cambio de enfoque hacia el proceso de sostenibilidad y los cuales merecen reconocimiento al momento de establecer una agenda de trabajo en el sector agropecuario. A continuación se enumeran estas apreciaciones con la finalidad de apoyar un proceso de investigación y transferencia:

- a) Reconocer la situación de aprendizaje actual.
- b) Promover la responsabilidad social de la empresa en la conservación de los recursos naturales.
- c) Generar política estatal e incentivos estratégicos.
- d) Resolver problemas políticos y sociales de la región.

- e) Entender que los sistemas de producción deben tener mayor productividad, brindar equidad en ganancias y oportunidades, tener capacidad de reposición en su uso y mantener estabilidad en la producción.
- f) Generar verdaderas opciones para la agricultura tradicional apoyadas en tecnologías intermedias.
- g) Reconocer que el enfoque ambiental es consecuencia del interés económico.
- h) Diseñar metodologías de participación del pequeño productor agropecuario en este proceso.
- i) Reconocimiento del agricultor a variar el uso de sus sistemas de producción y a vincularse entre ellos.
- j) La gestión ambiental debe buscar un equilibrio entre producir y conservar.
- k) Fortalecer las cadenas de cultivos e incorporar al pequeño productor en la agricultura de exportación; esto implica una reforma institucional a nivel de investigación, transferencia, capacitación, cofinanciamientos para proyectos, etc.
- l) Recuperar el dinamismo de la agricultura mediante procesos de alta competitividad y equidad.
- m) Dictar política clara para desarrollar una agricultura de bajos insumos.
- n) Replantear el concepto del ecoturismo, de manera que sea un instrumento de desarrollo equitativo, rentable y aplicable en forma integral a los sistemas de producción agropecuaria.
- o) Ensayar metodologías para establecer indicadores de sostenibilidad.

En general, las opiniones recabadas sobre el concepto de sostenibilidad y su incidencia en el sector agropecuario, reflejan que aún se está en una etapa reflexiva sobre esta política global, en parte debido a la falta de conocimiento sobre mecanismos de aplicación y medición de resultados del concepto.

Por su parte, el cambio de enfoque antes comentado confirma las apreciaciones de algunos autores, entre ellos Trigo *et al* (1991) y Araya (1991), quienes señalan que la modernización agrícola

debe apoyarse en mecanismos tendientes a disminuir el desbalance y falta de criterio para conciliar desarrollo económico con ambiente, donde el crecimiento económico posibilite la distribución equitativa de beneficios gracias a una clara definición de política institucional por parte del Estado.

LINEAMIENTOS PARA INVESTIGACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO

De manera complementaria a los aspectos expuestos referentes a las necesidades del sector agropecuario, los efectos de la apertura comercial y el manejo del concepto de sostenibilidad, los cuales brindan acciones concretas para el desarrollo de un plan de investigación enfocado al mercado, se consultó a los sujetos de información sobre los lineamientos prioritarios necesarios para el futuro de la investigación agropecuaria.

Al respecto, se obtuvo una opinión generalizada de que antes de señalar aspectos concretos de acción, debía plantearse un cambio de enfoque de este proceso, caracterizado a su juicio por los elementos que se presentarán a continuación. Además, se sugirieron otras líneas de acción concretas en los campos de la planificación y seguimiento de la producción agrícola, la tecnología de producción y de proceso y la aplicación de sistemas agroempresariales.

CAMBIO DE ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Como elemento principal se indica la necesidad de establecer modelos administrativos de la investigación agropecuaria bien definidos y financiados para asegurar su permanencia y competitividad. Se insta a apoyar estos modelos mediante alianzas estratégicas entre sectores realmente comprometidos y evaluar el sistema de investigación generado por sectores productivos específicos como son los casos de la caña de azúcar, café, arroz, procurando con ello el trabajo conjunto público y privado.

Conforme lo han citado Novoa y Horton (1992), se coincidió en que los modelos de investigación futura deberán caracterizarse por su amplia capacidad de respuesta a los acelerados cambios del entorno, necesitarán dinamismo en su actuación, lo cual implica dotar a los centros de investigación y otras formas de organización de una clara visión empresarial. Igualmente existe coincidencia en que la investigación requiere orientarse con una visión de mercado, considerando para ello las necesidades de los usuarios, la competitividad de sus productos y el posicionamiento en el contexto internacional.

Un área de trabajo relevante corresponde al estudio de la legislación en el campo de la propiedad intelectual a nivel mundial, pues el proceso de globalización ha derivado importantes cambios en este sentido. Por ejemplo, en Costa Rica ha sido normal la incorporación de tecnologías foráneas en los sistemas productivos, debido a los escasos recursos disponibles para ser generadas a los internos del país.

En cuanto a las vinculaciones de la investigación agropecuaria, ésta debe trascender de manera sistémica a todos los elementos que conforman la cadena agroproductiva, involucrando al investigador, extensionista y producto en igual sentido, considerando la opinión de otras disciplinas profesionales, mayor protagonismo de las universidades y generando mecanismos para que el pequeño productor organizado realice sus propias investigaciones. Estas opiniones coinciden con Araya (1995), al señalar que se debe adquirir una visión sistémica de la agricultura para lograr la competitividad que demanda el entorno.

Por otra parte, conviene replantear la investigación hacia el tipo adaptativo, dado que se necesitan respuestas para condiciones micro y potenciar los recursos más valiosos del país, por ejemplo el suelo y la biodiversidad. De igual forma, descentralizar la investigación hacia las regiones con el fin de fortalecer el trabajo en equipo y com-

prometer al investigador con el conocimiento de la realidad agropecuaria y de la naturaleza.

PLANIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Se definieron algunos aspectos pertinentes al marco político del país, especialmente en la definición del compromiso hacia el apoyo a la investigación y que son trascendentales para organizar un sistema de investigación nacional. Entre estos aspectos se destacan los siguientes:

- Planificar la producción agrícola en cuanto a volúmenes y épocas para evitar fluctuaciones bruscas en la oferta y demanda y aprovechar las ventanas del mercado internacional.
- Establecer un modelo de desarrollo integral, basado en los conceptos de cuenca y microcuenca. Zonificar el espacio geográfico en función de las cadenas agroalimentarias y del mercado de exportación. Zonificación agrícola clara para generar opciones de diversificación y potenciar ventajas de zonas hasta ahora marginales y que son competitivas ante el mercado internacional. Esto conforme la correspondiente evaluación de tierras y de ecosistemas.
- Dinamizar un sistema de inteligencia de mercados, ágil, oportuno y de fácil acceso para los productores, técnicos, investigadores y extensionistas; asimismo, disponer de información no genérica para el productor, dirigida a los sectores productivos específicos.
- Estimular mecanismos participativos de desarrollo y mejora tecnológica, así como de diversificación agrícola con claras ventajas competitivas y de modelos efectivos de participación del pequeño productor en el mercado internacional.
- Acelerar el proceso de generación de metodología para la aplicación y medición de la sostenibilidad económica, social y ambiental.

TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN

En primera instancia, se retomó el tema de ordenamiento territorial como uno de los elementos importantes, en el sentido de generar variedades aptas para zonas o ecosistemas específicos y del mejoramiento genético de cultivos para atender necesidades reales en regiones previamente analizadas. Se comenta la limitada producción de semillas a nivel nacional, con la amenaza de que organizaciones internacionales procedan a la explotación comercial de la biodiversidad del país en ese sentido y luego vendan a Costa Rica ese material genético.

La posibilidad de generar nuevas opciones de producción agrícola fue una de las opiniones más citadas. Se busca encontrar respuestas en cultivos con proyección internacional, por ejemplo la introducción de frutas tropicales amazónicas bajo esquemas agroindustriales donde se obtenga un valor agregado muy reconocido en el mundo como es el caso de extracción vitamínica y mineral. Relacionada con este aspecto, se reconoció la necesidad de mantener inventarios sobre la biodiversidad y la medición de potencialidades por variedad. Estas apreciaciones coinciden con Paz (1993), quien afirma que los países tropicales deberán especializarse en productos sin competencia potencial, basados en sus ventajas comparativas y mayor valor agregado.

Se indicó la generación de posibilidades reales de agricultura orgánica, estableciendo para ello perfiles de producción evaluados integralmente en cuanto a su rentabilidad y eficacia, así como alternativas menos dependientes de insumos energéticos y de mayor provecho de los recursos internos del sistema de producción.

En relación con el medio, se señaló la necesidad de evaluar los sistemas de agricultura bajo riego, reducir la producción del efecto invernadero generado por la agricultura y continuar combatiendo la contaminación de pesticidas en el ser humano y la biodiversidad.

Finalmente, los efectos de los fenómenos climáticos ocurridos en los últimos años y que han causado grandes pérdidas en la agricultura, hacen pensar que la investigación debe considerar la medición de esos factores ecológicos mediante el uso de técnicas de agrometeorología. Será necesario establecer cambios tecnológicos en los sistemas de producción para minimizar los efectos, por ejemplo obtener variedades de periodos más cortos y definir áreas de menor riesgo para la agricultura.

TECNOLOGÍA DE PROCESO

La opinión se orientó a aspectos tendientes a minimizar los desperdicios de la producción, con el fin de lograr mayor aprovechamiento del producto y disminuir la contaminación causada por el mal manejo de residuos de cosecha. Además, debe complementarse con el establecimiento de adecuados manejos postcosecha para productos específicos.

Los sistemas agroindustriales deben generar procesos de transformación dirigidos a agricultores tradicionales y orgánicos, aplicar estándares de calidad en relación con el mercado internacional y métodos de empaque que contribuyan con la protección del medio.

Dentro de las consideraciones particulares citadas, merece recalcar el hecho de que la agroindustria debe ligarse a sistemas de integración vertical, tanto en la industria metal-mecánica y de equipamiento, como de innovaciones en los hábitos de consumo de los usuarios.

APLICACIÓN DE SISTEMAS AGROEMPRESARIALES

La visión empresarial del agronegocio se mostró como tema relevante para enfrentar los retos futuros de la producción agrícola, lo cual se relaciona muy directamente con la formación de recursos humanos y cambio actitudinal. A continuación se citan algunas consideraciones puntuales de aplicación para el enfoque de sistemas agroempresariales:

- Desarrollar modelos de responsabilidad social y empresarial con el medio en que se desenvuelven las empresas y de evaluación de las acciones que hacen para mejorar el ambiente.
- Mantener una cultura de innovación conforme el monitoreo de patrones de consumo y del comportamiento de la cadena de valor.
- Evaluar el resultado económico de los sistemas agroproductivos y establecer estructuras de costos de producción, tanto de agricultura tradicional como orgánica.
- Ensayar mecanismos de organización, tanto a nivel comunal como de la unidad productiva del productor, con el fin de identificar la figura organizativa idónea para aprovechar al máximo los recursos endógenos y potenciar su bienestar.
- Generar conciencia sobre la formación de recursos humanos (productores, investigadores, extensionistas) en el área de gestión agroempresarial, vista ésta como el proceso que facilite herramientas gerenciales, organizativas y tecnológicas, que aplique conceptos de sostenibilidad y dé a comprender la dinámica económica del contexto internacional.
- Evaluar en forma permanente los recursos disponibles en cuanto a su maximización, combinación y medición de resultados conforme su rentabilidad y competitividad. Mejorar la productividad del factor trabajo para compensar su alta representación en la estructura de costos de los sistemas de producción promedio.

Conclusiones

- a) El estudio permitió reconocer la importancia de complementar el marco teórico con la opinión de los miembros que conforman el sector agropecuario al momento de formular planes estratégicos de investigación.
- b) La orientación empresarial y el dinamismo que requiere la actividad agrícola, obliga a modelar la investigación con visión mercadológica para atender las necesidades reales de los usuarios. Se debe internalizar el proceso investigativo en todas las personas como un

asunto de actitud y no de especialidad de algunos sectores, profesionales o agricultores.

- c) Las necesidades actuales del sector agropecuario apuntan hacia aspectos orientados a la gestión e infraestructura de apoyo, tales son los casos de definición del marco político y de gestión institucional, gestión de recursos humanos y tecnología en menor grado.
- d) Se destacan las necesidades respecto a la falta de coordinación entre instituciones públicas, la carencia de una estrategia de producción respecto a los marcos de sostenibilidad y globalización, y el apoyo en la gestión de recursos humanos hacia la organización, capacitación y cambio de actitud en todos los niveles.
- e) Ante el proceso de apertura, la investigación agropecuaria debe guiarse hacia modelos de asistencia técnica perfilados a la atención de limitantes de los productores, de manera que logren la competitividad que les demanda el entorno. Esto requiere de una asistencia con rápida capacidad de adaptación al cambio, menos burocrática, ágil y oportuna.
- f) En general, la opinión sobre el proceso de sostenibilidad demuestra que poco se conoce al respecto ante la ausencia de mecanismos operativos y de relación a las tendencias socioeconómicas. El concepto se asocia con la conservación de recursos naturales en forma exclusiva; no obstante, se percibe un ambiente de concientización integral y de la necesidad de un cambio de enfoque del desarrollo nacional.
- g) Los lineamientos de investigación agropecuaria de los próximos años apuntan hacia la generación de un cambio de enfoque en su administración, basado en aspectos de estrategia empresarial, capacidad de respuesta, visión sistémica y procesos adaptativos. Destaca la necesidad de planificación y seguimiento de la producción agropecuaria en cuanto a volúmenes, épocas, zonificación, estrategia mercadológica, mecanismos participativos y mediciones de sostenibilidad.

ARTÍCULO

- h) Respecto a tecnología de producción y de proceso, se identificaron áreas concretas de estudio que deberán ser incorporadas en los lineamientos de investigación del futuro: ordenamiento territorial, material genético, sistemas evaluados de agricultura sostenible, sistemas intensivos de riego, agentes contaminantes del medio, riesgo por efecto climático, desperdicios de producción y proceso, opciones de transformación para la agricultura tradicional y orgánica.
- i) La aplicación de sistemas agroempresariales en el desarrollo del sector agropecuario se anota como eje principal de operación, lo cual se relaciona con la formación de recursos humanos y el cambio actitudinal de todas las personas que lo conforman.

Bibliografía

- ARAYA, Pablo et al. *El Desarrollo Sostenible: Un desafío a la política económica agroalimentaria*. DEI-IICA. San José, Costa Rica, 1995, pp. 117-141.
- BRENES, Esteban. *La Visión de Sistemas Agroempresariales y la Reversión Productiva*. *Revista Mundo Agropecuario*. CNAA, (22):9-11. San José, Costa Rica. 1994.
- FALLAS, Helio. *Costa Rica: Situación actual y perspectivas del desarrollo rural*. *Maestría en Política Económica*, Universidad Nacional. San José, Costa Rica. 1992.
- HERNÁNDEZ, Roberto; Fernández, Carlos y Paptista, Pilar. *Metodología de la Investigación*. Mc Graw-Hill, México, 1991, pp. 57-71.
- LACKI, Polan. *Desarrollo Agropecuario: de la dependencia al protagonismo del agricultor*. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. FAO. Serie Desarrollo Rural No. 9. Cuarta Edición. Santiago, Chile. 1995, p. 148.
- LACKI, P. y Zepeda, J. *Educación Agrícola Superior: La Urgencia del Cambio*. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. FAO. Serie Desarrollo Rural No. 10. Santiago, Chile. 1993, p. 98.
- LIZANO, Eduardo. *Apertura Comercial y Reversión Agropecuaria*. *Revista Mundo Agropecuario*. CNAA, No. 22. San José, Costa Rica. 1994, pp. 6-7.
- LUISELLI, Cassio. *Centroamérica: Ajuste Macroeconómico y Reactivación Agrícola*. San José, Costa Rica, 1992, pp. 62-93.
- MATHIEU, Javier. *Retos y Oportunidades para fin y principio de siglo*. *Revista Mundo Agropecuario*, CNAA, (21):9-10. San José, Costa Rica. 1994.
- NOVOA, Andrés y Horton, Douglas. *Planificación, seguimiento y evaluación de la investigación agropecuaria en las Américas: Una síntesis*. ISNAR-BID. San José, Costa Rica, 1993, pp. 3-5.
- PAZ, Julio; et al. *Libre Comercio, Integración y Agricultura en Centroamérica*. IICA-IIESCARIBE-FEDEPRICAP. San José, Costa Rica, 1993, pp. 65-70.
- Pomareda, Carlos; et al. *Libre Comercio, Integración y Agricultura en Centroamérica*. IICA-IIESCARIBE-FEDEPRICAP. San José, Costa Rica, 1993, pp. 55-59.
- TRIGO, Eduardo; Kaimowitz, David y Flores Roberto. *Bases para una agenda de trabajo para el Desarrollo Agropecuario Sostenible*. IICA. San José, Costa Rica, 1991, pp. 26-54.

ANEXO 1
SUJETOS DE INFORMACIÓN

SUBSECTOR	INSTITUCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Político Ministerial del Sector Agropecuario 	Ministerio de Agricultura y Ganadería. Oficina del Ministro.
<ul style="list-style-type: none"> • Universidad del Estado 	Universidad Nacional. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. Universidad Estatal a Distancia. Escuela de Ciencias Exactas y Naturales.
<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Privada 	Universidad para la Cooperación Internacional.
<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría Privada 	Consultores Internacionales.
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Nacional de Investigación 	Dirección Ejecutiva del SNITTA. Junta Directiva de FITTACORI.
<ul style="list-style-type: none"> • Organización Productores 	Unión Nacional de Pequeños y Medianos Productores Agropecuarios. UPANAC. Consejo Ejecutivo. Productores Individuales de la Región Occidental.
<ul style="list-style-type: none"> • Comercialización y Agroindustria 	Universidad Estatal a Distancia. Programa de Agroindustria. IICA. Oficina de Cooperación Técnica Costa Rica.
<ul style="list-style-type: none"> • Investigación Empresarial 	Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas
<ul style="list-style-type: none"> • Investigación Pública del Sector Agropecuario 	Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección de Investigaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Servicio de Extensión 	Universidad Estatal a Distancia. Maestría en Extensión Agrícola MAG Dirección de Extensión
<ul style="list-style-type: none"> • Recursos Naturales 	Universidad Estatal a Distancia. Dirección de Extensión. Programa de Educación Ambiental Proyecto IICA/GTZ
<ul style="list-style-type: none"> • Comité Sectorial Agropecuario 	Instituto de Desarrollo Agrario. Dirección de Operaciones.
<ul style="list-style-type: none"> • Organización Profesional 	Colegio de Ingenieros Agrónomos. Junta Directiva. Presidencia.
<ul style="list-style-type: none"> • Planificación Sectorial 	Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Planificación.
<ul style="list-style-type: none"> • Organización Sectorial 	Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria. Gerencia Técnica.

ANEXO 2
GUÍA DE ENTREVISTA

Como parte del Trabajo Final de Graduación que requiere el programa de Maestría en extensión Agrícola de la Universidad Estatal a Distancia, se le solicita emitir su opinión respecto a las perspectivas de la investigación agropecuaria para la modernización agrícola, en el marco de la globalización económica y de sostenibilidad.

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: _____

INSTITUCIÓN: _____

CARGO QUE OCUPA: _____

FECHA DE ENTREVISTA: _____

1. Respecto al proceso de modernización agrícola (concebida como aquella actividad rentable, competitiva, equitativa y sostenible) que requiere el Sector Agropecuario para ajustarse a la política global, ¿cuáles cree usted que son las principales necesidades y limitantes urgentes de atender?

Necesidades: _____

Limitantes: _____

2. ¿Cuáles han sido los principales efectos del proceso de apertura comercial e integración económica sobre los sistemas de producción agropecuaria de Costa Rica?

Beneficios: _____

Desventajas: _____

3. ¿Qué incidencia tiene la política global de sostenibilidad (equilibrio económico, ambiental y social) sobre los sistemas de producción agropecuaria de Costa Rica?

4. ¿Cuáles estima usted que son los lineamientos de investigación prioritarios del Sector Agropecuario para apoyar un proceso de modernización agrícola en Costa Rica?

FAUNA SILVESTRE VÍCTIMA DE LAS CARRETERAS: EL CASO DE COSTA RICA

Patricia Gómez Figueroa
Julián Monge-Nájera
Biólogos Universidad Estatal a Distancia,
San José, Costa Rica.

Introducción

Conforme se aísla en ciudades de concreto y cristal, el ser humano se aleja de la naturaleza a la cual estaba originalmente adaptado. Cuando éramos niños, resultaba raro ver un animal aplastado en la calle por los automóviles, tal vez porque en los países pobres había pocos vehículos y las malas carreteras hacían imposible viajar a alta velocidad. Luego vinieron las autopistas y la historia cambió. En países donde se abusa del transporte en automóvil, como en Estados Unidos, las estadísticas demuestran que por cada tres kilómetros de viaje se verán entre uno y ocho animales silvestres atropellados. La mortalidad de la fauna silvestre, en este país, ha recibido una atención especial por parte de los expertos por casi un siglo (Knutson, 1987). En algunas partes de América Central la cantidad es diez veces menor, según observaciones preliminares.

Las estimaciones sugieren que durante un día feriado mueren cerca de un millón de vertebrados en Estados Unidos (Jackson, 1986). Un censo, en un día normal, en 750 km de carreteras californianas demostró un total de nueve reptiles, 58 aves y 161 mamíferos muertos. En Inglaterra, la principal causa de mortalidad para algunas especies en estado silvestre es el tráfico de vehículos (Sleeman, 1988). No existen estudios similares en América Latina, pero es importante llevar este tipo de estadísticas sobre todo para aquellas especies en peligro de extinción.

Haciendo una revisión de los factores considerados, McClure (1951) y Knutson (1987) sugieren que una especie es afectada por la mortalidad en carreteras de acuerdo con: la concentración, la tendencia a cruzar, la capacidad de escapar y la presión del tráfico. Las características del hábitat tales como el atractivo de la vegetación o la disponibilidad de alimento que se encuentra cerca de las carreteras, incrementa la mortalidad (McClure, 1951). Los animales cruzan las carreteras a menudo cuando el clima es apropiado, durante las migraciones, cuando son jóvenes e inexpertos, etcétera (Knutson, 1987). El sexo y la edad son factores que afectan diferencialmente la tendencia a cruzar (Sleeman, 1988).

Las especies con sentidos pobres y movimientos lentos son víctimas más probables, mientras los animales alertas y rápidos, tales como los coyotes, raramente mueren (Jackson, 1986). Áreas muy densas y de tráfico rápido tienen una alta tasa de mortalidad (Knutson, 1987). Resulta interesante que las autopistas muy anchas suelen tener bajas tasas de mortalidad porque los animales evitan cruzarlas (McClure, 1951).

El objetivo de esta investigación es determinar cuáles y cuántas especies mueren en las carreteras de nuestro país, para averiguar las causas de su mortalidad. Además, es importante investigar cuáles de ellas están en peligro de extinción.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Trópico existen muy pocos—casi ninguno— estudios sobre las causas de la mortalidad de animales en carreteras. Para contribuir con lo anterior, ocho observadores participaron en este estudio siguiendo el procedimiento que se indica seguidamente:

- Seleccionaron carreteras en hábitats representativos.
- Anotaron el kilometraje inicial y el final del automóvil.
- Viajaron a 40 km/h.
- Si no se reconocía la especie, detuvieron el vehículo y revisaron el animal muerto.
- Anotaron el número de especímenes/total de km recorridos.
- Averiguaron el cociente de mortalidad. Para evitar un error, el cálculo se hizo de acuerdo con la cantidad total de kilómetros cubiertos en el hábitat (Pacífico, Medio o Caribe) donde las especies viven.

A pesar de que no fue posible una sistematización de la muestra, los datos cubren razonablemente todo el país (figura 1), incluyendo los parques nacionales. Un total de 10 250 km de autopistas fueron muestreadas: 3837 en la vegetación de las tierras bajas del Pacífico, 5316 en las alturas medias y altas (principalmente vegetación del Valle Central); y 1097 km en la vegetación de las bajuras del Caribe.

CUADRO 1
Composición taxonómica, mes de ocurrencia y frecuencia de vertebrados muertos en las carreteras de Costa Rica

TAXÓN	NÚMERO DE ANIMALES	HÁBITATS	MESES REGISTRADOS	INDIVIDUOS (/100km)
ANFIBIOS				
<i>Bufo marinus</i> (sapo)	4	PMC	1,4,8,9	0,039
Reptiles				
<i>Ctenosaura similis</i> (garrobo)	2	P	3	0,059
<i>Iguana iguana</i> (iguana)	3	PMC	2,7	0,029
<i>Bothrops asper</i> (terciopelo)	3	PMC	1,2	0,029
<i>Clelia clelia</i> (zopilote)	2	PMC	10	0,020
Culebras no identificadas	5		4,7,11,12	
Aves				
Icteridae				
<i>Stumella militaris</i>	2	P	2,11	0,052
<i>Quiscalus mexicanus</i>	3	PMC	1,7	0,029
Thraupide				
<i>Piranga bidentata</i>	1	PMC	2	0,010
<i>Piranga</i> (no identificada)	1	PMC	2	0,010
Emberizidae				
<i>Zonotrichia capensis</i> (yigüirro)	1	PMC	7	0,010
Accipitridae (no identificada)	1		1	
<i>Gallus gallus</i> (gallo)	2	PMC	7	0,20
Pájaros no identificados	12		1,4,7,11,12	
MAMÍFEROS				
Didelphidae				
<i>Caluromys derbianus</i> (zorro)	1	PMC	8	0,010
<i>Didelphis marsupialis</i> (zorro pelón)	18	PMC	1-3,6-8,1-10	0,176
Soricidae				
<i>Cryptotis sp</i>	1	PMC	6	0,010
Felidae				
<i>Felis domesticus</i> (gato)	25	PMC	1,4-12	0,244
Mustelidae				
<i>Conepatus semistriatus</i> (zorro)	3	PMC	3,4,8	0,029
<i>Mustela frenata</i> (comadreja)	1	PMC	9	0,010
<i>Mephitis macrooura</i>	4	P	1,6,8,11	0,104
No identificados	3		2,6,8	
Procyonidae				
<i>Potos flavus</i>	2	PMC	3,12	0,020
<i>Nasua narica</i> (pizote)	1	PMC	4	0,010
Canidae				
<i>Canis familiaris</i> (perros)	31	PMC	1,3-11	0,302
<i>Urocyon</i> (zorro)	1	PM	7	0,011
No identificados	5		4,5,8	
Erithizontidae				
<i>Coendu mexicanus</i> (puerco espín)	5	PMC	2,3,12	0,049
Sciuridae				
<i>Sciurus variegatoides</i> (ardilla)	5	PMC	2,3,7,10,12	0,049
<i>Microsciurus altari</i> (ardilla)	1	PMC	11	0,010
Muridae				
<i>Rattus norvegicus</i> (rata)	2	PMC	7,10	0,020
Roedores no identificados	4		4,8,9	
Leporidae				
<i>Sylvilagus floridanus</i> (conejo)	2	P	11	0,052
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (conejo)	1	PMC	8	0,010
<i>Sylvilagus dicei</i> (conejo)	2	M	1,3	0,038
<i>Sylvilagus</i> (no identificado)	1		2	
Bradypodidae				
<i>Choloepus hoffmanni</i> (perezoso)	1	PMC	7	0,010
No identificado	1		11	
Mamíferos no identificados	21			

P= Pacífico, PMC= Pacífico, Mediana Altitud y Caribe, M= Caribe

USO DE HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS LAGARTIJAS *AMEIVA QUADRILINEATA* Y *CNEMIDOPHORUS DEPII* EN LA PLAYA PUNTA JUDAS, ESTERILLOS, PUNTARENAS

Harold Arias-Le Claire*

Gabriela Jones Román**

Biólogos especialistas en Conservación de Biodiversidad

* Cátedra Gestión de Recursos Naturales, Escuela de Ciencias Exactas y Recursos Naturales.

Universidad Estatal a Distancia, lecythiscr@yahoo.com

** Consultora e investigadora independiente, dipteryxcr@yahoo.com

Resumen

Se estudiaron las poblaciones de *Ameiva quadrilineata* y *Cnemidophorus depii* en la zona de la playa de la Hacienda Hilda Marina, Esterillos (Puntarenas). Se hicieron observaciones acerca del uso de hábitat y la distribución espacial de las dos especies de lagartijas en dos tipos de hábitats. El área de vegetación rastrera estaba dominada por la especie *Ipomea sp.* y la zona de piñuelas por una especie del género *Bromelia*. Las observaciones se realizaron mediante transectos de 100 metros de largo a través de conteos perpendiculares en éstos con el objetivo de determinar con más detalle los parámetros estudiados. Adicionalmente, se determinó la temperatura del ambiente y el suelo con el propósito de establecer si éstas eran variables influyentes en el comportamiento y la distribución espacial de las lagartijas.

Ambas especies de lagartijas se ubicaron principalmente en la zona de vegetación rastrera y se comportaron como forrajeadoras activas. En la zona de vegetación rastrera el uso de los tipos de vegetación (posibles microhábitats) presentes fue diferencial en ambas especies en contraste con lo ocurrido en el área de piñuelas. A lo largo de los transectos de los dos hábitats las dos especies de lagartijas se separaron espacialmente. En resumen, las diferencias observadas en la distribución espacial y el uso de hábitat por parte de ambas lagartijas son posiblemente el resultado de un proceso de exclusión

competitiva debido a una reciente condición simpátrica.

Abstract

At a beach zone of La Hacienda Hilda Marina, Esterillos (Puntarenas) were studied the populations of two lizards, Ameiva quadrilineata and Cnemidophorus depii. Observations about habitat use and spatial distribution were made in two types of habitats. Ipomea sp. dominated the zone of creeping vegetation and the "piñuelas" zone by a type of Bromelia sp. Observations of both lizards were conducted using 100 m linear and perpendicular trails. Environment and soil temperature were measured in order to establish some relationship between lizard's behavior and physical conditions.

Both species were located mainly in the creeping vegetation and showed an active foraging behavior. In this zone A. quadrilineata and C. depii used in a differential way the vegetation types in opposite with habitat use in the "piñuelas" zone. At linear trails both lizards showed a spatial separation pattern. In short, observed differences in spatial distribution and habitat use of these lizards probably are the results of competitive exclusion process as a consequence of a recently sympatric condition.

La disponibilidad de recursos como alimento, fuentes de agua, accesibilidad a parejas, sitios para refugiarse y la vulnerabilidad a depredadores son de los factores principales en la dispersión de

los organismos; mientras que el comportamiento determina la distribución en el espacio (Andrewartha y Birch 1982, Alberts 1993, Zug 1993). Asimismo, Zug (1993) destaca que variables como la depredación, la simbiosis y la competencia moldean la organización de una comunidad.

La selección natural en general, favorece las diferencias en el uso de hábitat y en aspectos del comportamiento, lo cual minimiza la competencia entre las especies (Arnold 1972, Begon et al. 1996). Hirth (1963) y Hillman (1969) observaron que ciertas especies de lagartijas tienden a comportarse de diferentes formas variando los períodos de actividad y distribuyéndose según la disponibilidad del hábitat. Además, Hirth (1963) destaca que la preferencia y la tolerancia a diferentes temperaturas son variables importantes en la separación espacial de ciertas especies de lagartijas de playa. De este modo, cuando las especies simpátricas presentan traslapes de comportamiento y/o espacio o bien están filogenéticamente relacionadas (por ejemplo dos especies del mismo género) se puede esperar que se den modificaciones en el comportamiento y el uso del hábitat probablemente como resultado del proceso de exclusión competitiva (Partridge 1978, Begon et al. 1996). El principio de exclusión competitiva establece que si dos especies coexisten en un ambiente estable y compiten de alguna forma, presentarán diferencias en sus nichos; si esta diferenciación no se presenta, una de las

especies competidoras excluye o elimina a la otra (Begon et al. 1996). En observaciones preliminares a este estudio en Playa Punta Judas, Esterillos, se notó como la lagartija *Ameiva quadrilineata* está aumentando su distribución hacia el norte de la vertiente pacífica de Costa Rica, traslapándose a su vez con el rango de la lagartija *Cnemidophorus depii*. De acuerdo con Echternacht (1991) estas lagartijas pueden estar traslapándose en la costa al noroeste de Quepos, pero ambas especies por lo general son alopátricas (no están juntas en un mismo sitio). El fenómeno observado en Playa Punta Judas probablemente está provocando una condición reciente de simpatria entre estas dos especies de lagartijas que poseen comportamientos similares. Con base en este hecho la presente investigación pretende, a) establecer si *C. depii* y *A. quadrilineata* usan diferencialmente el espacio disponible; b) determinar si existe alguna preferencia de ambas especies por los diferentes microhábitats (tipos de vegetación) presentes en el área de estudio; y c) establecer si existe alguna relación entre la temperatura (del suelo y el ambiente) y la posible escogencia de microhábitats.

MATERIAL Y MÉTODOS

ESPECIES DE ESTUDIO

La familia de lagartijas *Teiidae* está representada en Costa Rica por dos géneros, *Cnemidophorus* con una especie (*C. depii*) y cinco especies del género *Ameiva*. La distribución de *C. depii* en la vertiente pacífica de Costa Rica se extiende desde Guanacaste hasta zonas intermedias entre Puntarenas y Quepos mientras que *A. quadrilineata* se encuentra desde Quepos hasta Panamá (Savage y Villa 1986, Echternacht 1991). Ambas especies son características de zonas de playa y se ven activas principalmente en días soleados dada su condición helioterma ya que regulan su temperatura corporal exponiéndose a la incidencia del sol (Echternacht 1991).

SITIO DE ESTUDIO

La investigación se realizó los días 18 de octubre y del 7 al 9 de noviembre de 1997 al norte de Quepos en Playa Punta Judas, Esterillos (Provincia de Puntarenas), en la zona de playa de la Hacienda Hilda Marina. En este sitio se identificaron dos hábitats diferentes típicos de playa: a) la zona de vegetación rastrera se ubicó en los bordes de un camino paralelo a la playa, aproximadamente a cinco metros del borde de marea. Esta área arenosa presentaba principalmente vegetación de tipo rastrera como *Ipomea* sp. (Convolvulaceae) y *Mimosa* sp. (Fabaceae). Esta vegetación dominante se encontraba bordeada por el arbusto *Caesalpinia bonduc* (Fabaceae) y una especie de "piñuela" del género *Bromelia* (*Bromeliaceae*); b) la zona de "piñuelas" se ubicó en las márgenes y alrededores de un antiguo aeropuerto, el cual estaba contiguo (aproximadamente a cuatro metros) al camino antes mencionado.

Este sitio se caracterizó por la fuerte dominancia de "piñuelas" (bromelias) y el arbusto *C. bonduc*. Las condiciones ambientales en los diferentes días de muestreo se caracterizaron por altas precipitaciones en las noches y en algunas ocasiones en las madrugadas. Esto provocó que en las primeras horas de la mañana se presentara gran nubosidad lo que influyó en el inicio de actividad de las lagartijas y, por ende, en la hora de inicio de los muestreos; por lo general, se empezó a anotar observaciones a las 9:00 horas.

MUESTREO

Se ubicó un transecto de 100 metros de largo en la zona de vegetación rastrera y otro en el área de "piñuelas"; cada uno de ellos fue subdividido cada cinco metros, empezando con una marca que indicaba cero metros y finalizando con otra marca a los 100 metros. Ambos transectos se recorrieron dos veces cada día de muestreo y las observaciones se hicieron en los lados más cercanos a la playa debido a que en estas partes se presentaba la mayor diversidad de microhábitats.

Los transectos fueron recorridos de acuerdo con el siguiente orden: el primer y último día de muestreo se iniciaron las observaciones en la marca de los "cero metros" del transecto de la zona de "piñuelas", para continuar en la marca de 100 metros de la zona de vegetación rastrera. Los días restantes el recorrido de los transectos inició en los cero metros de la zona de vegetación rastrera para luego continuar en la marca de 100 metros de la zona de "piñuelas". En ambos transectos se anotó el número de individuos de *C. depii* y *A. quadrilineata*, y se indicó para cada lagartija la hora de observación, la ubicación según las marcas del transecto, el comportamiento o actividad y el tipo de vegetación circundante. Con el objetivo de obtener información más detallada respecto al uso de los microhábitats (tipos de vegetación circundantes) y el comportamiento de las lagartijas se realizaron conteos perpendiculares a los transectos establecidos. Estos conteos abarcaron de uno a cinco metros (de acuerdo con la accesibilidad y visibilidad) a cada lado del transecto y se efectuaron cada 10 metros iniciando en la marca de los cinco metros. Se anotaron las mismas variables antes mencionadas para cada lagartija observada; además, se tomó la temperatura del suelo y el ambiente con un termómetro de mercurio. La temperatura del suelo se tomó ubicando la punta de mercurio del termómetro a unos centímetros de profundidad en el sustrato y la temperatura ambiental se midió a una altura aproximada de 1.20 m del suelo.

ANÁLISIS DE DATOS

Se realizaron pruebas de chi-cuadrado para el análisis de la preferencia según el hábitat (zona de vegetación rastrera y zona de "piñuelas") y microhábitat (diferentes tipos de vegetación), así como para el comportamiento o la actividad realizadas por los individuos de ambas especies. En lo que respecta a la distribución espacial en los transectos, se realizaron pruebas de Kolmogorof-Smirnov (Steel y Torrie 1988) para los cuatro muestreos con más individuos registrados (dos para cada transecto).

RESULTADOS

Se registró un total de 143 observaciones para ambas especies de lagartijas, 122 fueron en la zona de vegetación rastrera y 21 en el área de "piñuelas". La mayor cantidad de observaciones, 104, correspondió a individuos de *C. depii*, mientras que solamente 39 fueron observaciones para *A. quadrilineata* (Figura 1). Se nota una clara diferencia entre el número de observaciones entre la zona de vegetación rastrera y el área de "piñuelas", tanto para *C. depii* ($\chi^2_c = 64,65$, 1 gl., $p < 0,01$) como para *A. quadrilineata* ($\chi^2_c = 8,96$, 1 gl., $p < 0,05$).

En lo que respecta al comportamiento de ambas especies se observaron diferencias en el número de observaciones según las actividades (forrajeo y asoleándose) para *C. depii* ($\chi^2_c = 58,50$, 1 gl., $p < 0,01$) así como para *A. quadrilineata* ($\chi^2_c = 18,69$, 1 gl., $p < 0,01$) (Figura 2).

En el análisis de las posibles preferencias por microhábitats (o tipos de vegetación) de las dos especies de lagartija en la zona de vegetación rastrera, se encontró una mayor preferencia de *C. depii* por la zona de *Ipomea* sp., seguido por las mimosas ($\chi^2_c = 81,67$, 3 gl., $p < 0,01$). Similarmente, *A. quadrilineata* mostró una clara preferencia por *Ipomea* sp., aunque su segundo microhábitat de preferencia fueron las piñuelas ($\chi^2_c = 22,72$, 3 gl., $p < 0,01$) (Figura 3). En la zona de "piñuelas" no se presentó una clara preferencia de microhábitat por parte de ambas especies (para *C. depii* $\chi^2_c = 0,82$, 1 gl., $p = 0,80$; para *A. quadrilineata* $\chi^2_c = 0,40$, 1 gl., $p = 0,5$) (Figura 4).

En relación con la distribución espacial en el transecto de la zona de vegetación rastrera, se presentó una separación espacial significativa de *A. quadrilineata* y *C. depii* en los dos muestreos con más observaciones. En el muestreo con más individuos ($n = 24$) *C. depii* se ubicó en los últimos 30 metros del transecto, mientras que los individuos observados de *A. quadrilineata* estuvieron cerca de los 40 metros ($D_c = 1,00$, $2/22$, $D_t = 0,57$, $\alpha = 0,05$) (Ver figura 5). Para

el segundo muestreo con más individuos ($n = 21$), se observó una distribución similar a la anterior, a pesar de observarse un mayor traslape entre las dos especies ($D_c = 0,77$, $6/15$, $D_t = 0,57$, $\alpha = 0,05$) (Ver figura 6). En la zona de "piñuelas" la distribución espacial de las dos especies de lagartijas en el muestreo con más individuos ($n = 7$) presentó diferencias significativas ($D_c = 1,00$, $2/5$, $D_t = 0,85$, $\alpha = 0,05$) (Ver figura 7). En contraste, la distribución espacial en el segundo transecto con más individuos ($n = 6$) fue muy similar entre ambas especies, notándose que no se presentaron diferencias significativas entre las dos distribuciones ($D_c = 0,00$, $3/3$, $D_t = 0,75$, $\alpha = 0,05$) (Ver figura 8).

En las Figuras 9 y 10 se muestrean las temperaturas registradas para el suelo y el ambiente, tanto en el primero como en el segundo muestreo con más individuos en la zona de vegetación rastrera. Se nota que las temperaturas del suelo y del ambiente en el primer muestreo tienen máximos mayores a los del segundo muestreo. En las Figuras 11 y 12 se observa una gran similitud entre las temperaturas del suelo y el ambiente de los dos muestreos con más individuos en la zona de "piñuelas".

DISCUSIÓN

Con base en los resultados expuestos (Ver Figura 1), se denota una clara inclinación de ambas lagartijas por estar en la zona de vegetación rastrera; esto concuerda con la preferencia por áreas abiertas y arenosas informada para estas dos especies (Duellman y Wellman 1960, Echternacht 1991). Muy probablemente las condiciones que prevalecían en la zona de "piñuelas" no eran las más apropiadas para ambas especies.

El comportamiento de *C. depii* y *A. quadrilineata* como forrajeadoras activas (Duellman y Wellman 1960, Hirth 1963, Echternacht 1991), se demostró claramente en los resultados obtenidos (Ver Figura 2). La alta nubosidad presente al inicio de las mañanas en los días de muestreo provocó que ambas especies iniciaran su actividad de forra-

jeo cuando la temperatura alcanzaba aproximadamente los 29°C (generalmente pasadas las 9:00 horas). Esto concuerda con la condición helioterma y con el ámbito de temperaturas de mayor actividad (29-30°C) informadas para estas lagartijas por Hirth (1963). La baja cantidad de individuos asoleándose durante el tiempo de muestreo, se puede relacionar con el hecho de que ambos tejidos se retiran a sus madrigueras en condiciones de alta nubosidad y bajas temperaturas (Hillman 1969, Echternacht 1991); condiciones que se presentaron principalmente durante las primeras horas de los muestreos. En cuanto al uso de microhábitats ambas lagartijas mostraron una tendencia a establecerse en el área de vegetación rastrera, específicamente en áreas cubiertas por *Ipomea* sp., debido a que muy probablemente este tipo de planta, crece en sitios arenosos (Wilson 1991), les ofrece condiciones apropiadas para regular la temperatura corporal entre áreas de sol y sombra (Echternacht 1991) y les podría dar una mayor cobertura contra depredadores. El uso diferenciado de los restantes microhábitats (bromelias, mimosas y caesalpinias) puede ser el resultado de los mecanismos propios de separación de nichos en especies simpátricas para evitar competencia (Ver Figura 3). Para el área de "piñuelas", el menor grado de separación en el uso de los microhábitats (caesalpinias y bromelias) se puede explicar posiblemente por una invasión reciente del sitio o por la presencia de menos individuos de ambas especies, lo que resulta en una menor competencia.

En lo que respecta a la distribución a lo largo de los hábitats, se observa cómo en el área de vegetación rastrera y la zona de "piñuelas" se está dando una clara separación espacial de ambas especies, lo que muy probablemente se asocia con las distribuciones de microhábitat y las preferencias de las dos especies por éstos. Estas observaciones concuerdan con Hirth (1963) y Echternacht (1991), que señalan las condiciones en el ámbito de microhábitats como los principales

factores en la separación espacial de especies de lagartijas, entre las cuales la temperatura es una de las principales variables que separa a las especies de acuerdo con su tolerancia y preferencia (Cole 1943, Bogert 1949, Hirth 1963, Hillman 1969). Esto último, quizá tenga relación con las diferencias de temperatura registradas a lo largo del hábitat de vegetación rastrera.

Con los resultados expuestos en esta investigación, se puede sugerir que la interacción entre *C. depii* y *A. quadrilineata* en esta comunidad está provocando una distribución diferencial de las mismas a través de los microhábitats disponibles.

Lo anterior posiblemente es el resultado de una variación en las respuestas comportamentales de *A. quadrilineata*, la cual aparentemente está siendo desplazada por *C. depii* de la zona de vegetación rastrera; tal fenómeno concuerda con lo esperado en un proceso de exclusión competitiva. Además, se podría esperar que la selección natural favorezca a los individuos de *A. quadrilineata* que ocupen áreas no utilizadas por una especie competitivamente superior (en este caso *C. depii*).

Por otra parte, los resultados obtenidos están en congruencia con lo mencionado por Echternacht (1991), al observar que generalmente *C. depii* en simpatría con cualquier especie de *Ameiva* logra desplazarla a zonas más cerradas y sombreadas. En conclusión, esta investigación evidencia una aparente separación de nichos entre ambas especies de lagartijas; esto es posiblemente el resultado del fenómeno de exclusión por competencia, dada la simpatría de dos especies ecológicamente similares. En este caso aparentemente *C. depii* está desplazando a la especie *A. quadrilineata*, sin embargo conclusiones más contundentes se podrían alcanzar si en estudios posteriores se analiza esta interacción durante un periodo de tiempo mayor. Además, deberían considerarse otros aspectos en los que estas especies pueden estar separando sus nichos, por ejemplo podrían estar ocurriendo variaciones en los patrones diarios de actividad y/o separación en las presas consumidas.

AGRADECIMIENTOS

A Walter Araya por su colaboración y apoyo, a Gilbert Barrantes por sus valiosos comentarios y al Curso de Reptiles (1997) de la Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

Bibliografía

- ANDREWARTHA, H.; L. 1982. *Selection from distribution and abundance of animals*. Chicago. U.S.A. 275 p.
- ALBERTS, A. 1993. *Relationship of space use to population density in an herbivorous lizard*. *Herpetologica* 49: 469-479.
- ARNOLDS, S. 1972. *Species densities of predators and their prey*. *The American Naturalist* 106: 220-236.
- BEGON, M.; Harper, J.; Townsend, C. 1996. *Ecology: individuals, populations and communities*. 2 ed. Oxford. Blackwell. 876 p.
- BOGERT, C. 1949. *Thermoregulation in reptiles, a factor in evolution*. *Evolution* 3: 195-211.
- COLE, L. 1949. *Experiments on toleration of high temperature in lizards with reference to adaptative coloration*. *Ecology* 24: 94-108.
- DUELLMAN, W.; Wellman, J. 1960. *A systematic study of the lizard of the Deppel group (Genus Cnemidophorus) in Mexico and Guatemala*. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology University of Michigan* 111: 1-80.
- ECHTERNACHT, A. 1991. *Ameiva y Cnemidophorus*. In: Janzen, D.H. de. *Historia natural de Costa Rica*. 2 ed. Trad. M. Chavarría. San José, C.R. Editorial Universidad de Costa Rica. pp. 379-383.
- HILLMAN, P. 1969. *Habitat specificity in three sympatric species of Ameiva (Reptilia: Tejidae)*. *Ecology* 50: 476-481.
- HIRTH, H. 1963. *The ecology of two lizards on a tropical beach*. *Ecological Monographs* 33: 83-112.
- PATRIDGE, I. 1978. *Habitat selection*. In: Krebs, J. and Davies, N. eds. *Behavioural ecology an evolutionary approach*. 2 ed. Blackwell. Massachusetts. U.S.A. pp. 351-376.
- SAVAGE, J. Villa, J. 1986. *Introducción a la herpetofauna de Costa Rica*. Society for the study of Amphibians and Reptiles. Ohio. U.S.A. 207 p.
- STRI, R.; Torrie, J. 1988. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 2 ed. McGraw-Hill. México. 622 p.
- Wilson, D. 1991. *Ipomea pes-caprae (Convolvulaceae)*. In: Janzen, D.H. de. *Historia natural de Costa Rica*. 2 ed. Trad. M. Chavarría. San José, C.R. Editorial Universidad de Costa Rica. Zug, G. 1993. *Herpetology: an introductory biology of Amphibians and Reptiles*. Academic Press. U.S.A. 527 p.

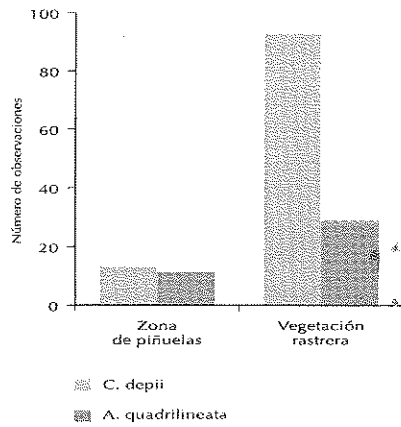


Figura 1
Número de observaciones de *Cnemidophorus depii* y *Ameiva quadrilineata* según el tipo de vegetación (piñuelas o rastreras), Punta Judas, 1997.

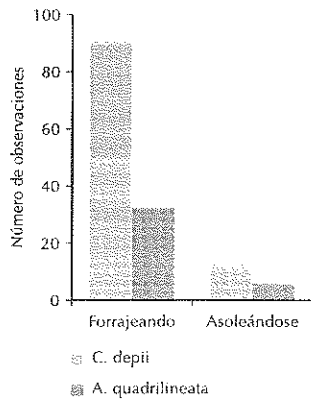


Figura 2
Número de observaciones de *Cnemidophorus depii* y *Ameiva quadrilineata* según la actividad (forrajeo o asoleándose), Punta Judas, 1997.

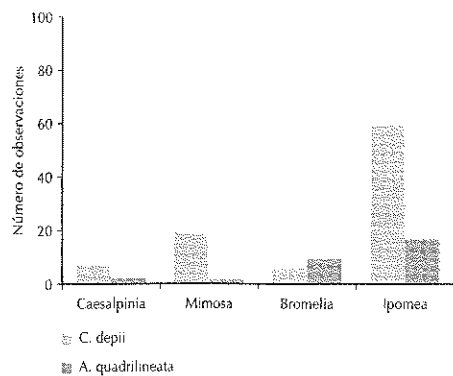


Figura 3
Número de observaciones de *Cnemidophorus depii* y *Ameiva quadrilineata* según la especie de planta circundante en la zona de vegetación rastrera, Punta Judas, 1997.

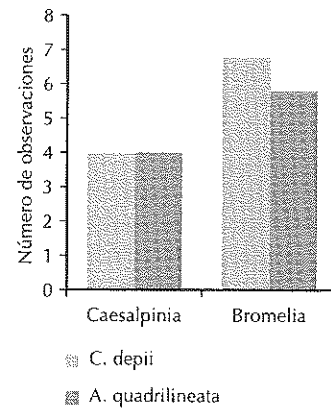


Figura 4
Número de observaciones de *Cnemidophorus depii* y *Ameiva quadrilineata* según la especie de planta circundante en la zona de piñuelas, Punta Judas, 1997.

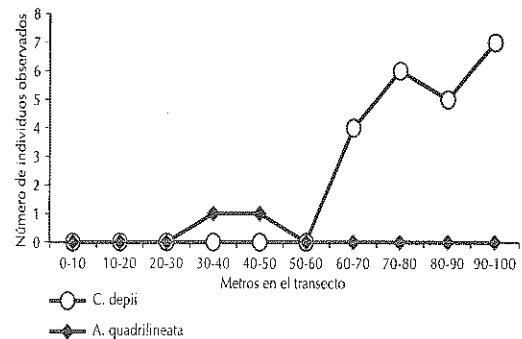


Figura 5
Número de individuos observados de *Cnemidophorus depii* y *Ameiva quadrilineata* a lo largo de un transecto de 100 metros en la zona de vegetación rastrera, Punta Judas, 1997.

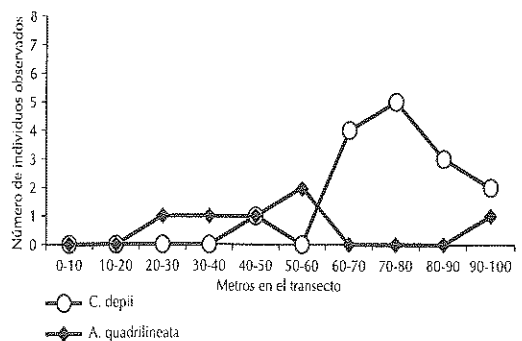


Figura 6
Número de individuos observados de *Cnemidophorus depii* y *Ameiva quadrilineata* a lo largo de un transecto de 100 metros en la zona de vegetación rastrera, Punta Judas, 1997.

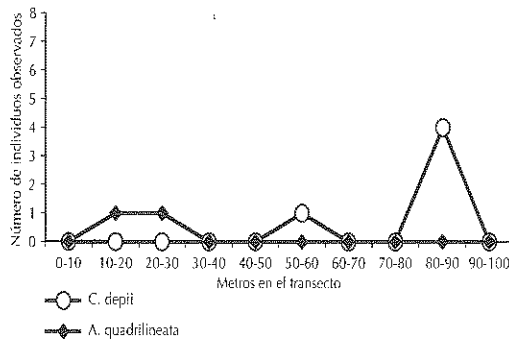


Figura 7

Número de individuos observados de *Cnemidophorus depii* y *Ameiva quadrilineata* a lo largo de un transecto de 100 metros en la zona piñuelas, Punta Judas, 1997.

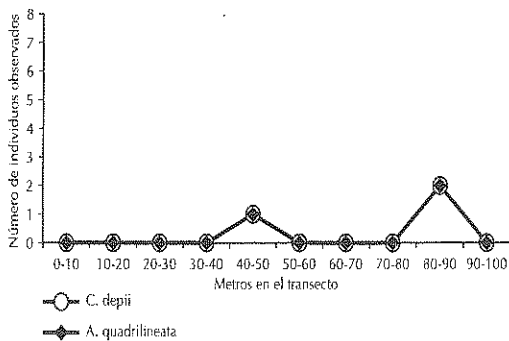


Figura 8

Número de individuos observados de *Cnemidophorus depii* y *Ameiva quadrilineata* a lo largo de un transecto de 100 metros en la zona de piñuelas, Punta Judas, 1997.

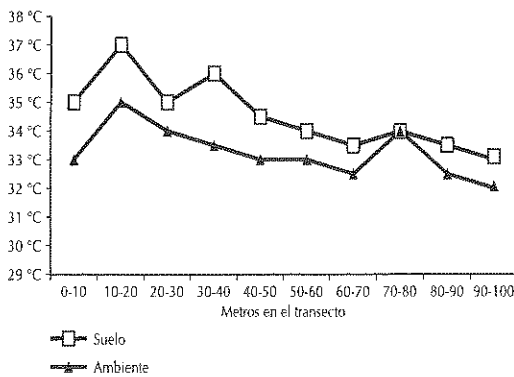


Figura 9

Temperatura a nivel del suelo y ambiental en el transecto con más individuos observados en la zona de vegetación rastrera, Punta Judas, 1997.

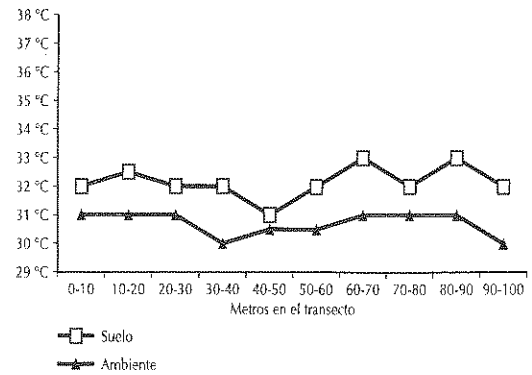


Figura 10

Temperatura a nivel del suelo y ambiental en el segundo transecto con más individuos observados en la zona de vegetación rastrera, Punta Judas, 1997.

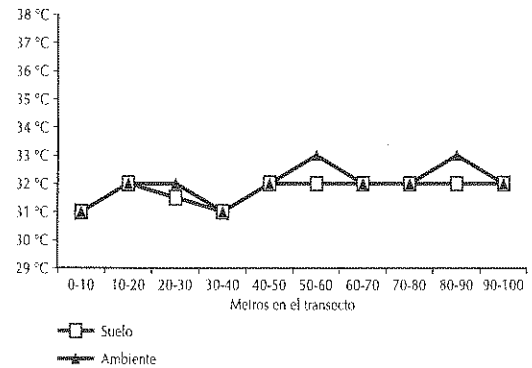


Figura 11

Temperatura a nivel del suelo y ambiental en el transecto con más individuos observados en la zona de piñuelas, Punta Judas, 1997.

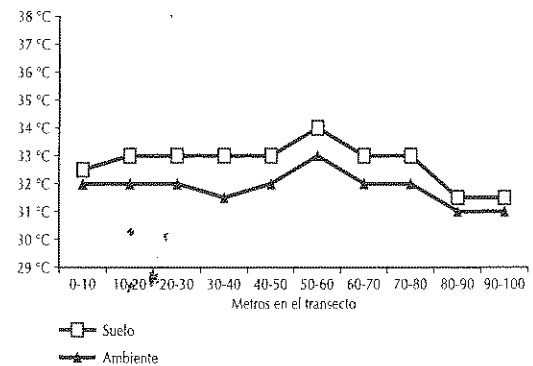


Figura 12

Temperatura a nivel del suelo y ambiental en el segundo transecto con más individuos observados en la zona de piñuelas, Punta Judas, 1997.

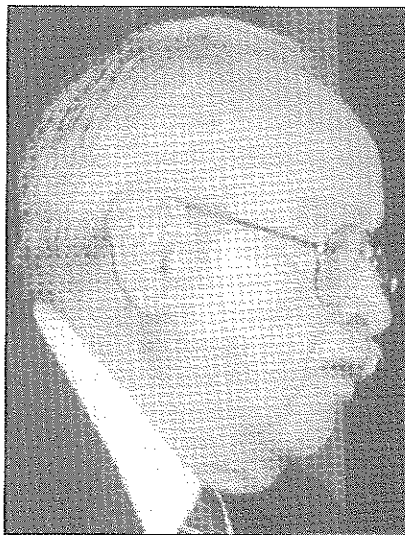
DOCTOR GUIDO MIRANDA GUTIÉRREZ

MSc. Oscar Bonilla
 Profesor Escuela de Ciencias Exactas y Naturales
 Universidad Estatal a Distancia

Resulta difícil resumir en un corto espacio, la trayectoria profesional de un connotado médico y docente universitario costarricense como el Dr. Guido Miranda, nombre conocido por un gran número de compatriotas, por su destacada labor en diferentes campos. Cuando el Consejo de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales propuso su nombre al Consejo Universitario, como candidato a un Doctorado Honoris Causa, fuimos conscientes de que estábamos presentando a su consideración una persona que, además de su formación profesional, ha aportado al desarrollo de Costa Rica grandes beneficios, sirviendo en la Administración Pública, particularmente en el área de la salud y en la consolidación de la seguridad social, uno de los baluartes de nuestra patria.

El Dr. Miranda, nacido hace 74 años, casado y padre de seis hijos, realizó sus estudios primarios y secundarios en Costa Rica y luego viajó a Chile, donde se graduó como Médico Cirujano en la Escuela de Medicina de la Universidad de ese país. Posteriormente, realiza un posgrado en Medicina Interna en Michigan y New York, y como especialista de esta disciplina, se incorpora como tal al Colegio de Médicos y Cirujanos de Costa Rica en 1959.

La labor profesional del Dr. Miranda es vastísima: se inicia como médico interno en el Hospital San Juan de Dios y ocupa, a partir de 1950, diferentes posiciones en instituciones de salud: desde asistente del Servicio de Medicina hasta Jefe de dicho servicio tanto en el Hospital antes mencionado, como en los hospitales Central de la CCSS y México. No obstante, su formación, desempeño profesional, experiencia y personalidad, le valieron ocupar también posiciones relevantes en la Administración Superior de la CCSS y en la Administración Pública. En el desarrollo de estas funciones, contribuyó notablemente al fortalecimiento de la CCSS, cumpliendo eficazmente labores como miembro de la Comisión Institucional para la construcción del Hospital México; Subgerente de la CCSS; Subgerente



Médico de 1971 a 1978 y Presidente Ejecutivo durante ocho años, labor esta en la que se destacó como impulsor de la ampliación de la cobertura de la seguridad social en diferentes regiones del país, además de fortalecer una serie de servicios y brindar a la institución, una organización más eficiente y efectiva.

Sus labores trascendieron la administración y la prestación de servicios como médico: destacó como docente en la Escuela de Enfermería, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Costa Rica, en la Facultad de Odontología de dicha Universidad, en el Ministerio de Salud, y a partir de 1998, también ha brindado sus valiosos servicios en la UNED, primero como Miembro de la Comisión de Estudio para organizar la Maestría de Servicios de Salud Sostenible del Sistema de Estudios de Posgrado y luego como profesor de uno de los cursos de este Programa.

De su larga y prolífica trayectoria como médico y administrador de servicios de salud, también se ha beneficiado la medicina, no sólo en Costa Rica sino en diferentes países, gracias a sus aportes científicos que consisten en 107 publicaciones en revistas de Costa Rica, México, Suiza, Nicaragua, República Dominicana, Bolivia, Venezuela y Washington

(USA); 54 conferencias relevantes dictadas en auditorios de diferentes países; tres libros publicados de manera individual y seis publicados en colaboración.

Sus aportes al desarrollo de la medicina y la seguridad social costarricense y del área, así como su destacada labor en la Administración Pública, le han merecido múltiples honores, como la Condecoración al Mérito por el aporte al desarrollo de la seguridad social de Centroamérica y Panamá en 1983; el Premio Latinoamericano en Administración de Servicios de Salud, otorgado por la Organización Panamericana de la Salud en 1989; Miembro Honorario de la Academia de Medicina en Costa Rica en 1997 y el ser invitado especial y miembro de eventos latinoamericanos relacionados con la salud y la seguridad social de la región (1995-1999).

Sin duda, múltiples referencias más podrían hacerse sobre el desarrollo profesional y académico de Don Guido; no obstante, el espacio resulta insuficiente para cumplir, con justicia, con este cometido. Sin embargo y considerando lo expuesto sobre la trayectoria, comprendemos por qué los Miembros del Consejo Universitario de la UNED, concedieron el Doctorado Honoris Causa a este distinguido ciudadano, quien no ha escatimado ni escatima su experiencia y amplios conocimientos para el desarrollo del país y de la región, en un campo tan prioritario como el de la salud. Como Profesor de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, me complace haber realizado esta reseña y, particularmente, el hecho de que en el seno de esta Escuela, se promoviera la iniciativa de brindar este homenaje a don Guido, quien lo merece por sobrados méritos. Gracias, don Guido, por su entrega al trabajo y a la docencia en nuestras aulas universitarias, por mostrarnos a los docentes actuales el valor de la entrega al trabajo, la investigación y el espíritu de servicio a los demás y al desarrollo del país. Que sus aportes a nuestra Universidad, continúen siendo una realidad.

EL PRÓXIMO OBJETIVO DEL BIOTERRORISMO

Cheryl Pellein

Cuando se cultivan bacterias patógenas, hongos, virus o ciertos compuestos químicos, específicamente para matar personas o transmitir enfermedades, se origina una guerra biológica. Sin embargo, mientras la habilidad de diagnosticar las enfermedades en las plantas o de desarrollar tratamientos especificados ha mejorado los productos y cosechas agrícolas, las mismas tecnologías pueden usarse para construir mejores insectos para guerras biológicas, lo que convertiría a las bacterias, los virus y las toxinas en armas potenciales para la destrucción masiva. El bioterrorismo no es nuevo. Los soldados han usado enfermedades como armas desde tiempos del Imperio Romano, cuando los enemigos frecuentemente lanzaban animales muertos a los depósitos de agua para envenenarlos. Otro aspecto tampoco ha cambiado, y es que la gente es tan vulnerable a los nuevos patógenos como siempre lo ha sido. Sin embargo, la liberación de agentes infecciosos es sólo una amenaza teórica, ya que el bioterrorismo aún no ha sucedido, aunque su potencial es muy poderoso. La mayoría de la gente conoce el peligro de las armas biológicas, pero pocos se han dado cuenta de los horrendos efectos poten-

ciales que se producen al usar los patógenos para causar una epidemia en una cosecha o para contaminar alimentos. El simposio titulado "El Papel de la Patología Vegetal en el Bioterrorismo Anticultivos y la Seguridad Alimenticia", llevado a cabo en 1999, atrajo a patólogos vegetales, funcionarios de la inteligencia militar y a expertos en criminología a discutir el bioterrorismo anticultivos por medio de oradores de agencias federales, universidades y del sector privado. Los expertos que debatieron en tal encuentro sugirieron que el estar preparado para un ataque anticultivo sería un factor disuasivo importante. Las posibles estrategias para prepararse contra esto incluyen la realización de un sistema electrónico global para rastrear los nuevos y próximos patógenos vegetales y las pruebas rápidas de diagnóstico para identificar los ataques anticultivos en sus inicios. Los patógenos se clasifican en cinco categorías: los nuevos, los emergentes, los reemergentes, los amenazantes y los crónicos en esparcimiento. La página electrónica de la APS ofrece una lista de patógenos vegetales considerados como posibles agentes para usarse como armas. La mayoría de las cosechas principales del

planeta son susceptibles a 10 enfermedades que tienen potencial como armas, de acuerdo con un informe de las Naciones Unidas. Otras cosechas en peligro incluyen el maíz, las papas, varias clases de frijoles, frutas, café y piña. Para reducir la posible introducción de patógenos en los cultivos, los científicos deben ser capaces de identificar patógenos a nivel molecular y discriminar entre los que ocurren naturalmente y los que no. Sin embargo, los análisis de laboratorio pueden ser engorrosos, requerir equipo costoso, laboratorios especiales y personal altamente capacitado, además de tomar de días a semanas para obtener los resultados. No obstante, caracterizar la amenaza es sólo parte de la solución. Con los avances en genética y en biología molecular, los científicos en ambos lados del conflicto pueden usar transgénicos para fabricar mejores patógenos. Aunque los escépticos continúan sin creer en la existencia de dichas guerras biológicas, muchos científicos y gobiernos en el mundo se están preparando para lo que consideran como un suceso inevitable. Para ellos, esto no es cuestión de si ocurrirá un ataque bioterrorista, sino de cuándo ocurrirá.

LA AGRICULTURA DESDE OTRA PERSPECTIVA

W. Conrad Holton

El abono y su utilización ha sido motivo de preocupación. Si los granjeros pudieran combinar sus mapas de cultivo con mapas de análisis de suelo y sensores remotos, serían capaces de aplicar abono en los suelos menos fértiles. Los agricultores siempre han tratado de mejorar la producción de sus tierras aplicando nutrientes y agua, y controlando las plagas y enfermedades en ellas. Esto provoca que los niveles elevados de fertilizadores en las aguas superficiales y en los acuíferos constituyan un riesgo potencial para ellos mismos y para sus vecinos debido a la exposición a insecticidas. Algunas familias de granjeros han presentado efectos adversos en su salud asociados

con la exposición a insecticidas, que incluyen algunos tipos de cáncer, neurotoxicidad y problemas reproductivos. La reducción de tales efectos ambientales, al mismo tiempo que el mejoramiento de la productividad agrícola, requiere del conocimiento en materia de suelo y condiciones de cultivo, además de saber cuándo aplicar los insecticidas más efectivamente. El proceso de sensores remotos tiene usos que van más allá de la agricultura. Sin embargo, si el conocimiento de los efectos en salud de la agricultura o del clima cambian, este proceso no sería el ideal. Susan Maxwell, de la Compañía Raytheon, y sus colegas de la Universidad del Estado de Colorado y del Instituto Nacional del

Cáncer, proponen un método para automatizar la realización de mapas de cultivos usando imágenes de Landsat (vía satélite). En estudios salubres como el del uso de químicos agrícolas y la incidencia de cáncer, los mapas de cultivo son esenciales. Es cierto que el intercambiar datos entre varios usuarios puede ser muy difícil, en el sentido técnico, profesional y comercial. No obstante, siempre se recibirán datos desde aviones, satélites y nuevos métodos terrestres, como el de Detección y Alcance Sensible, el cual explora las propiedades físicas y químicas de la atmósfera con láser. Todo esto les da a los agricultores más razones para que le pongan más atención al cielo.

ATAQUE A LOS VARONES

Renee Twombly

El hecho de que el cáncer de próstata es el primero en detectarse en los hombres y está en segundo lugar en causar muertes entre ellos, ha causado conmoción entre sus víctimas. Sin embargo, los cánceres de cada sexo tienen muchas similitudes, ya que no existen modelos que resuman los riesgos a tales enfermedades, y se sabe muy poco de lo que los causa. Lo que asusta más a los hombres respecto al cáncer de próstata es que después de los 45 años, la próstata empieza a cambiar. Nadie puede predecir si tal transformación resultará en un crecimiento doloroso pero libre de cáncer, o en un carcinoma de lento crecimiento que cuando finalmente produce síntomas, es muy tarde para su cura.

El cáncer testicular también es un misterio. Aunque les ocurre a hombres jóvenes y es curable, nadie sabe qué lo causa, o si está relacionado con otros cánceres. La pregunta que se formulan los doctores es ¿cuáles hombres tienen sus órganos reproductores en riesgo y por qué?

Los científicos también están estudiando si la grasa podría fomentar el cáncer. Algunos dicen que ésta afecta dramáticamente las membranas celulares de la próstata, y las altera de tal manera que las células tienen más posibilidades de tornarse cancerosas. Otra teoría sostiene que la dieta alta en grasa animal aumenta los niveles de testosterona en los hombres, lo que provoca que las células se multipliquen y formen un tumor.

En otros laboratorios, los científicos han relacionado la deficiencia de vitamina A, que disuelve la grasa y se encuentra en vegetales amarillos, como la causante del desarrollo de diferentes clases de tumores.

Hay varias premisas sobre la herencia del cáncer. Un solo gen de la madre o el padre puede causar la enfermedad en el hijo, pero el gen de este cáncer no se ha detectado. En 1995 científicos de otro laboratorio relacionaron el cáncer de próstata a una alteración genética que se considera error genético más fre-

cuente asociado con la enfermedad. En mayo un descubrimiento genético ofreció esperanza para un tratamiento correctivo de la enfermedad. John Isaacs y Carl Barret, cabecillas del laboratorio NIEHS, identificaron un gen llamado KAI1 que le impide a las células de cáncer prostático el multiplicarse o salirse de la glándula.

Los científicos quieren determinar los factores, que se cree potencialmente ambientales, causa de que este gen deje de funcionar. El balance hormonal parece jugar un papel importante en esta enfermedad. Se cree que los mayores causantes del cáncer son los estrógenos y la testosterona.

La mayor preocupación es encontrar ¿cuál factor es el más importante para que se produzca el cáncer? Para llegar a la respuesta se requiere de una investigación continua en los órganos de ambos sexos con respecto a su biología y toxicología para entender cómo los químicos ambientales ejercen su influencia.