

Revista mensual sobre la actualidad ambiental ISSN 1409-214X N° 144 SEPTIEMBRE 2005 €500

AMBIENTICO



NUESTRO CLIMA

EDICION EN COLABORACION CON
INSTITUTO METEOROLOGICO
NACIONAL



En tu mundo

Tel.: 207 47 27 (central),
207 53 15 (cabina),
fax: 207 54 59,
e.e.: radioucr@cariari.ucr.ac.cr



OCUPA TODO EL ESPACIO
Guía urbana

EN SEPTIEMBRE

- Refugio de Vida Silvestre de Golfito
- Iniciativas contra caos urbano en Desamparados
- Plan General de Turismo
- Relleno sanitario en cantón de Mora



S U M A R I O 1 4 4

TEMA DE PORTADA

Editorial Riesgo y clima	3
Paulo Manso Cambio climático: ciencia o ficción	4
Paulo Manso, Werner Stolz y Juan C. Fallas El régimen de la precipitación en Costa Rica	7
Luis Alvarado y Werner Stolz Perspectiva climática agosto-noviembre 2005, Costa Rica	9
Rosario Alfaro Sistema de alerta temprana para desastres	12
José Miguel Zeledón Proyecto de <i>Ley del recurso hídrico</i>	15
Roberto Villalobos y Ana Rita Chacón Programa Nacional de Cambio Climático	17
Juan C. Fallas Breve historia del Instituto Meteorológico Nacional: 1888-2005	21
Max Mena Clima y folclor	23

Esta publicación
contó con
el apoyo
financiero de



AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental

Nº 144 SEPTIEMBRE DE 2005

Director y editor Eduardo Mora.

Consejo editor Manuel Argüello, Gustavo Induni, Wilberth Jiménez, Luis Poveda.

Fotografía Alfredo Huerta (salvo excepciones señaladas)

Asistencia y Administración Rebeca Bolaños

Diagramación e impresión Litografía e Imprenta Segura Hermanos, tel. 279 9759.

Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional.
tel.: 277 3688, fax: 277 3289, apartado postal: 86-3000, Costa Rica,
ambientico@una.ac.cr, www.ambientico.una.ac.cr

Riesgo y clima

La investigación científico-técnica en el mundo actual y la revolución en la infocomunicación de las últimas dos décadas proporcionan conocimiento en tiempo real y permiten modelar las situaciones esperadas en función de situaciones locales -como las precipitaciones estacionales y las áreas de inundación consuetudinaria- lo mismo que en relación con fenómenos globales -como el cambio climático y el calentamiento global. El riesgo impuesto a comunidades rurales y a barriadas urbanas debe de ser identificado con el detalle científico y la exactitud que dan instrumentos como la construcción de escenarios de riesgo local, que permiten integrar variables y perspectivas de los cambios ambientales con la información y las perspectivas de los pobladores y la capacidad local, municipal e institucional.

Las instituciones científicas nacionales, con su amplia experiencia y vínculo con redes internacionales del más alto nivel técnico, están produciendo información básica que debe ser utilizada en la construcción de tales escenarios (sin obviar la dimensión sociopolítica) de manera que se promuevan las inversiones requeridas para desarrollar las acciones tendientes a disminuir el riesgo impuesto a las comunidades rurales pobres y a las enormes barriadas urbanas que se inundan o son arrasadas un día sí y otro también.

El concepto de riesgo, como expectativa probable de daños y pérdidas, ha derivado hacia un concepto más peligroso: riesgo aceptado, que supone un conocimiento de las consecuencias a sufrir por la realización del riesgo que se vislumbra, y es un elemento que permite entender los criterios de inversión que utilizan las aseguradoras y empresarios que construyen en sitios de altísimo riesgo pero a sabiendas de que podrían tener ganancias extraordinarias por las rentas de localización. No obstante, este tipo de cálculo no lo hacen los pobladores ni los campesinos, quienes residen a orillas de quebradas o en zonas de inundación y no tienen otro sitio para vivir ni escape posible por falta de medios -salud, edad, costos, etcétera. A ellos el riesgo se les impone como un elemento más de sus precarias condiciones de vida: riesgo social y políticamente impuesto, no aceptado o casual.

El abuso y destrucción de las condiciones ambientales, los desequilibrios excesivos, el crecimiento económico y la

inversión depredadora se dan cada vez más a escalas globales y se vienen acumulando progresivamente desde el inicio de la sociedad industrial. El riesgo que ello genera tiene como sustrato condiciones ambientales donde lo local expresa cambios globales muy significativos, cambios que se puede ahora medir en detalle y así lo hacen los científicos y las instituciones meteorológicas, geológicas y ambientalistas. En términos sociales y políticos se trata de un riesgo impuesto a escala global a todos los habitantes del planeta. Es ya conocida la manera en que el calentamiento global y otros fenómenos atmosféricos implican cambios específicos en los pueblitos de las costas o en ciudades construidas en inmensos

humedales, lo que se une a las intervenciones humanas en sitios donde la construcción de diques, represas y drenajes han alterado enormes extensiones de costa que se erosionan sin solución, como también les sucede a montañas y llanuras aluviales por la agricultura extensiva, contaminante y destructiva de los bosques.

La investigación científica hidrometeorológica, tectónica y geológica es central para entender la forma en que se presentan los fenómenos globales en las condiciones locales -las condiciones tropicales de Costa Rica, por ejemplo. Pero a esa investigación se requiere integrar la investigación técnica constructiva y agrícola y la explicación del proceso de ordenamiento social del uso del territorio. Todo lo cual es todavía insuficiente sin la dimensión política e ideológica que permite entender la orientación general del estado y las formas concretas de ejecutarse políticas sociales y económicas que no solo dan un marco general y se corresponden con el proceso global, sino que se expresan también en las acciones preventivas, de mitigación y de emergencias. Como conjunto, estos enfoques integrados de una situación particular permitirán construir (para impulsar el planeamiento futuro) los escenarios locales y regionales del riesgo, no el que aceptan los inversionistas y que estarían dispuestas a pagar las aseguradoras, sino aquel impuesto a los pobladores medios, a los habitantes en general, riesgo que, sin embargo, afectará en distinto grado a los diferentes sectores de la sociedad, según su diferenciado acceso a bienes y servicios, a territorios y, en último término, a la vida.



Cambio climático: ciencia o ficción

PAULO MANSO

¿Está cambiando el clima de la Tierra? Inequívocamente, sí. Una serie sistemática de observaciones respaldan esta conclusión y dan una clara perspectiva sobre la rapidez de los cambios. Por ejemplo, la temperatura media global en superficie se ha incrementado 0,6 grados centígrados en el siglo pasado, aumento que es superior a cualquier otro en los últimos diez siglos. Asimismo, desde 1950 el aumento en las temperaturas mínimas nocturnas es el doble del aumento en las temperaturas máximas diurnas, y el incremento en la temperatura media de la superficie del mar es cerca de la mitad del aumento de la temperatura media global en la superficie terrestre. También es muy posible que el decenio de 1990 fuera el más cálido y 1998 el año más caluroso según los registros instrumentales habidos desde 1861. Es muy probable que las precipitaciones, al igual que la frecuencia de las precipitaciones intensas, hayan aumentado en el hemisferio norte, aunque han disminuido en otras regiones por la mayor frecuencia de sequías, muchas asociadas con una mayor frecuencia e intensidad del fenómeno *El Niño*, considerado la máxima expresión de la variabilidad climática, con signos bien claros en Centroamérica. Es también muy probable que el calentamiento del siglo XX haya contribuido a la elevación observada en el nivel medio de los océanos: entre 0,1 y 0,2 m, como consecuencia de su expansión térmica y del aporte de la fusión generalizada de los hielos terrestres.

Entre tanto, las reseñas periodísticas en nuestro país siguen informando sin cesar sobre el desorden climático imperante. Ciclos recurrentes de sequías e inundaciones severas, temporadas más activas de huracanes en el mar Caribe y temporales del Pacífico más frecuentes, lluvias extraordinarias de principio y fin de año en el Caribe como las "llenas" que experimentamos este año, entre otros, son hechos que muestran, sin lugar a duda, que estamos ante un problema de enorme magnitud y, si ese proceso continúa, nos exponemos a consecuencias aun peores. Además, la combinación de una exposición climática de mayor riesgo con una menor capacidad de adaptación, colocan a los países en desarrollo como Costa Rica en una posición más vulnerable en re-

lación con los países desarrollados.

Sin embargo, si aspiramos a entender el cambio climático, nuestro pilar debe de ser el proceso científico. Precisamente el primer informe de evaluación del clima del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), una iniciativa conjunta entre la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en 1990 señaló que las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera debido a las actividades humanas están aumentando a un ritmo nunca visto y que en el futuro provocarían considerables aumentos en la temperatura media de la superficie de la tierra que excederían su variación natural. Y agregó que la concentración atmosférica de dióxido de carbono, el principal gas de efecto invernadero, se ha incrementado en un 31 por ciento desde 1750, alcanzando un nivel no superado en los últimos 425 mil años y probablemente tampoco en los últimos 20 millones de años, y que si no se toman medidas podría triplicarse al final del siglo. En este mismo periodo, la concentración de metano se duplicó y la de óxido nitroso aumentó en un 15 por ciento, ambos gases caracterizados por su alto grado de forzamiento (calentamiento) radiactivo de la atmósfera. Finalmente, indicó que el nivel de comprensión del tema y la capacidad de los modelos de predicción climática para esta fecha limitaban sus conclusiones. Este reporte fue la base científica para la entrada en vigor de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático en 1994, aprobada por consenso por más de 185 países.

El objetivo de esta Convención es "lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas sobre el sistema climático". La construcción de un acuerdo internacional equitativo alrededor de la definición de este nivel es precisamente el gran reto político que no se ha resuelto. En este marco, 35 países desarrollados adquirieron compromisos voluntarios de reducir sus emisiones, hasta el nivel de 1990, en el año 2000 y de transferir a los países en desarrollo recursos financieros y tecnológicos para lograr ese objetivo. Compromisos que, por incumplimiento, se convirtieron en buenas intenciones.

Según nuevas investigaciones producidas en el inte-

Paulo Manso, meteorólogo, es director general del Instituto Meteorológico Nacional, responsable del Punto Focal de la UNFCCC e IPCC y miembro del Consejo Ejecutivo de la Organización Meteorológica Mundial.

rin, el segundo informe del IPCC, en 1996, llegó a la conclusión de que los alcances de la ciencia para cuantificar la influencia humana sobre el sistema climático eran todavía limitados a pesar de la inclusión en los modelos de predicción climática de los sulfatos en aerosol como agentes de forzamiento (enfriamiento) radioactivo. Sin embargo señaló que "el balance de pruebas sugiere una influencia humana discernible sobre el clima mundial". Esta fue la base científica para la aprobación por consenso del Protocolo de Kioto en 1997, que constituye el primer instrumento internacional mandatario y legalmente vinculante que aborda el nexo que debe existir entre desarrollo económico y emisiones de gases de efecto invernadero, recalcando el uso sostenible de los recursos naturales como elemento esencial de cualquier política de desarrollo.

En su tercer informe, de 2001, el IPCC agregó que los mejores resultados comparativos entre las simulaciones del clima durante los últimos 140 años se obtienen al combinar los factores antropogénicos con los naturales, y concluye "que existe una nueva y fuerte evidencia de que el calentamiento atmosférico observado en los últimos 50 años también se atribuye a las actividades humanas"; o sea, que no es únicamente producto de las fluctuaciones naturales del clima sino, además, de un ajuste por equilibrio del sistema climático al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Para las proyecciones del clima usando modelos numéricos de predicción más completos, que incluyen como componentes agregados variables oceánicas, aerosoles sulfatados y no, el ciclo del carbono, vegetación dinámica y la química de la atmósfera, los expertos parten de varias hipótesis (demográficas, económicas y tecnológicas) en las que varían las emisiones y, por ende, las concentraciones de estos gases en la atmósfera. Con estos diferentes escenarios, la temperatura media global en superficie podría aumentar entre 1,4 y 5,8 grados centígrados entre 1990 y 2100, o sea, entre 2 y 10 veces por arriba del calentamiento observado en el siglo pasado. Como consecuencia, el nivel medio del mar podría aumentar entre 0,1 y 0,9 m. Ambos, sin parangón en la historia de la civilización. Ésta fue precisamente la base científica para la difícil negociación política que culminó con la entrada en vigor del Protocolo de Kioto en fe-

brero de 2005.

Varios rasgos combinados le confieren al cambio climático sus características exclusivas. Entre ellos su carácter de asunto público y sus implicaciones éticas, que surge producto de las emisiones y la necesidad de medidas colectivas a escala planetaria para resolverlo. Por otro lado, su carácter de largo plazo, que se origina por la importancia de las concentraciones más que de las emisiones, y plantea las espinosas cuestiones de la deuda ecológica. Además, las actividades humanas asociadas con emisiones de estos gases son muchas y con vigorosas interacciones con múltiples políticas de amplio alcance económico que han contribuido a politizar el tema. Por eso, es usual oír que el cambio climático es, además de un problema ambiental, un problema económico y ético, y que plantearlo de otro modo sería una

estrategia para que nada cambie y, con discurso bonito, se postergue eternamente su solución.

Decisiones en materia de cambio climático, al igual que en las demás ciencias, son esencialmente un proceso secuencial que se desarrolla bajo condiciones de riesgo e incertidumbre. Precisamente, la Convención de Cambio Climático está fundamentada en tres principios: el precautorio, de acuerdo con el que "la incertidumbre científica no debería

utilizarse para posponer medidas y políticas"; el de equidad, que plantea "las responsabilidades comunes pero diferenciadas", donde los países desarrollados deben de asumir el liderazgo, y, finalmente, el derecho al desarrollo sostenible. Buscar consenso político entre más de 180 países sobre este tema que toca la sangre y el alma de la globalización, es decir los combustibles fósiles y el crecimiento económico, siempre será una tarea muy difícil. Por un lado, los países en desarrollo claman por suficiente espacio ambiental para desarrollarse y, por el otro, los países desarrollados reclaman un mayor compromiso de los países en desarrollo. Además, importantes decisiones en este tema se basan en juicios de valor determinados mediante procesos políticos cuya racionalidad muchas veces deja en entredicho a la ciencia. El primer campanazo lo dio la administración Bush al renunciar a Kioto, aduciendo la necesidad de más ciencia, decisión considerada como una zancadilla al ambiente.



Pacífico Norte de Costa Rica

A pesar de que el Protocolo de Kioto en su primer periodo de cumplimiento representa una modesta reducción para los 35 países industrializados que lo ratificaron (5,2 por ciento en el agregado entre el 2008-2012 con respecto a los niveles de 1990), ni las dificultades que afronta para alcanzar su meta ambiental (por arrancar con la ausencia del principal emisor), ni los riesgos potenciales que augura el calentamiento global, invalidan su importancia, sobre todo si lo vemos como parte de un proceso que ni comienza ni se agota con su entrada en vigor. No hay duda de que ese Protocolo es un mojón inicial de un largo camino frente al desafío ineludible de cambiar pautas insostenibles de consumo y producción, plasmado en las Metas del Milenio de las Naciones Unidas y en el plan de acción de Johannesburgo, adoptado en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible.

Así como el cambio climático demuestra la importancia de la ciencia, también hace patente cuán vital es la cooperación entre naciones, y decisiones futuras sobre el Protocolo de Kioto deberán incluir directrices para un segundo periodo de cumplimiento, que inexorablemente contemplaría compromisos, voluntarios o mandatorios, para los países en desarrollo, en especial los de la talla de India, China, Brasil, México, Corea, etcétera. Éste es precisamente el punto de partida para las próximas rondas de negociaciones. Por otro lado, es requisito crítico del desarrollo sostenible el concebir políticas que, sin obstaculizar, puedan incentivar sinergias entre aspiraciones de crecimiento económico e iniciativas orientadas a descarbonizar la economía. Para eso, además de una rápida y amplia implementación de opciones tecnológicas, se requiere de un entorno que promueva su transferencia, adaptación y difusión en el país. Es preci-

samente la compatibilidad que existe entre nuestras aspiraciones de desarrollo y lo que se puede considerar una política responsable en materia de cambio climático, lo que hace este tema estratégico para Costa Rica.

Se prevé que mejoras en la eficiencia energética (conservación de la energía, aumento de la competitividad de nuestra energía renovable con una oferta más eficiente en lo ambiental, adopción de combustibles alternativos con bajo contenido de carbono), así como la sostenibilidad financiera del programa nacional de pago de servicios ambientales y la consolidación territorial y financiera de nuestros parques y reservas biológicas, nuestras dos grandes deudas ambientales, junto con muchas otras actividades, podrían hacer aportes sustantivos en la mitigación de nuestras emisiones, que, en caso de no hacerse nada, podrían triplicarse antes de finalizar el siglo. Estas opciones acarrearán dividendos dobles y merecen emprenderse *per se*, haya o no motivos vinculados con el clima.

El tema del cambio climático ha quedado firmemente instalado en la agenda geopolítica global, en la mira de la opinión pública y de los medios de comunicación. La lucha contra el cambio climático debe de ser un esfuerzo concertado y amplio que requerirá durante las próximas décadas de un apego sostenido a la responsabilidad global y a una acertada visión del mundo. Es inaceptable que se siga pensando, en contraposición a la ciencia, que el cambio climático es una quimera. Si queremos colo-

car nuestras sociedades en un terreno más seguro y evitar las calamidades de las que nos advierte la ciencia, debemos de redoblar nuestros esfuerzos con miras a estar en condiciones de frenar el próximo diluvio universal.



Cuesta de Núñez, San José

El régimen de la precipitación en Costa Rica

PAULO MANSO, WERNER STOLZ Y JUAN C. FALLAS

El clima de Costa Rica es el resultado de la interacción de factores geográficos, atmosféricos y oceánicos. Por ser éste un país tropical, su característica climática más relevante es la precipitación. La orientación noroeste-sureste del sistema montañoso divide el país en dos vertientes, Pacífico y Caribe, y determina las particularidades de la distribución de la lluvia en el país.

Ambas vertientes, para su estudio y mejor diferenciación climática, se dividen en seis regiones (ver mapa adjunto). El Pacífico Norte, comprende la provincia de Guanacaste, el norte de la provincia de Puntarenas y los cantones alajuelenses de San Mateo y Orotina. El Pacífico Central, franja costera desde playa Herradura hasta Dominical, se encuentra acotado por la fila Brunqueña y por los cerros Herradura, Turrubares y La Cangreja. El Pacífico Sur abarca los valles de El General, Coto Brus y Golfito, las estribaciones de la cordillera de Talamanca y toda la península de Osa. La Zona Norte limita al oeste por la cordillera de Guanacaste y al sur por la cordillera Volcánica Central. La Región Caribe comprende el Caribe Norte, que se extiende desde la Barra del Colorado hasta Limón, incluyendo la parte oriental de la provincia de Cartago, y el Caribe Sur que se extiende hasta Sixaola. El Valle Central está limitado al norte por la cordillera Volcánica Central y al sur por las estribaciones de la cordillera de Talamanca.

El régimen de la precipitación en Costa Rica presenta dos tipos bien definidos que se designarán como régimen de la vertiente del Pacífico, que incluye el Valle

Central, y régimen de la vertiente del Caribe, que incluye la parte oriental de la provincia de Cartago. Ambos están caracterizados por una distribución distinta de la estación lluviosa, así como por un distinto horario de la precipitación.

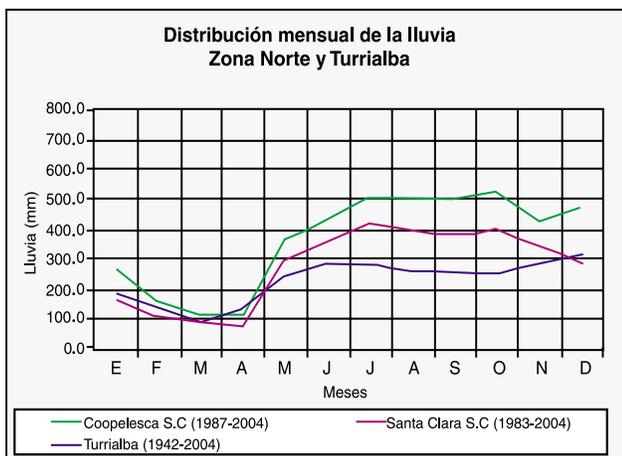
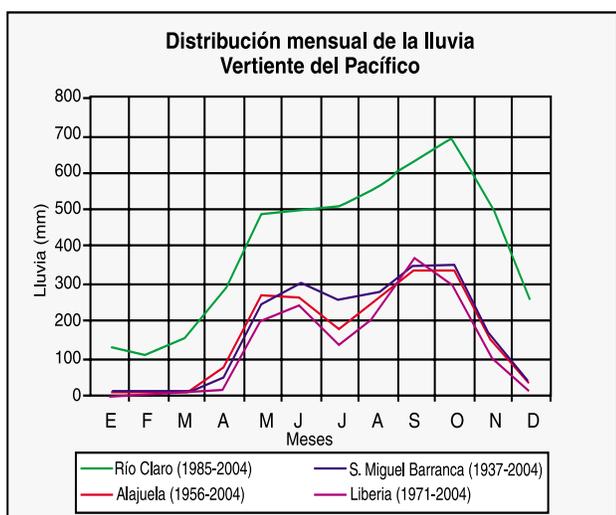
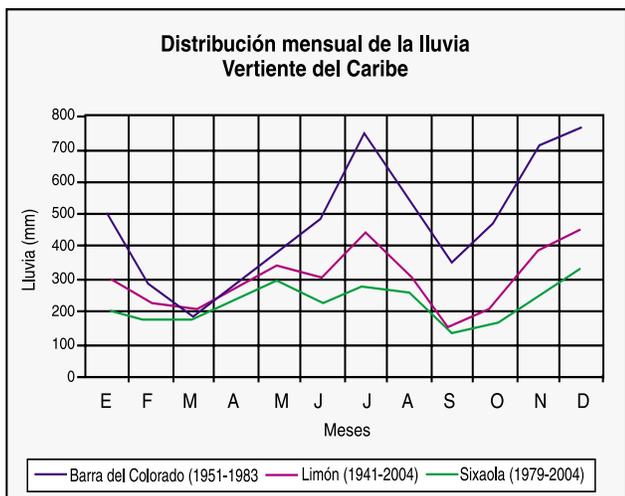
En la vertiente del Pacífico hay una época lluviosa y una época seca bien definidas. La lluviosa se extiende de mayo a noviembre, con una disminución relativa de la cantidad de lluvia en los meses de julio y agosto que se conoce con el nombre de "veranillo" (la figura 1 muestra las curvas de la precipitación en cuatro lugares de esta región).

En el Pacífico Central y el Valle Central la época seca se extiende desde diciembre hasta abril, y la época lluviosa inicia y finaliza en la primera quincena de mayo y noviembre, respectivamente, y el mes más lluvioso suele ser octubre. En el Pacífico Norte la época lluviosa se inicia en la primer quincena de mayo y finaliza en la segunda quincena de noviembre, respectivamente, y el mes más lluvioso suele ser septiembre. En cambio, en el Pacífico Sur la entrada de la estación lluviosa es en abril, y termina en diciembre. En toda la vertiente del Pacífico las lluvias ocurren predominantemente du-

rante la tarde y primeras horas de la noche.

La vertiente del Caribe puede dividirse en tres subregiones: Zona Norte, Caribe Norte y Caribe Sur. En esta vertiente no hay una estación seca propiamente dicha, pues las lluvias se mantienen entre 100 y 200 milímetros en los meses más secos. En las zonas costeras del Caribe Norte y Sur se puede definir dos periodos relativamente secos, febrero-abril y septiembre-octubre. El primer período está en fase con la estación seca de la vertiente Pacífica, sin embargo el segundo coincide con el período más lluvioso de dicha vertiente. En cambio,





se puede definir dos períodos lluviosos intercalados entre los períodos secos, siendo el primero, de noviembre a febrero, el más lluvioso, y el segundo se caracteriza por un máximo en julio, el cual coincide con el veranillo de la otra vertiente. El mes más lluvioso es diciembre y el más seco septiembre. En estas dos subregiones la lluvia no presenta una variación diurna bien definida, aunque

llueve más durante las horas de la noche y la mañana (en la figura 2 se presenta la distribución mensual de la lluvia en tres lugares de estas subregiones). En la Zona Norte de la vertiente del Caribe solo se produce un mínimo relativo de la precipitación en los meses de marzo y abril, siendo el resto del año lluvioso; lo mismo que en la zona costera, el mes más lluvioso es diciembre (en figura 3 se ve la distribución de la precipitación en dos lugares de esta subregión).

Esta distribución temporal y espacial de las precipitaciones en Costa Rica está modulada por la variabilidad climática; o sea, las variaciones en dicha estacionalidad están relacionadas, por lo general, con fenómenos oceánico-atmosféricos evolutivos como el fenómeno *El Niño* (fase cálida) y su antítesis, *La Niña* (fase fría), que son considerados las máximas expresiones de la variabilidad climática, con signos bien claros en el país. De acuerdo con la fase, su magnitud y la región que impacte, se van a presentar alteraciones en la estacionalidad de la precipitación que muchas veces están relacionadas con fenómenos hidrometeorológicos extremos, como sequías e inundaciones. En Costa Rica, en particular, *El Niño* se asocia con períodos secos prolongados en Guanacaste, que afectan la estacionalidad, y un período más lluvioso en la vertiente del Caribe, y viceversa con *La Niña*.

era verde

La voz de la Naturaleza

Lunes 8 pm
Domingos 6:30 pm

Perspectiva climática agosto-noviembre 2005. Costa Rica

LUIS ALVARADO Y WERNER STOLZ

La perspectiva climática de agosto-noviembre de 2005 en Costa Rica es una estimación del comportamiento más probable de la lluvia en nuestro país en ese período. Se obtiene utilizando herramientas estadísticas, estableciendo comparaciones entre el año 2005 y los años análogos a éste desde el punto de vista de diferentes predictores atmosféricos y oceánicos, y, además, se toma en cuenta los resultados de los modelos numéricos de predicción climática en lo que a escenarios de precipitación se refiere.

La perspectiva climática actual se basó en el análisis de las siguientes fuentes: (1) años análogos al 2005, desde el punto de vista climático (1958, 1980, 1981, 1988, 1995, 1998, 2003), (2) análisis estadístico de contingencia y (3) modelos numéricos globales.

La selección de los años análogos tiene como objetivo determinar los años que muestren una evolución de los índices climáticos (Oscilación del Atlántico Norte, Índice Oceánico de *El Niño*, Oscilación Decadal del Pacífico, entre otros) similar a la del año en estudio.

Conforme los análisis, la respuesta climática en el país durante agosto-noviembre estará modulada por las temperaturas superficiales tanto del Pacífico como del Atlántico, presentadas por los índices climáticos.

En la región del Pacífico, los valores del Índice Oceánico del fenómeno *El Niño* (ver figura 1) y los resultados de los modelos numéricos globales de predicción del fenómeno Enos (*El Niño*- Oscilación del Sur) indican que es muy poco probable que se forme un nue-

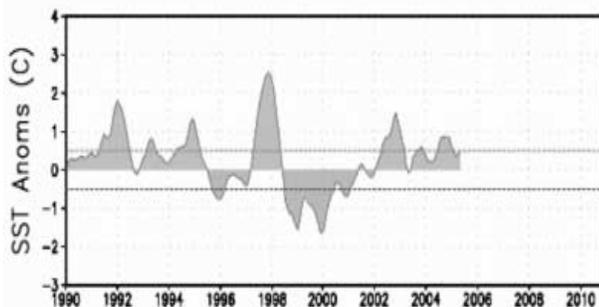


Figura 1

Luis F. Alvarado y Werner Stolz, meteorólogos, trabajan en Gestión de Análisis y Predicción del Instituto Meteorológico Nacional. Stolz es jefe de esa sección.

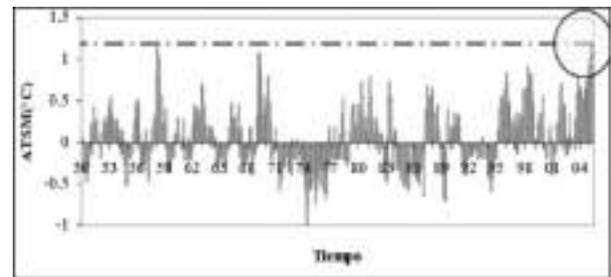


Figura 2

vo evento de *El Niño* o *La Niña* en 2005; por ende, imperará la fase neutral del Enos en lo que resta del año.

La temperatura superficial del océano Atlántico Tropical Norte ha registrado, en los últimos meses de 2005, el mayor calentamiento de los últimos 50 años (ver figura 2), condición que continuará en los próximos meses. Este factor hace prever que la temporada de huracanes seguirá muy activa en la cuenca del Atlántico en lo que resta del año, existiendo alta probabilidad de formación de este tipo de fenómenos en el mar Caribe.

La respuesta climática del país durante el período agosto-noviembre estará modulada también por la diferencia de temperatura entre ambos océanos, la cual, actualmente, está creando diferencias de presión favorables para el debilitamiento de los vientos Alisios y el reforzamiento de las circulaciones monzónicas provenientes del océano Pacífico (ver figura 3).

El pronóstico de la temporada de huracanes 2005 estima que entre el 1 de junio y el 30 de noviembre se formarían entre 12 y 15 tormentas tropicales de las cuales entre 7 y 9 serían huracanes, existiendo una probabilidad muy alta de que ocurriesen más de tres de ciclones tropicales sobre el mar Caribe. El recuento hasta julio del año en curso indica que ha sido una temporada extraordinariamente activa, ya que han ocurrido cinco tormentas tropicales y dos huracanes, de los que tres se han desplazado sobre el mar Caribe, sin afectarnos con temporales en la vertiente del Pacífico.

El análisis de contingencia es un método estadístico que asigna probabilidades de ocurrencia a tres escenarios: mayor de lo normal, normal y menor de lo normal. La mejor variable oceánica-atmosférica predictora de la

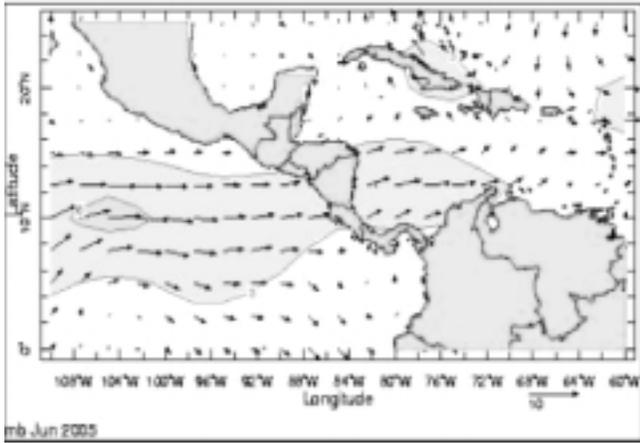


Figura 3

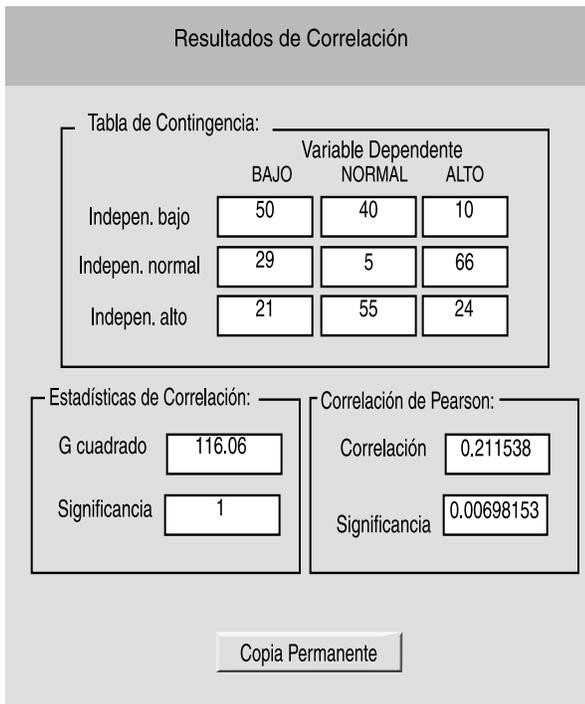


Figura 4

lluvia se determina por medio de correlaciones cruzadas entre ambas variables. El producto final es una tabla de contingencia (ver figura 4) que muestra las probabilidades de ocurrencia de escenarios concomitantes entre la variable predictora en la columna vertical y la precipitación en la horizontal.

Los modelos numéricos climáticos, a escala global, consultados fueron: IRI, ECMWF, METOFFICE, NASA, ECPC-NOAA, GFDL, ECHAM, CCM3, NCEP y COLA.

Basándose en los análisis anteriores, se estima que las precipitaciones para el período agosto-noviembre serían las siguientes (ver mapa adjunto):

Vertiente del Pacífico: mayor de lo normal en el Pacífico Norte y Pacífico Central; normal en el Pacífico Sur.

Valle Central: mayor de lo normal.

Zona Norte: entre normal y mayor de lo normal en Upala, Zarcerro y Ciudad Quesada. Las regiones central y oriental tenderían a estar por debajo de lo normal.

Vertiente del Caribe: menor de lo normal, prolongando las condiciones poco lluviosas, prevaletientes desde marzo, especialmente en el Caribe sur.

Las condiciones mensuales son:

Agosto: se prevé precipitaciones mayores de lo normal en el Valle Central y en el Pacífico Central; normales en el Pacífico Norte, y por debajo de lo normal en el Pacífico Sur. La "segunda canícula", que se presenta normalmente en la primera quincena de agosto, se percibiría principalmente en Guanacaste, siendo de débil intensidad (cinco o menos días secos consecutivos).

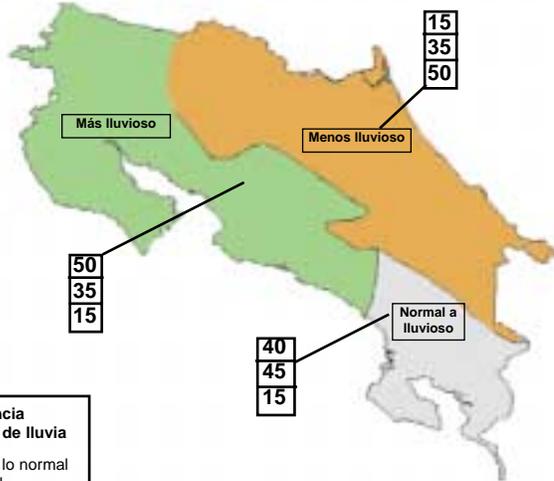
Septiembre: en el Valle Central y en la vertiente del Pacífico, normal, excepto en el Pacífico Central, donde las precipitaciones serán mayores de lo normal. Además, debido a la actividad tan intensa de la temporada de huracanes 2005, no se descarta la ocurrencia de un temporal en la vertiente del Pacífico.



Estación Meteorológica del IMN en San José



PERSPECTIVA CLIMATICA AGOSTO - NOVIEMBRE, 2005



Referencia	
Probabilidad de lluvia	
A	Mayor de lo normal
N	Lo normal
B	Menor de lo normal

Octubre: por encima de lo normal en la vertiente del Pacífico y el Valle Central. Debido a la actividad intensa de la temporada de huracanes 2005, no se descarta la ocurrencia de un temporal en la vertiente del Pacífico, especialmente si no se produce en septiembre.

Noviembre: normal, excepto en el Valle Central, donde serían por debajo de lo normal. Con respecto a la finalización de la estación lluviosa, se descarta un final prematuro. Las fechas estimadas del final de la estación lluviosa son: Guanacaste: 2-16 de noviembre, Valle Central: 12-21 de noviembre, Pacífico Central: 1-16 de diciembre, Pacífico Sur: 17-31 de diciembre.



Avenida Central, San José

Sistema de alerta temprana para desastres

ROSARIO ALFARO

La *Guía para crecidas por inundaciones repentinas en Centro América* fue desarrollada por el Centro de Investigaciones Hidrológicas de San Diego, California, en colaboración con los países centroamericanos. Tal *Guía para crecidas* es un sistema de alerta temprana que permite detectar, con varias horas de antelación, las cuencas hidrográficas de Centro América que podrían estar en peligro de inundación ante un evento hidrometeorológico extremo. Por ende, es un componente fundamental del sistema de prevención de desastres en Costa Rica dentro de la operatividad del Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Para alcanzar su objetivo, el sistema realiza diferentes procesos e integra varios productos que a lo largo de varios años se han ido incorporando a la labor cotidiana de la Gestión de Análisis y Predicción del IMN. Uno de estos productos lo constituyen las imágenes digitales satelitales, que se reciben directamente del satélite geostacionario GOES este desde julio de 2001. Haciendo uso de imágenes digitales se desarrolló uno de los principales insumos de la *Guía para crecidas*: el hidroestimador, que estima la cantidad de lluvia por medio de la información digital del

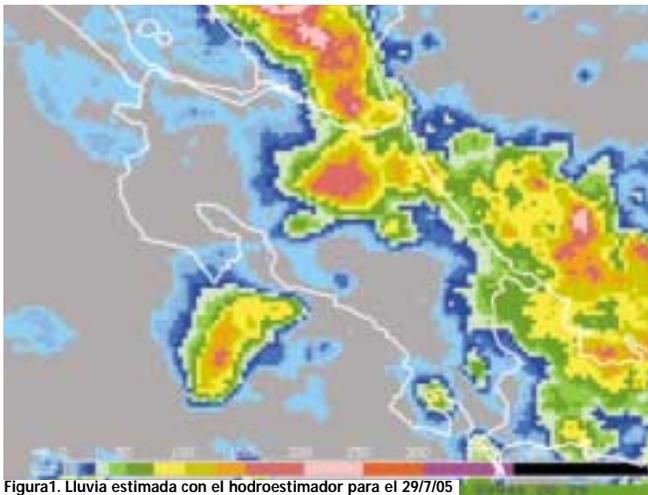


Figura 1. Lluvia estimada con el hidroestimador para el 29/7/05

satélite (canal infrarrojo) basándose en la temperatura del tope de las nubes. La ventaja de calcular la lluvia de

Humedad del suelo a las 12 hrs del 29-07-05

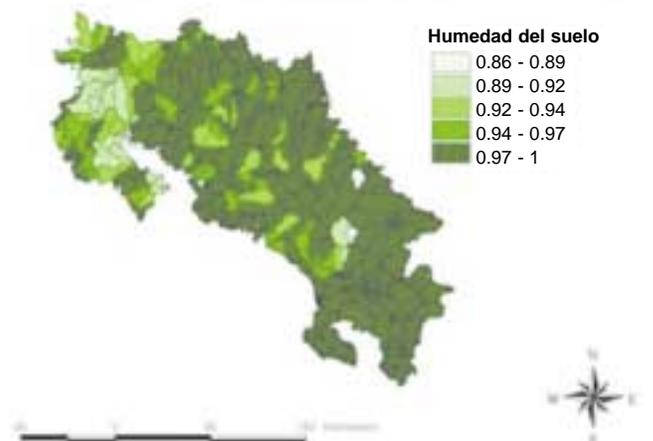


Figura 2. Humedad del suelo en m³ de agua por m³ de suelo

esta forma radica en que se conoce en tiempo real (cada media hora) la distribución de la precipitación sobre el país (la figura 1 muestra la lluvia del hidroestimador sobre el territorio nacional el 29 de julio de 2005, día en que hubo fuertes precipitaciones en la región caribeña, lo que se observa en verde, amarillo, café y anaranjado, colores correspondientes a valores de precipitación mayores a 40 mm; los azules indican valores menores a 25mm).

También forma parte de la *Guía de crecidas* los datos de las estaciones automáticas que transmiten vía satélite y que el IMN ha instalado en diferentes lugares del país en los últimos años. Estas estaciones transmiten datos de lluvia, temperatura y otras variables meteorológicas, con la finalidad de recibir los datos en tiempo real.

Desde el punto de vista hidrológico, la *Guía para crecidas* está conformada por tres componentes: el modelo de la humedad del suelo (Georgakakos and Smith 2001), el modelo del umbral de escorrentía (Carpenter et al. 1999) y el modelo de la guía de inundaciones repentinas (Georgakakos 2004). El primero tiene por objetivo determinar el contenido de humedad del suelo en las cuencas del país (en figura 2 se observa un resultado de la aplicación de este modelo).

El modelo del umbral de escorrentía y el de la guía de inundaciones repentinas sirven para calcular la cantidad de lluvia acumulada -en un período de tiempo determinado- suficiente para que se produzca el desborda-

Umbral de precipitación a partir de los cuales se podrían inundaciones a las 18 horas local del día 29-07-05

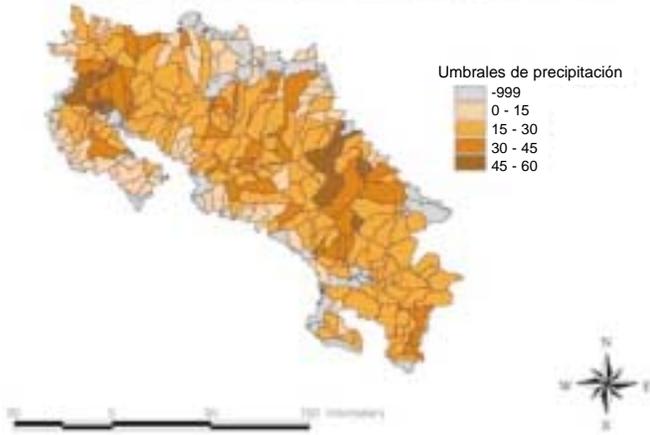


Figura 3. Resultados de los modelos de umbral de escorrentía y de guía de inundaciones referentes a 29-7-05 a las 18 hora local.

Evaluación del riesgo de inundación a la medianoche del 8-1-05 tomando en cuenta un pronóstico de 50 mm en la región del Caribe para las horas comprendidas entre las 6 de la tarde y la medianoche



Figura 4. Evaluación del riesgo de inundación utilizando la información de la Guía de crecidas y un pronóstico de cantidades de lluvia en un período de 6 horas.

miento del río en la salida de las cuencas (en figura 3 se ve los resultados obtenidos con tales modelos para el

Evaluación del riesgo de inundación a la medianoche del 8-1-05 tomando en cuenta un pronóstico de 50 mm en la región del Caribe para las horas comprendidas entre las 6 de la tarde y la medianoche



Figura 5. Regiones más vulnerables a las inundaciones y sus centros poblacionales

29-7-05 a las 12 hora local). Lluvias superiores a los 60 mm en el período comprendido entre las 12 y las 18 hora local hubieran indicado una alta posibilidad de inundaciones. Pero ¿cómo saber si se producirán lluvias sobre las cuencas más vulnerables en las próximas horas? Para esto se usa el pronóstico regional que elabora el/la meteorólogo/a y los pronósticos de cantidades de lluvia producidos por los modelos numéricos de mesoescala que se usan para la predicción del tiempo, tales como el modelo WS ETA y el MM5.

La Guía de crecidas fue diseñada de manera que la intervención humana fuera otro componente esencial del sistema en la toma de decisiones; por lo tanto, permite la manipulación de la información cuantitativa generada por el sistema y la incorporación de información adicional que pueda ser de utilidad en la toma de decisiones. Una muestra de los productos adicionales que se puede obtener se refiere a las inundaciones que se produjeron el 8 de enero de 2005 en la región caribeña después de la medianoche. Para obtener estos resultados se utilizaron los archivos de datos que tiene la Guía de crecidas y el pronóstico de cantidades de lluvia entre las 6 de la tarde y la medianoche.



Terreno lavado por lluvia, San José

La evaluación anterior se comparó con las regiones inundadas según el informe de la Comisión Nacional de Emergencia y los resultados son muy satisfactorios. El ejemplo anterior muestra las potencialidades de la *Guía de crecidas*, cuyos productos ya han sido evaluados en casos extremos y se continúan evaluando. Los produc-

tos finales, como los mostrados anteriormente, sirven para emitir avisos por alerta de inundaciones en las diferentes regiones de nuestro país y forman parte de los productos utilizados actualmente por los meteorólogos de la Gestión de Análisis y Predicción del IMN.

Referencias bibliográficas

Carpenter, T. M. *et al.* "National threshold runoff estimation utilizing GIS in support of operational flash flood warning systems", en *J. Hydrol.* 224, 1999.

Georgakakos, K. P. y D. E. Smith. "Soil moisture tendencies into the next century for the conterminous United States", en *J. of Geophys. Res.*, 106(D21), 27367-27382, 2001.

Georgakakos, K. P. "Analytical Results for Operational Flash Flood Guidance", en *Journal of Hydrology*. Submitted. 2004.



Calle de la Amargura, San José

Proyecto de *Ley del recurso hídrico*

JOSÉ MIGUEL ZELEDÓN

Costa Rica, con sus 51.000 km² de extensión, mayormente bajo un clima tropical húmedo y con un sistema orográfico que la divide en dos vertientes, se caracteriza por una envidiable oferta de agua, la cual ronda los 29.000 m³ per cápita anual, que la colocan en los primeros lugares en Latinoamérica en cuanto a su capital hídrico. Potencial que no valoramos y que, a falta de acciones orientadas a garantizar su sostenibilidad, podría convertirse en un bien escaso para el consumo humano y en un obstáculo para el desarrollo. Situación que nos coloca en el año 2025 en un escenario poco halagador pues, de no cambiar nuestra actual cultura de gestión de este valioso recurso, se tendrán problemas para satisfacer la demanda futura.

La problemática, identificada en infinidad de diagnósticos, referente al manejo que hacemos del recurso hídrico, señala un marco administrativo multiinstitucional que hoy día se caracteriza por una manifiesta ingobernabilidad, en perjuicio de su oferta y antesala

de un colapso. Cuando hablamos de disponibilidad de agua, ésta no solo debe verse en función del balance hídrico, sino también del uso y manejo que hagamos sobre todo del ciclo hidrosocial incompleto al que la sometemos.

En los diagnósticos se mencionan más de 15 instituciones involucradas en el manejo de este recurso, con más de diez leyes y un número importante de decretos que de alguna forma designan competencias dispersas y con lo cual se evidencia la urgente necesidad de una nueva ley marco, como lo ordena acertadamente la Sala Constitucional en su voto N° 2000-10466.



Sarapiquí

Hace 63 años, en agosto de 1942, el Congreso, presidido por Teodoro Picado en el gobierno de Calderón Guardia, promulgó la ley N° 276, correspondiente a nuestra actual *Ley de aguas*, la cual es nuestra normativa marco vigente. En 1997, al transformarse el Servicio Nacional de Electricidad en la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, bajo la ley N° 7593, se trasladaron las competencias de la *Ley de aguas* al Ministerio del Ambiente y Energía (Minae), pasando el Departamento de Aguas a formar parte del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), por su afinidad técnica y científica con el recurso hídrico. Sin embargo, es hasta la

actual administración cuando la gestión de aguas comienza a tener un papel más protagonista en la agenda política nacional.

Si bien la actual ley permite mantener cierto control en la gestión del agua, resulta insuficiente para atender las necesidades actuales del sector hídrico nacional, que se distingue por una demanda creciente, una

mala gestión de la oferta y un sinnúmero de conflictos, amén de zonas con problemas de acceso al agua en cuanto a la cantidad y su calidad.

En noviembre del 2001, el Poder Ejecutivo presentó al Congreso un proyecto de *Ley del recurso hídrico* con el fin de modernizar el sector, el cual después de un proceso de consulta y reforma se ha visto fortalecido como un instrumento vital para garantizar una futura gestión integral y sostenible del recurso hídrico en el país.

La gestión integral del recurso hídrico, entre otros aspectos, conlleva la necesidad de información hidrometeorológica que permita cuantificar la oferta con base a su disponibilidad temporal y espacial, determinada mediante el balance hídrico, que es una herramienta indispensable para la planificación de este recurso. Para

José Miguel Zeledón, meteorólogo, es jefe del Departamento de Aguas del Instituto Meteorológico Nacional.

generar esta información es necesario un constante monitoreo del recurso por medio de una red hidrometeorológica de amplia cobertura y confiabilidad en cuanto a la calidad y representatividad del dato. Si bien actualmente el IMN cuenta con una red, no satisface en su totalidad las necesidades que plantea el conocimiento de este recurso, y es necesaria más inversión, no solo para su mantenimiento sino también para su ampliación.

El proyecto de *Ley del recurso hídrico*, actualmente en el lugar 112 de la agenda del Congreso, resalta el tema del monitoreo hidrológico y meteorológico como un aspecto relevante en la gestión integral del recurso hídrico. Esta propuesta pretende fortalecer la gestión del IMN por medio del traslado de recursos económicos provenientes del canon que por el aprovechamiento del agua deben pagar los concesionarios, asegurando que

un 10 por ciento del componente del valor del agua establecido en su artículo 43 se destine a ampliar, mantener y operar la red de observación hidrometeorológica. Sin embargo, es legal y técnicamente viable desarrollar acciones tendientes a promover desde ya el aprovechamiento sostenible de las virtudes y riquezas de este recurso que constituye un privilegio para el país. La actual *Ley de aguas* permite cobrar un canon por aprovechamiento similar al propuesto en el proyecto de ley, y actualmente el Minae trabaja en un decreto ejecutivo que está muy cerca de ser firmado. La nueva ley en sus artículos del 177 al 179 vendría a cobijar esta propuesta.

Si bien la solución a los problemas de la gestión del agua en Costa Rica no reside únicamente en una nueva ley marco, ésta constituirá un instrumento importante para garantizar la institucionalidad y la gobernabilidad en la gestión integral del recurso hídrico en el país.

Tus fotos sobre ambiente

(fauna, flora; ecosistema naturales, rurales y urbanos; contaminación de aire, agua; deforestación y problemática del bosque, explotación agropecuaria y minera; producción energética; pesquería, etcétera)

mandalas a

Galería Ambientalista

Las fotos deben ser enviadas en formato **jpg** a 72 dpi y con nombre de autor y pie de foto a:

galeriaambientalista@yahoo.com

- Las fotos que se ubiquen en la Galería serán producto de una selección
- El uso de las fotos por parte de visitantes de la Galería será posible solo mediante un pago al autor que será canalizado por la Galería.

[Para más información : 277-3688]

SUSCRIPCIÓN ANUAL

12 ejemplares: ₡ 4.000

AMBIENi(CO)

Periodo suscripción: desde _____ hasta _____
(mes) (año) (mes) (año)

Forma de pago: ____ en efectivo, o ____ cheque a nombre de FUNDAUNA o ____ depósito en el Banco Nacional a nombre de FUNDAUNA cuenta **004-010272-9**, detalle : Proyecto 033506, y enviar copia de la boleta de depósito al fax 277-3289 (si se hace transferencia por internet, anotar como oficina la N° 004).

Nombre: _____
Teléfonos: Oficina: _____ Casa: _____ Celular: _____
Fax: _____ Correo electrónico: _____
Correo postal (para envíos): _____

[Enviar este cupón o la información solicitada al fax 277-3289 o comunicarse con el 277-3688 o con ambientico@una.ac.cr]



Programa Nacional de Cambio Climático

ROBERTO VILLALOBOS Y ANA RITA CHACÓN

Las evidencias del cambio climático detectadas por la comunidad científica en diferentes lugares del globo terrestre han generado respuestas al más alto nivel político de la comunidad internacional y especialmente en la Organización de Naciones Unidas. En el plano internacional, la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (en adelante Convención del Clima), en 1992, así como la aprobación del Protocolo de Kioto, en 1997, son las señales más importantes del reconocimiento de la necesidad de enfrentar con decisión el cambio climático y tomar las medidas de respuesta pertinentes.

El Ministerio de Ambiente y Energía (Minae), como encargado de velar por los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país, fomenta toda acción que contribuya a alcanzar tales objetivos. Acorde con esta responsabilidad, en junio de 1994 Costa Rica ratificó la Convención del Clima y, como parte de sus compromisos, está desarrollando un Programa Nacional de Cambio Climático, coordinado por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (Oci), ambos adscritos al Minae.

En el contexto de este Programa de Cambio Climático, el IMN es el Punto Focal del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), ente oficial establecido por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma), en 1988, para la investigación técnica, científica y socioeconómica sobre el cambio climático. Además, la Oci es el Punto Focal ante la Convención del Clima, que es el foro político de negociación.

El Programa de Cambio Climático desarrolla los temas de interés para el país, que van desde el diagnóstico, incluyendo los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero y los estudios de vulnerabilidad e impactos del cambio climático, hasta la realización de análisis de opciones de mitigación y adaptación que lleven a políticas y medidas integradoras de un plan de acción de cambio climático, lo que se refleja en las comu-

nicaciones nacionales, que son un compromiso adquirido con la ratificación de la Convención del Clima. En este proceso también se incluye incentivar el uso de los mecanismos financieros de la Convención del Clima y del Protocolo de Kioto, incluyendo el mecanismo de desarrollo limpio establecido en su artículo 12 y el darle seguimiento al proceso de las negociaciones internacionales que apoyan la realización de todos estos esfuerzos.

El IMN actúa como coordinador de la agenda y coordina con las dependencias académicas y de investigación más apropiadas para que realicen los estudios necesarios. Busca el apoyo de otras instituciones de desarrollo del país y colabora para reforzar sus investigaciones interdisciplinarias. También convoca a los diferentes sectores y usuarios potenciales de la información climática para analizar sus necesidades en relación con la variabilidad y el cambio climático y así poder hacer que nuestra agenda climática sea congruente con nuestras aspiraciones en materia de desarrollo sostenible.

La Convención del Clima ha establecido que cada parte, incluyendo los países en vías de desarrollo, debe comunicar a la Conferencia de las Partes, sus inventarios nacionales de emisiones antropogénicas por fuentes y de absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero, excepto los controlados por el Protocolo de Montreal.

El IMN, con el aporte de diferentes instituciones públicas y privadas, ha realizado dos inventarios de emisiones de gases: el primero, con año de referencia 1990, en el que se evaluaron seis gases: dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), metano (CH_4), otros hidrocarburos volátiles (NMVOC), óxido nitroso (N_2O) y óxidos de nitrógeno (NO_x); y el segundo, con año de referencia 1996, en el que se evaluó esos mismos seis gases agregando el dióxido de azufre y los hidrofluorocarbonados, utilizando las directrices del IPCC para su evaluación.

De acuerdo con los resultados de estos inventarios, se concluye que el sector energético y dentro de éste el sector transporte, al consumir la mayor cantidad de hidrocarburos, es el principal emisor de gases de efecto invernadero (en la figura 2 se observa la proporción de emisiones por sector en 1990 y en 1996). En referencia a 1996, la emisión de Costa Rica es 1,18 toneladas per-

Roberto Villalobos Flores, ingeniero agrónomo, y Ana Rita Chacón Araya, ingeniera química, trabajan en Gestión de Desarrollo en el Instituto Meteorológico Nacional. Villalobos es jefe de esa sección.

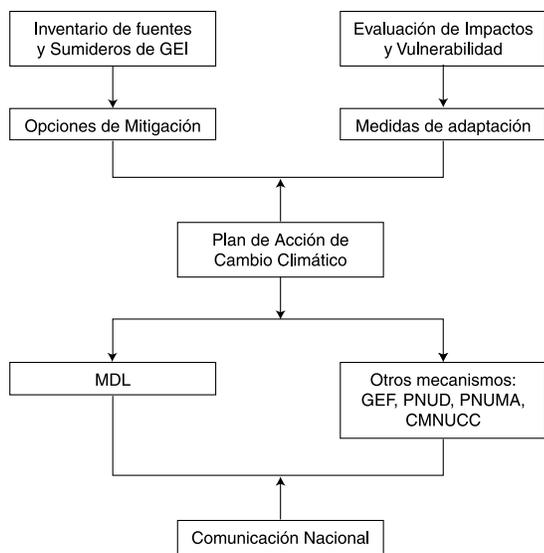


Figura 1. Programa Nacional de Cambio Climático

cápita y el promedio global aproximadamente 4,0 tn per cápita. En 1996 las emisiones en el país fueron parcialmente compensadas por la fijación de carbono en el sector forestal.

En la actualidad se elabora el tercer inventario referente al año 2000, incluyendo los mismos gases evaluados en el inventario de 1996, el cual brindará datos importantes sobre la tendencia de las emisiones nacionales.

En el contexto de la mitigación del cambio climático, la reducción de emisiones es un tema de investigación y análisis de carácter estratégico para Costa Rica. Impone el reto de contar con una visión de desarrollo tecnológico, incentiva el desarrollo sustentable y la viabilidad de los objetivos propuestos en las Metas del Milenio y en el Plan de Acción de Johannesburgo, involucra un nuevo orden económico mundial con restricciones a las emisiones de gases de efecto invernadero, tiene implicaciones geopolíticas importantes, brinda oportunidades económicas a través de los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto, plantea retos a la investigación del clima -su variabilidad y cambio-, de la salud, de la energía renovable y de la seguridad alimentaria -entre otras iniciativas, para impulsar la equidad en la ecuación de nuestro desarrollo sostenible.

Los mecanismos de Kioto, específicamente el mecanismo de desarrollo limpio, ofrece oportunidades a los países en vías de desarrollo para apoyar su desarrollo sostenible y, a la vez, contribuir a que los países desarrollados cumplan con sus compromisos mandatorios y vinculantes adoptados en el Protocolo de Kioto. La bondad de éste es que los esfuerzos económicos incrementales que hagan los países en desarrollo en aras de un patrón de desarrollo más limpio podrán recuperarse a través de la comercialización de un servicio ambiental

global. Desde un punto de vista económico es eficiente y desde la perspectiva de equidad es justo. La Oci coordina las actividades relacionadas con este tema.

En la primera comunicación se identificaron algunas políticas y medidas de mitigación en sectores económicos clave, al igual que se informó de opciones de mitigación compatibles con nuestras prioridades, como es el caso de las fuentes renovables de energía, la extracción de metano en rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas y las actividades forestales. La investigación se desarrolla acorde a las nuevas opciones tecnológicas que surjan, por lo que el proceso es continuo y la información está siendo actualizada en cada una de las comunicaciones nacionales.

En el proceso de preparación de la primera comunicación nacional presentada a la CMNUCC en el año 2000, se desarrollaron análisis sobre los posibles impactos del cambio climático con base en los escenarios climáticos futuros estimados con modelos numéricos de predicción del clima, que simulan el comportamiento del clima actual y futuro.

Estos resultados se incorporaron a modelos sectoriales específicos, entre los que se incluyeron los estudios relacionados con la vulnerabilidad de los recursos hídricos, de las zonas marino-costeras, de la agricultura -específicamente en cuatro cultivos básicos: frijol, arroz de secano, papa y café- y de los recursos forestales. Dichos estudios se realizaron con la participación de las instituciones y organizaciones responsables de cada uno de los sectores involucrados, bajo la coordinación del IMN.

Para determinar los escenarios climáticos de Costa Rica en los horizontes de tiempo: 2010, 2030 y 2100, se utilizó tres escenarios globales de incremento de concentración de gases de efecto invernadero, obteniéndose para el año 2100, bajo un escenario moderado, un aumento de la temperatura de hasta 2,5 °C y una disminución máxima de la precipitación del 42 por ciento, siendo el Pacífico Norte la zona más afectada. En el sector hídrico se realizó un análisis en tres cuencas: Reventazón, Grande de Tárcoles y Grande de Térraba. Para los escenarios climáticos establecidos se encontraron variaciones importantes de escorrentía en las tres cuencas, principalmente durante la época de transición entre la estación seca y la lluviosa. Con respecto a los recursos costeros, la zona de estudio abarcó desde Punta Morales hasta Punta Mala en la costa pacífica. Con aumento del nivel del mar entre 30 cm y 1 m, se determinó la inundación de áreas apreciables en la zona (en la figura 3 se observa la situación de Puntarenas ante un incremento de 0,30 y 1 m en el nivel del mar). Los resultados del estudio en los cuatro cultivos muestran que los rendimientos de todos éstos se verían afectados por el cambio climático. En la evaluación de vulnerabilidad de los bosques se determinó que bajo los tres escenarios climáticos se presenta una disminución de los bosques secos, húmedos y muy húmedos tropicales y un aumento de los bosques húmedos y muy húmedos premontanos y el bosque muy húmedo montano.

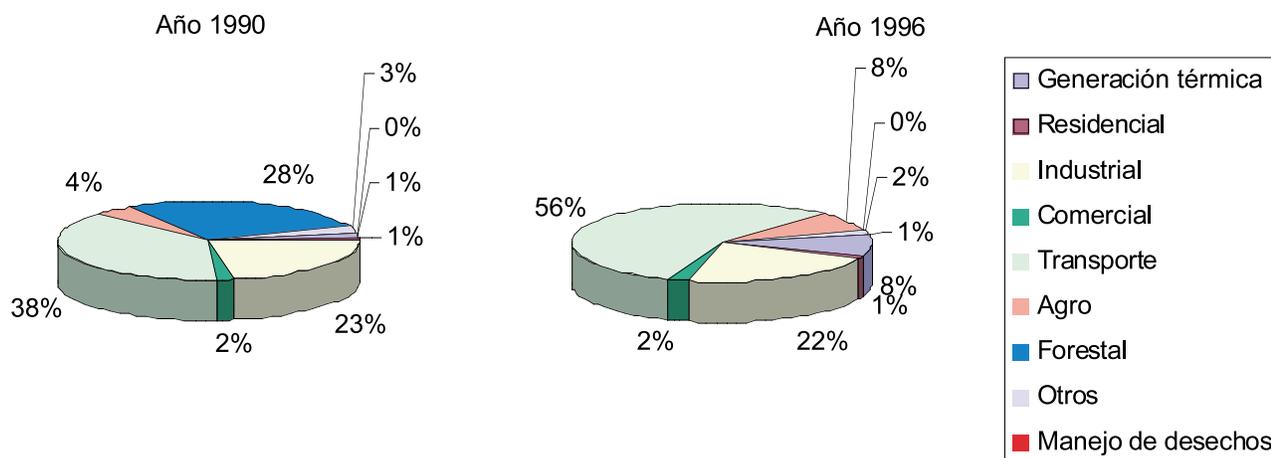


Figura 2. Emisiones por sector en 1990 y 1996

La actividad climática reciente expresada en los eventos *El Niño* y *La Niña*, y sus fenómenos relacionados de sequías, inundaciones y huracanes -entre otros-, requiere atención inmediata, razón por la que se está incluyendo en los objetivos de la segunda comunicación nacional un apartado para dichos estudios de la variabilidad climática con el fin de analizar nuestra vulnerabilidad actual. Por otra parte, en vista de que es a través de estos fenómenos que el cambio climático se va a manifestar o se está manifestando, el IMN está perfeccionando un sistema de alerta temprana con pronósticos climáticos estadísticos y dinámicos -sobre todo para el fenómeno *El Niño* y su antítesis *La Niña*- y de los eventos extremos que lo acompañan que afectan el régimen de precipitación en el país, para así ensayar diferentes políticas y medidas de adaptación que contribuyan a reducir nuestra vulnerabilidad actual ante los impactos potenciales del cambio climático. Con este enfoque actual de la vulnerabilidad se pretende evaluar los impactos sobre los sectores salud, energía y biodiversidad, entre otros.

Las políticas y medidas de adaptación son clave pues, aunque las emisiones de gases a la atmósfera cesaran, los efectos de las concentraciones provocan cambios -algunos irreversibles- a muy largo plazo por la inercia de los diferentes factores climáticos. Por eso es que se hace necesario realizar evaluaciones y plantear opciones de adaptación de acuerdo con la percepción de los actores y sectores afectados. Un ejemplo de este tipo de estudios lo representa el proyecto regional Fomento de las capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba, financiado por el Fondo Global del Ambiente y bajo la coordinación del IMN. Este proyecto desarrolla una estrategia para el sector hídrico de la zona noroccidental de la Gran Área Metropolitana, una vez evaluada su vulnerabilidad y analizado el riesgo al cambio climático, con la intención de que se valore la posibilidad de implementar las diferentes opciones de adaptación a los impactos en el sec-

tor.

El mejoramiento de la capacidad de adaptación a nivel nacional no es un reto del IMN sino que debe ser un compromiso nacional, pues en la medida en que nos preparemos para enfrentar los impactos del cambio climático se reducirá nuestra vulnerabilidad.

Como resultado de las actividades del Programa de Cambio Climático y la primera comunicación nacional, se ha logrado coordinar la introducción de algunas consideraciones de cambio climático en políticas, planes y programas de desarrollo, así como compromisos institucionales para apoyar los inventarios de emisiones, los estudios de vulnerabilidad y adaptación y establecer sinergias entre las actividades de la Convención de Cambio

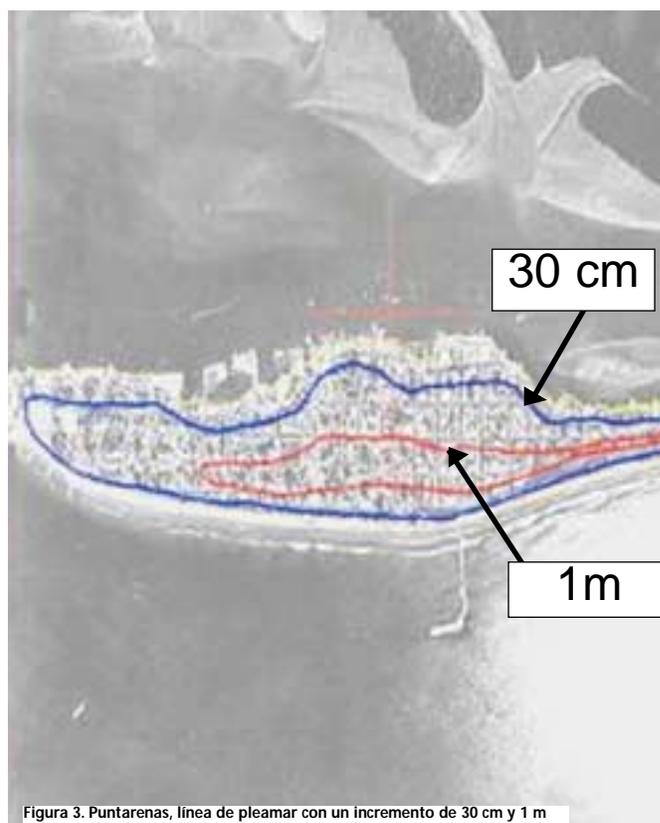


Figura 3. Puntarenas, línea de pleamar con un incremento de 30 cm y 1 m

Climático, la Convención de Desertificación y la Convención de Biodiversidad.

Por otra parte, se reconoce la necesidad de integrar al análisis las dimensiones legal, política e institucional, así como determinar la viabilidad económica de las medidas identificadas, para lo que el Programa establece la necesidad de un plan de acción de cambio climático en el que se debe de seleccionar y priorizar las medidas de mitigación y adaptación propuestas, con la intención de establecer una estrategia nacional que apoye su implementación y financiamiento a través de los mecanismos financieros de la Convención y el mecanismo de desarrollo limpio del Protocolo de Kioto. El Fondo Global del Ambiente, el Pnud, el Pnuma y la Unión Europea, entre otros, son instituciones que canalizan recursos financieros directamente hacia las comunidades y las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de los

países en desarrollo para apoyar los esfuerzos locales por mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático, conservar y restaurar el ambiente y la biodiversidad, proteger el agua, prevenir la degradación del suelo y otros. Dentro del Programa reciben especial importancia las actividades de difusión, sensibilización y capacitación a las comunidades. En coordinación con el Ministerio de Educación se han desarrollado programas educativos en el ámbito ambiental nacional orientados a la concienciación y la sensibilización del público ante el cambio climático, considerado el principal problema ambiental que tiene que enfrentar la comunidad internacional en este siglo. El lema del Programa es *Todos somos parte de la solución*, y bajo esta premisa se espera contar con el apoyo de un público sensibilizado y capacitado para enfrentar el cambio climático.



Laguna en Zona Norte de Costa Rica

Breve historia del Instituto Meteorológico Nacional: 1888-2005

JUAN C. FALLAS

De acuerdo a los registros históricos, los primeros datos meteorológicos se deben al botánico y naturalista danés A. S. Oersted, quien, en 1846, inició una exploración geográfica de Costa Rica, verdadera hazaña en aquella época. Recorrió de Puntarenas a Moín y de Alajuela al río San Juan; efectuó también ascensiones a los volcanes. Sus investigaciones se publicaron en Copenhague en 1863 y sirvieron previamente para la descripción del país en la obra *Cosmos*, del sabio alemán Alejandro Humboldt. Oersted realizó la primera descripción del clima de Costa Rica, aunque sus datos difieren de lo observado por naturalistas posteriores. Él dedujo, en 1847, un promedio anual de temperatura de 16 °C en Cartago, con un mínimo de 13 °C en enero. También dejó la primera medición de lluvia, muy parecida al promedio actual, y la temperatura de San José. Después de



Sede del Instituto Meteorológico Nacional, San José

Oersted, transcurrieron veinte años sin que se hicieran observaciones, exceptuando las descripciones de los alemanes Wagner y Scherzer, que indican que la temperatura de San José no baja de los 17 °C ni sobrepasa los 25 °C y el promedio no se aleja de los 20 °C.

Debido al desarrollo científico dado a mediados del siglo XIX, en 1873 cristalizó nacionalmente el interés en establecer un observatorio meteorológico liderado por el Dr. Fernando Streber. Pero no fue sino hasta una década después que se materializó. No obstante, la Oficina de Estadística incluyó desde sus orígenes (1861) la recopilación de la información meteorológica como una de sus tareas primordiales, lo cual dio pie a la participación de Costa Rica, en 1877, en la primera Red Internacional de Datos Meteorológicos.

En 1887 se estableció el primer Observatorio Meteorológico Nacional, bajo la dirección del científico suizo

Dr. Henri Pittier Dormond, uno de los extranjeros a quien se llamó sabio, graduado en Suiza como geofísico, ingeniero civil y doctor en ciencias. Sin embargo, no fue hasta el 7 de abril de 1888 que se publicó en *La Gaceta* la creación del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), nombrándose como director a Pittier, quien además fue puesto como profesor en el Liceo de Costa Rica, lugar donde comenzó a funcionar el IMN. Ahí se iniciaron las primeras observaciones sistemáticas de lluvia y temperatura de

San José y el estudio del clima del país. La creación de esta institución fue impulsada por Mauro Fernández, abogado, economista y educador, reformador de la enseñanza en Costa Rica, ministro de Hacienda e Instrucción Pública, alma e inspiración del gobierno de Bernardo Soto, presidente de la República entre 1885 y 1889.

En su administración, Pittier vinculó a Costa Rica con la Organización Meteorológica Internacional (OMI) al asumir la representación del país en el Congreso Meteorológico de París en 1889. A su regreso, Pittier reestructuró el programa de observaciones con base en la normativa internacional. Al año de su fundación, el IMN pasó a formar parte de una institución más amplia: el Instituto Físico-Geográfico, siempre bajo la dirección de Pittier, el cual comprendía: el Observatorio Meteorológico y las estaciones meteorológicas de su dependencia, el Servicio Geográfico, el Museo Nacional y el Herbario Nacional. El IMN también formó parte de diferentes instituciones gubernamentales, como la Sección Meteorológica del Museo Nacional, en 1910, el Instituto Físico-Geográfico, en 1924, el Departamento Nacional de Agricultura, en 1936, la Universidad de Costa Rica, en 1940, y el Instituto Geográfico Nacional, en 1944.

Los archivos y memorias del IMN registran los nombres de personajes nacionales y extranjeros que mantu-

Juan Carlos Fallas, meteorólogo, es jefe de Gestión de Información y Comercialización del Instituto Meteorológico Nacional.

vieron vivo el interés científico por los fenómenos atmosféricos y no permitieron que se interrumpiera el registro de las observaciones meteorológicas, pese a que un decreto oficial pretendió cerrarlo en un momento determinado de su historia "por razones de economía".

En 1936, el Instituto Geográfico se suprimió por falta de presupuesto. Los instrumentos meteorológicos se trasladaron al Departamento Nacional de Agricultura del Ministerio de Fomento, localizado en San Pedro de Montes de Oca, donde hoy se ubica la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, y ahí se siguieron haciendo las observaciones meteorológicas. A partir de 1944, y habiéndose construido ya la Universidad de Costa Rica, en el barrio González Lahmann se creó de nuevo el Servicio Meteorológico y Sismológico como dependencia del nuevo Instituto Geográfico Nacional, siempre dentro de la Secretaría de Fomento, hoy Ministerio de Obras Públicas y Transportes, haciéndose cargo de su dirección el Dr. José Merino y Coronado, con quien se dio el intento de experimentar en el pronóstico del tiempo a corto plazo: la información se recibía al principio por radio y luego por teletipo.

El Servicio Meteorológico y Sismológico estuvo dirigido entre 1948 y 1968 por el ingeniero naval Elliot Coen París, quien fue el artífice de la reestructuración del Servicio Meteorológico. Él trasladó su sede del Edificio Universitario a la torre noreste del Museo Nacional y logró que el país entablara relaciones con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), ingresando como estado miembro en 1958. Desde los primeros años, Coen realizó una gran cantidad de publicaciones sobre la climatología de Costa Rica, los primeros mapas de lluvia, de temperatura, de brillo solar y otros. Este Atlas Estadístico publicado por la Dirección General de Estadísticas y Censos, en 1953, nos ofrece una reseña de la meteorología del país, con clasificación de climas, y con mapas y gráficos de diferentes regiones del territorio nacional. En 1963, motivado por los efectos de la erupción del volcán Irazú y las inundaciones del río Reventado, se negoció la adquisición de importante equipo meteorológico, incluyendo un radar. En 1968 Coen se retiró y lo sustituyó el ingeniero agrónomo Luis Vives.

Hasta 1968, el Servicio Meteorológico y Sismológico desarrolló una actividad polifacética en meteorología, sismología, astronomía, aspectos oceanográficos como las mareas, y hasta la hora oficial. Este carácter universal o enciclopédico de la labor de la institución convertía a su director en alguien de mucho prestigio ante

la opinión pública. Eran personalidades muy conocidas y personalmente debían explicar por la prensa y la radio los más diversos fenómenos naturales que ocurrían: temporales, sequías, cambios bruscos de temperatura, temblores, eclipses, cometas y otros.

A partir de 1968, el Departamento de Física de la Universidad de Costa Rica inició la formación profesional en meteorología y en ese mismo año fue designado como uno de los centros regionales de formación profesional de la OMM, apoyado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. A través de esta iniciativa se profesionalizó el Servicio Meteorológico.

A partir de 1970, y con el apoyo del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, auspiciado por la OMM, se renovó el equipo de medición, se instaló una red básica y seis estaciones sinópticas con programas de observación de 12 horas al día. De este modo se recuperaron y depuraron los datos meteorológicos en una base de datos.



Edificio de la sede del IMN, San José

En 1973, mediante la ley N° 5222, se creó el Instituto Meteorológico Nacional, adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería, y su dirección la asumió el meteorólogo Gerardo Lizano, uno de los primeros graduados en meteorología de la

Universidad de Costa Rica. Desde 1975 las oficinas centrales se localizan en barrio Aranjuez. En 1990, la ley N° 7152 trasladó el IMN al Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, que a partir de 1995 pasó a llamarse Ministerio de Ambiente y Energía.

El IMN es actualmente una institución técnica especializada responsable de satisfacer las necesidades de información sobre el tiempo, el clima y el agua; también de facilitar servicios e investigación científica orientados a diferentes sectores productivos, como apoyo a la producción agrícola y la seguridad alimentaria, la eficiencia y seguridad del transporte aéreo y marítimo, el turismo, el uso racional de los recursos hídricos, pero sobre todo para la defensa civil en cuanto a prevención y mitigación de los desastres relacionados con fenómenos hidrometeorológicos extremos, responsables de más del 85 por ciento de las declaratorias de emergencia nacional. Tiene como funciones, además, recopilar toda la información climatológica y meteorológica registrada en el país y editar y publicar periódicamente estadísticas, establecer mediante un proceso continuado de educación y divulgación el mejor uso de la información meteorológica para el desarrollo del país, y mantener y fomentar las relaciones y la suscripción de convenios con organismos multilaterales del ramo.

Clima y folclor

MAX MENA

La preocupación por conocer y predecir el tiempo la arrastra el ser humano desde el inicio de su existencia. Nuestros agricultores, ganaderos y artesanos siempre han vuelto su vista al cielo esperando de él no solo respuestas a sus súplicas, sino también el anuncio y el significado de cuanto fenómeno natural acontece bajo su bóveda. La información buscada sobre el clima se ha transcrito a partir de múltiples observaciones: la forma de las nubes, la dirección de los vientos, la configuración, tonalidad y luminosidad del sol y de la luna, etcétera; también se ha buscado respuestas en el entorno -animales, plantas y otros-, hallándose abundantes anuncios de su interés.

Es interesante cómo un pueblo llega a desarrollar una sensibilidad meteorológica que se integra a su forma de ser y se expresa en dichos populares, referidos a "singularidades" que no son más que periodos secos o de lluvias que desde una perspectiva climática se distinguen por su mayor o menor frecuencia de aparición durante el año. A esas "singularidades" se les ha asignado los siguientes nombres propios:

Las *pintas* ocurren durante la primera quincena de enero, y consisten en una secuencia de 12 supuestos "patrones" climáticos, dados en 12 días consecutivos, que se supone se repetirán, también consecutivamente, en los 12 meses del año que empieza: un "día patrón" para cada mes del año.

Las *cabañuelas* se dan durante la segunda quincena de febrero, son días abochornados, con calmas calurosas y bruma.

El *aguacero de los cafetaleros* son los primeros aguaceros del año en el Valle Central, que se esperan para las fiestas de San José, el 19 de marzo.

Las *lluvias locas* son aguaceros ocasionales que se observan en abril, después o durante un periodo seco, justo antes del inicio de la transición.

La *transición* es un periodo entre la estación seca y la estación lluviosa, que puede durar dos o tres semanas, caracterizado por una alternabilidad entre días secos y lluviosos, donde los periodos lluviosos gradualmente se alargan y los secos se acortan; este periodo es característico de la vertiente del Pacífico y el Valle Central.

La *entrada de la estación lluviosa* es cuando se regularizan las lluvias, o sea, predominan los periodos lluviosos so-

bre los secos.

El *veranillo de San Juan* es una merma de las lluvias en las cercanías del día de San Juan, el 24 de junio. Los "veranillos" son periodos secos de pocos días que se presentan durante la estación lluviosa, especialmente en Guanacaste y el Valle Central. Además, están asociados con lluvias en la vertiente del Caribe.

La *primera y la segunda canícula*, al igual que el veranillo de San Juan, son veranillos que se observan respectivamente a fines de julio y principios de agosto.

Los *temporales del Pacífico* son condiciones de cielo nublado por varios días, con lluvia persistente que ocurre a cualquier hora del día, en contraste con la distribución típica de la precipitación durante la estación lluviosa en la vertiente del Pacífico. Son muy variables año con año, pero ocurren con mayor frecuencia en septiembre y octubre. Están relacionados con el paso de los huracanes en el mar Caribe.

El *cordón de San Francisco* son aguaceros fuertes acompañados de tormenta eléctrica, más frecuentes a partir del 4 de octubre. Durante estos días la precipitación se prolonga hasta las primeras horas de la noche.

Rompen los nortes: a fines de octubre y con mayor frecuencia a principios de noviembre. Son vientos con dirección del norte que acompañan a los frentes fríos y que marcan el inicio del fin de la estación lluviosa en la vertiente del Pacífico y la entrada de las lluvias en la vertiente del Caribe.

Los *temporales del Atlántico* se pueden presentar entre noviembre y enero, pero son más frecuentes en diciembre. Producen precipitaciones intensas e inundaciones en esa región y se deben a los frentes fríos que alcanzan nuestra latitud. También se conocen como la *llena*.

Las *lágrimas de María* son lloviznas que se presentan entre el 15 y el 24 de diciembre sobre la cordillera Volcánica Central afectando las partes bajas del Valle; pero si ocurren entre el 24 y el 30 se les llama aguas del Niño. Están relacionadas con el derrame de precipitaciones desde la vertiente del Caribe.

Este folclor relativo al clima nos plantea, por su fundamento empírico, el problema de cuánto encierra de mito y cuánto de acierto. Sin embargo, por su indudable vigencia como fundamento de muchas prácticas principalmente en el campo, parece que seguirá siendo parte de nuestra ideología por largo tiempo.

Max Mena, meteorólogo, trabaja en Gestión de Información y Comercialización del Instituto Meteorológico Nacional.



sigue lloviendo en San José

