

LA NIÑA ESTA A SU MAXIMA INTENSIDAD Y CONTINUARA EN EL 2011

RESUMEN

Actualmente el fenómeno de la Niña presenta una fuerte intensidad. Tanto las observaciones como los modelos indican que el fenómeno está en su máxima intensidad y que gradualmente comenzará a disminuir de intensidad en diciembre o enero. Sobre la posible finalización, los modelos indican que para mediados del próximo año las condiciones se habrían estabilizado, no obstante los años análogos y otros elementos considerados indican que podría extender aun más. En cuanto al calentamiento del océano Atlántico, las condiciones siguen igual de calientes, no obstante con niveles ligeramente más bajos que los alcanzados en abril y mayo, el pronóstico es que las temperaturas se hayan normalizado para el segundo trimestre del 2011.

Con respecto al pronóstico climático del trimestre diciembre 2010 a febrero 2011, en general no se pronostican condiciones secas para la Vertiente del Caribe y la Zona Norte, por el contrario, hay altas probabilidades de condiciones más lluviosas que las normales, incluyendo varios temporales con las consecuentes inundaciones. Mientras tanto, la temporada seca en el Pacífico y el Valle Central no solo podría atrasarse (de 2 a 45 semanas) sino que durará menos que lo normal, además las temperaturas no estarán tan calientes como en otros años. En cuanto a la temporada de frentes fríos, se pronostica que será más activa que lo normal: entre 4 y 6 frentes fríos afectarían directamente al país, de entre los cuales al menos uno tendría impactos negativos en la Zona Norte y vertiente del Caribe.

DIAGNÓSTICO

La figura 1 muestra las variaciones de la anomalía² de la temperatura del océano Pacífico tropical entre setiembre y octubre del 2010, nótese el enfriamiento adicional que se registró en octubre, particularmente en la región Niño3.4, lo cual evidencia la intensificación del fenómeno de la Niña. En términos de extensión longitudinal el fenómeno no ha experimentado cambios, pues tanto en setiembre como en octubre la máxima longitud alcanzada fue 160° O. En el Pacífico de Costa Rica, y en general de Centroamérica, las temperaturas del mar se están enfriando pero de una manera más lenta y no homogénea. En el mar Caribe persiste la presencia de aguas más calientes, a diferencia del golfo de México donde las temperaturas se están enfriando.

La figura 2 muestra la variación mensual del índice de temperatura del mar N3.4, donde se puede notar no solo que el enfriamiento empezó en mayo sino también que continúa aumentando, de hecho el valor de octubre es hasta el momento el más bajo desde que comenzó el fenómeno.

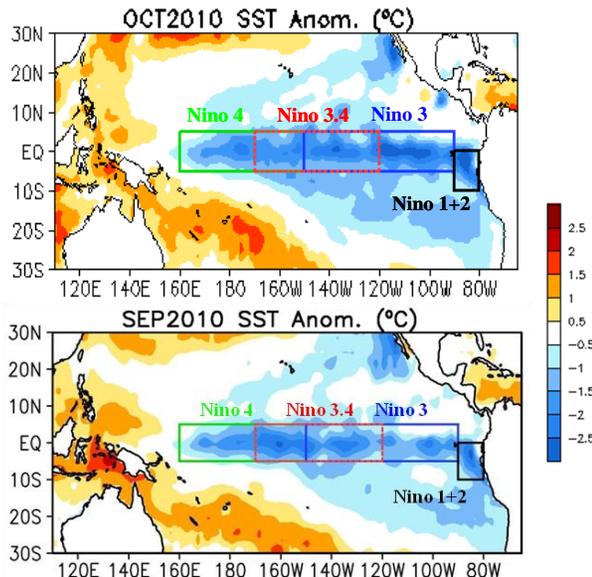


Figura 1. Variación espacial y temporal de las anomalías de temperatura de la superficie del mar en el Océano Pacífico entre setiembre y octubre del 2010. Fuente: CPC/NOAA.

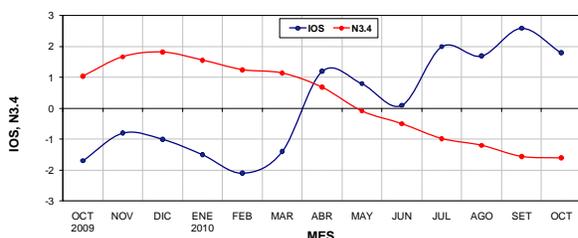


Figura 2. Evolución temporal del índice IOS (atmósfera) y Niño-3.4 (océano) en los últimos 12 meses. Fuente: CPC-NOAA (EUA).

En cuanto al comportamiento de los parámetros atmosféricos del ENOS, el indicador de presión atmosférica IOS (Índice de Oscilación del Sur) persistió con signo positivo, sin embargo disminuyó de intensidad con respecto al valor de setiembre (figura 2), que por cierto fue el más alto registrado (para un mes de setiembre) desde 1917. Todo lo anterior permite clasificar a este evento de la Niña como uno de fuerte intensidad.

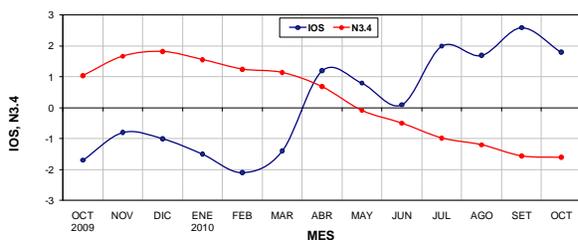


Figura 2. Evolución temporal del índice IOS (atmósfera) y Niño-3.4 (océano) en los últimos 12 meses. Fuente: CPC-NOAA (EUA).

Con respecto al Océano Atlántico Tropical -que es otro fuerte modulador del clima en Costa Rica- la figura 3a muestra la extensión y magnitud del fuerte calentamiento que en octubre abarcaba a todo el Atlántico tropical y mar Caribe. El calentamiento de este año llegó hasta una anomalía máxima de +1.7°C (entre el 21 de abril y el 5 de mayo), y representa no solo el valor más alto de los últimos 10

años sino que de todo el registro histórico que data de mediados del siglo XIX. Según la figura 3b, desde mayo el grado de calentamiento ha venido disminuyendo lentamente, no obstante en todos esos meses se ha superado el máximo histórico correspondiente.

En cuanto al estado de las lluvias de octubre, la figura 4.a muestra el mapa con el resumen de condiciones en cada una de las regiones climáticas. De acuerdo con la clasificación por quintiles, predominaron condiciones muy variables, desde extremadamente secas (Pacífico Norte) hasta lluviosas en el Pacífico Central y Sur. Las regiones con un régimen seco fueron el Pacífico Norte, el Valle Central, la Zona Norte y toda la región Caribe, el déficit de precipitaciones osciló entre el 15% y 60%. Cabe destacar, tal como se deduce de la figura 5, que para el Pacífico Norte el déficit de octubre ha sido el más alto de los registros históricos.

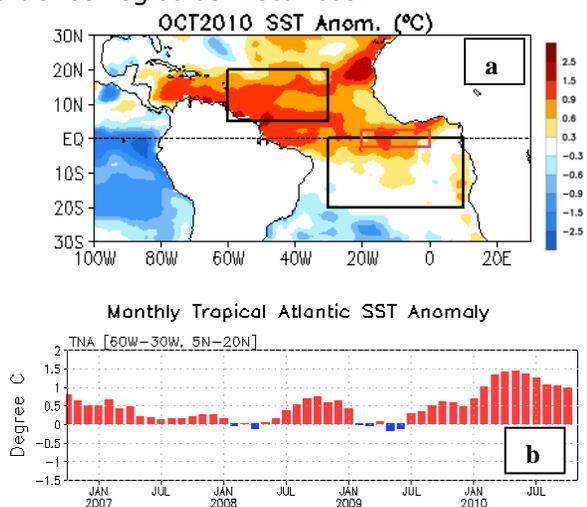


Figura 3. Anomalías de la temperatura en el Atlántico Tropical Norte. (a) variación espacial de agosto 2010. (b) variación mensual. Fuente: CPC-NOAA (EUA).

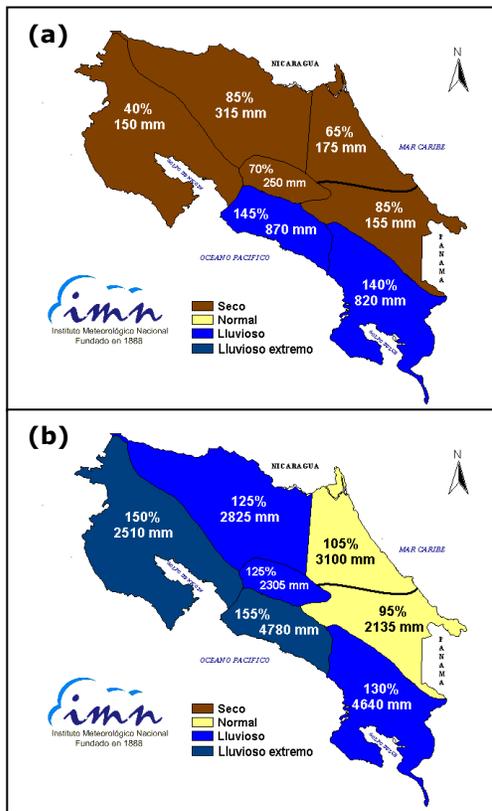


Figura 4. Estado de las lluvias en el 2010, valores porcentuales relativos al promedio y totales en milímetros. (a) setiembre, (b) enero-setiembre. Fuente: IMN.

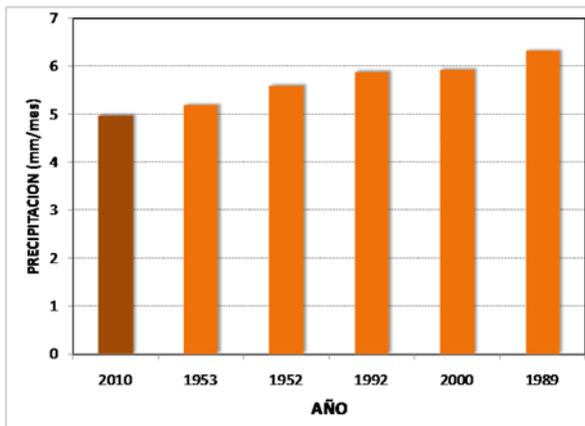


Figura 5. Lista de los octubres más secos en la región del Pacífico Norte (Guanacaste).

Un breve diagnóstico determinó que el fenómeno de la Niña no fue el responsable directo de las anomalías secas registradas. Hay dos causas principales que explican por qué fueron tan secas las condiciones de octubre del 2010 en la mayor parte del país. Uno de los factores apunta hacia una temprana y mayor frecuencia de sistemas de alta presión sobre Norteamérica, los cuales produjeron sobre el país una mayor estabilidad del aire y vientos secos provenientes precisamente de esos sistemas. El otro factor fue la Oscilación de Madden-Julian, un fenómeno migratorio de macroescala, cuya fase "seca" pasó este mes por toda la América tropical y que registró uno de los valores más altos del registro histórico. Es muy probable que este mismo fenómeno haya sido el responsable de la modulación y cambios que experimentaron los sistemas de presión atmosférica y vientos de nuestra región.

Ahora bien, tal como lo muestra la figura 4.1, el déficit de lluvia de octubre no fue generalizado en todo el país, el patrón de sequía fue más débil o inexistente en el Pacífico Central y Sur, pues en la zonas donde se evidenció algún efecto se presentaron hasta 7 días secos consecutivos (entre el 7 y 13 de octubre), sin embargo este faltante fue totalmente opacado por las condiciones extremadamente lluviosas que se registraron los días 3, 21, 27 y 28 de octubre, ya que en total dejaron montos de 400 mm hasta 650 mm, es decir, en tan solo 4 días se igualó o superó el promedio histórico de largo plazo.

En cuanto al acumulado anual (de enero a octubre), la figura 4b muestra que las condiciones en el Pacífico Norte y el Pacífico Central siguen siendo de "lluvioso extremo" a pesar de la fuerte disminución en octubre, los porcentajes de aumento son de 50% y 55%, respectivamente. En la Zona Norte, el Valle Central y el Pacífico Sur las condiciones se clasifican como "lluviosas", los porcentajes de aumento varían entre 25% y 30%. Toda la región del Caribe (Norte y Sur) presenta acumulados de lluvia en el rango normal, la única salvedad es el sector costero del Caribe Sur, específicamente entre Puerto Vargas y Sixaola, donde por el contrario ha habido una disminución del 12%.

PRONOSTICO DE LA NIÑA

La figura 6 muestra el pronóstico de modelos oceanográficos y atmosféricos de la intensidad y duración de la Niña mediante el índice de temperatura Niño3.4. El pronóstico cubre el periodo en rangos trimestrales desde noviembre del 2010 hasta setiembre del 2011. Según el promedio del ensamble³ de modelos (línea azul en la figura 5), se pronostica que La Niña va a continuar en el 2011 al menos hasta el mes de julio. En cuanto a la intensidad, los modelos muestran que el fenómeno pudo haber ya alcanzado o está pasando por su mayor magnitud, nótese que en los próximos 6 meses su amplitud disminuirá en un 50%. A modo de referencia, el último evento de la Niña ocurrió entre el 2007 y el 2008, y presentó una intensidad máxima de $N3.4 = -1.9^{\circ}\text{C}$. Esto pone de manifiesto una vez más que la Niña de este año ha sido de fuerte intensidad y que al menos tendrá una duración de 13 meses.

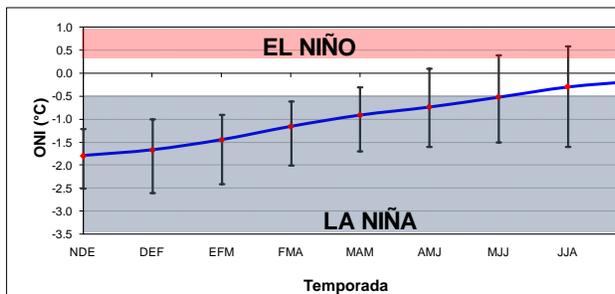


Figura 6. Previsión multimodelo del índice de temperatura del mar Niño3.4 con la corrida de julio. La línea azul es el promedio de los modelos, los bastones verticales dan una medida de la variabilidad o incertidumbre. Fuente: IRI⁴.

Modelos como los del Reino Unido (UKMO) y Japón (JFCM) pronostican una mayor intensidad (-2.2°C) y otros como el CFS (EUA), COLA (EUA), ESSIC (EUA) y el JFCM (Japón) extienden los efectos de la Niña más allá de setiembre. Sobre la posibilidad de que la Niña se pueda extender más tiempo, hay dos elementos que apoyan esta

tesis: el índice de Transición del ENOS (ETI, por sus siglas en inglés) y el Índice de Predicción del ENOS (EPI). En la práctica cuando el ETI permanece positivo, la Niña tiende a persistir el siguiente año; el valor actual del ETI es el segundo más alto del registro, el primero se presentó en 1998. Los cambios futuros de las temperaturas del mar en la zona Niño-3 (Pacífico ecuatorial oriental) pueden ser indicados por el EPI. Cuando el EPI de noviembre es de signo positivo significa que hay una alta probabilidad de que el próximo año se registre un evento frío o de la Niña. El valor preliminar del EPI (medido entre junio y setiembre) es de $+0.6$, por lo tanto existe una alta probabilidad de que la Niña persista en todo el 2011.

PRONOSTICO DE LAS TEMPERATURAS DEL MAR EN EL ATLANTICO TROPICAL

Respecto a las predicciones de las temperaturas del Océano Atlántico Tropical, las observaciones y los modelos pronostican una gradual disminución del calentamiento, sin embargo conservando un nivel de moderada o fuerte intensidad hasta principios del 2011. Según el modelo CFS de la NOAA, las temperaturas en el Atlántico tropical se normalizarían a partir de marzo del próximo año.

PROYECCION CLIMATICA DICIEMBRE 2010 – FEBRERO 2011

En cuanto a las proyecciones climáticas para Costa Rica, se realizaron con base en: 16 modelos de predicción climática de escala global, el Sistema de Selección de Años Análogos⁵ y la influencia climática que ejercen las condiciones térmicas del océano Pacífico y Atlántico.

En cuanto al pronóstico por modelos climáticos, la figura 7 muestra el promedio del ensamble de 11 modelos pertenecientes a la Organización Meteorológica Mundial(OMM) para la proyección de lluvias del trimestre diciembre 2010 a febrero 2011. Debido a que los modelos climáticos globales están limitados por la gran escala espacial que los caracteriza, no es posible deducir

de ellos detalles en escalas de espacio más pequeña, no obstante la interpretación con juicio de experto permitirá obtener algunas conclusiones a nivel regional y nacional. A nivel regional los modelos pronostican las mayores cantidades de lluvia al sur del Istmo centroamericano, se producirá un fuerte núcleo de precipitaciones al este de Costa Rica y norte de Panamá; a nivel nacional los modelos pronostican más lluvia de lo normal en todo el país, no obstante se observa un mayor exceso al sureste, lo que comprende las regiones del Caribe Sur y el Pacífico Sur. Este patrón de lluvias en todo el país parece estar indicando un intercambio muy dinámico entre precipitaciones de origen Pacífico y Caribe, lo que significa que es posible que se registren lluvias en la Vertiente del Pacífico durante la próxima temporada seca.

Los años análogos del IMN para el periodo de diciembre 2010 a febrero 2011 fueron obtenidos asumiendo años con una evolución e intensidad similar a la del actual evento de la Niña y con calentamiento en el océano Atlántico tropical. Según la información recopilada hasta el mes de octubre, se determinó que los años análogos al 2010 son 1988-89, 1995-96, 1998-99, y 2005-2006 y 2007-08. De todos ellos, 1998 es el que alcanzó el mayor puntaje de similitud, razón por la cual presenta un mayor peso ponderado en el pronóstico por análogos. Durante estos cinco análogos la Niña presentó la máxima intensidad entre noviembre y febrero, en los cuales el índice Niño3.4 registró un valor promedio de -1.7°C , siendo el evento de 1988 el más intenso con un valor -2.2°C . En tres de los casos el fenómeno de la Niña se extendió hasta octubre o diciembre del siguiente año, lo cual significa que según los años análogos hay una posibilidad de que la Niña del 2010 se pueda extender al menos hasta octubre del 2011.

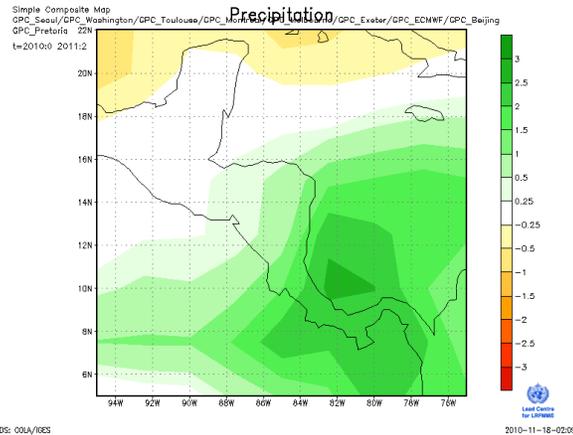


Figura 7. Pronóstico de la anomalía de lluvia para el trimestre diciembre 2010 a febrero 2011 del promedio del ensamble de 11 modelos climáticos. Fuente: LRF-WMO.

El periodo de pronóstico de la presente proyección (diciembre a febrero) es sumamente importante, ya que diciembre es el primer mes de temporada seca en el Pacífico Norte y el Valle Central, por el contrario es el mes más lluvioso en la región del Caribe, en este sentido es indispensable tener una estimación de si en la región del Caribe estará más lluvioso o más seco de lo normal, además de si la temporada seca será más caliente y más ventosa que lo normal. En la Vertiente del Caribe el tiempo llega a ser tan lluvioso que los temporales e inundaciones se han tornado evento muy frecuente en los últimos 15 años, debido principalmente a los efectos directos de los vientos nortes, frentes fríos y bajas presiones en la troposfera media y alta.

Tal como se dijo antes, en los últimos 15 años se ha instaurado una tendencia hacia condiciones muy lluviosas en la Vertiente del Caribe, específicamente a finales y principios de año. Este incremento no responde a uno u otro evento del ENOS (el Niño o la Niña), ya que en ambos casos se han producido fuertes temporales e inundaciones. Según las últimas investigaciones, esa tendencia se mantendrá por varios años más, pues obedece a cambios decadales en los patrones oceánicos y atmosféricos de gran escala, tanto en el océano

Pacífico como en el océano Atlántico. Para este y el próximo año, las proyecciones más conservadoras de los patrones océano-atmosféricos muestran condiciones favorables para una mayor intensidad de los vientos "nortes" y una mayor frecuencia de frentes fríos. El análisis estadístico de eventos pasados del ENOS indica que tiende a llover más durante la Niña que durante el Niño, particularmente para la Vertiente del Caribe a finales y principios de año, y que la cantidad de frentes fríos efectivamente es en promedio mayor durante la Niña. Por lo tanto existe una alta probabilidad de que una vez más la Vertiente del Caribe sea afectada en los próximos meses por condiciones más lluviosas que las normales.

Al consolidar las diferentes herramientas de pronóstico (modelos climáticos, modelos estadísticos, estudios de variabilidad climática y los escenarios de los años análogos) resultó la proyección climática consolidada del trimestre diciembre 2010 a febrero 2011 (figura 8). En general no se pronostican condiciones secas para la Vertiente del Caribe y la Zona Norte, por el contrario, hay altas probabilidades de escenarios más lluviosos que las normales, misma condición que regiría para el Pacífico Central y Sur. Mientras tanto en el el Pacífico Norte y el Valle Central prevalecerían condiciones típicas de la temporada seca, no obstante, no se descarta que debido al fenómeno de la Niña y del calentamiento en el Atlántico se registren varios días con cantidades importantes de lluvias y que las temperaturas no sean tan calientes como las del año pasado.

La tabla 1 cuantifica con mayor detalle el comportamiento de las lluvias en el periodo de pronóstico. Nótese que los porcentajes de aumento en las regiones con régimen de lluvia tipo Caribe pueden

llegar hasta el 40%, particularmente en el Caribe Sur, mientras que en el Pacífico oscilarían entre el 10% y 20%.

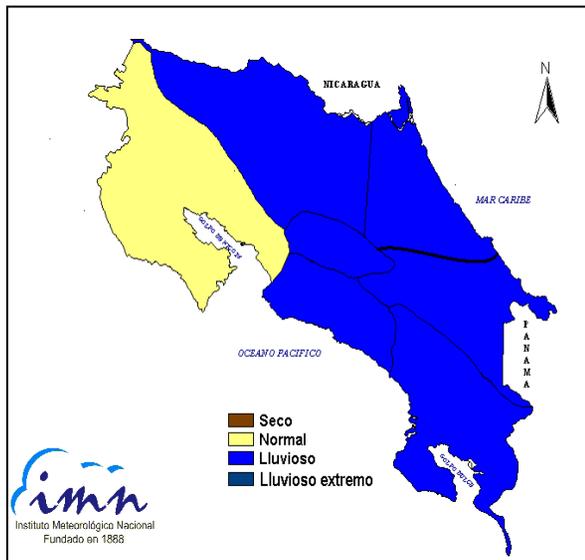


Figura 8. Pronóstico de las precipitaciones del periodo diciembre 2010 - febrero 2011. Fuente: IMN.

Región	Condición	%	mm
Zona Norte	Lluvioso	+25	715
Caribe Norte	Lluvioso	+35	1315
Caribe Sur	Lluvioso	+40	1050
Pacífico Norte	Normal	+10	30
Valle Central	Lluvioso	+15	90
Pacífico Central	Lluvioso	+15	265
Pacífico Sur	Lluvioso	+20	430

Tabla 1. Pronóstico cuantitativo de las precipitaciones del periodo diciembre 2010 - febrero 2011. Fuente: IMN.

La tabla 2 muestra en detalle los escenarios o condiciones esperadas mensualmente. Nótese que noviembre se pronostica lluvioso en la Vertiente del Pacífico y el Valle Central, mientras que será normal en la Zona Norte y la Vertiente del Caribe. En diciembre las condiciones serán lluviosas excepto en el Pacífico Norte y el Valle Central, este es un mes muy favorable para la afectación de frentes fríos y temporales en la región del Caribe y la Zona Norte. En enero casi

toda la Vertiente del Pacífico y el Valle Central estarán en temporada seca, excepto en el Pacífico Sur, mientras que nuevamente se estiman condiciones lluviosas en el Caribe y la Zona Norte por efecto de los vientos “nortes” y frentes fríos.

REGION	DIC	ENE	FEB	DEF
Pacífico Norte	N	N	N	N
Valle Central	LL	LL	N	LL
Pacífico Central	LL	LL	N	LL
Pacífico Sur	LL	LL	N	LL
Zona Norte	LL	LL	N	LL
Caribe Norte	LL	LL	LL	LL
Caribe Sur	LL	LL	LL	LL

Tabla 2. Condiciones más probables de lluvia en el país para el trimestre diciembre 2010 - febrero 2011. N=normal; S=seco. Fuente: IMN

FINALIZACION TEMPORADA LLUVIOSA 2010

Sobre el comportamiento de la finalización de la temporada de lluvias, según Alfaro (1999⁹), las anomalías de la finalización de la estación lluviosa se deben al efecto combinado de la influencia de áreas oceánicas del Pacífico y del Atlántico Tropical. Individualmente el fenómeno que ejercería mayor influencia en la salida de las lluvias es el ENOS, por el contrario el fenómeno del Atlántico regula mejor el inicio, no obstante debido a que este año hubo un calentamiento record en el océano Atlántico, no se descarta que dicha condición ocasione distorsiones en las fechas de finalización de las lluvias. La asociación más fuerte fue con el índice niño1.2 en el mes de marzo, pues cuando este indicador está con valores negativos, la temporada lluviosa tiende a finalizar más tarde de lo normal. Ahora bien, la combinación simultánea de condiciones calientes en el Atlántico y La Niña en el Pacífico es otro esquema consecuente con un inicio tardío de la estación seca. Por lo

tanto ante estas circunstancias cabe la posibilidad de que la temporada lluviosa se extienda más tiempo de lo normal.

De acuerdo con los años análogos, el inicio de la próxima temporada seca se atrasaría de 2 y hasta 4 semanas con respecto a lo normal (tabla 3), esto significa que en el Pacífico Norte se presentaría durante la primera quincena de diciembre, en el Valle Central y el Pacífico Central durante la segunda quincena de diciembre, y en el Pacífico Sur en la primera quincena de febrero del 2011, lo que implica que en todos los casos la próxima temporada seca empezará más tarde y tendrá una menor duración, en particular en el Pacífico Sur, donde no se descarta que bajo el contexto no se establezcan las condiciones de una temporada seca normal.

REGION	PRONOSTICO	NORMAL
Pacífico Norte	(15 - 30) NOV	(1 - 15) NOV
Valle Central	(1 - 15) DIC	(15 - 30) NOV
Pacífico Central	(15 - 30) DIC	(1 - 15) DIC
Pacífico Sur	(15- 30) ENE	(1 - 15) ENE

Tabla 3. Fechas estimadas del inicio de la temporada seca 2010-2011 de la Vertiente del Pacífico y Valle Central.

TEMPORADA DE CICLONES DEL OCEANO ATLANTICO

La temporada de ciclones del Atlántico finaliza oficialmente el 30 de noviembre, hasta esta fecha se formaron 19 ciclones (12 huracanes y 7 tormentas tropicales). Normalmente en cada temporada se registran un total de 10 ciclones (entre tormentas y huracanes), de los cuales 6 son huracanes y 4 son tormentas tropicales. De total de ciclones, seis (6) se formaron en la subcuenca del mar Caribe, distribuidos en 4 huracanes y 3 tormentas. Por lo tanto, la temporada del 2010 ha sido una de muy alta actividad, en particular para el mar Caribe.

Según el pronóstico por análogos del IMN, en promedio se registrarían unos 19 ciclones (11 huracanes y 8 tormentas) en toda la cuenca, sin

embargo solo en la subcuenca del mar Caribe se presentarían 5 ciclones.

TEMPORADA DE FRENTE FRÍOS

La temporada de frentes fríos que afecta a Costa Rica se extiende de noviembre a febrero, aunque ocasionalmente hay temporadas que inician en octubre y terminan en marzo o abril. Si bien en promedio 11 empujes fríos atraviesan todo el Caribe cada temporada, entre 2 y 4 pasan y afectan directamente al país.

Para los efectos de la proyección se evaluaron 4 criterios o predictores que previamente se ha demostrado están asociados con la variabilidad interanual de frentes fríos: la tendencia de las temporadas de la última década, las teleconexiones de fenómenos atmosféricos y oceánicos como el ENOS (El Niño-Oscilación del Sur), la Oscilación Multidecadal de temperatura del Atlántico tropical (ATN) y la Oscilación Artica (OA). Se determinó que históricamente el patrón que ocasiona una temporada muy activa de frentes fríos en Costa Rica es aquel en el que coinciden una tendencia decadal creciente en el número de eventos, el fenómeno de la Niña, la fase negativa de la OA y la fase positiva del ATN.

Tras evaluar los escenarios más probables de cada uno de los predictores para la temporada invernal 2010-2011, se determinó que ésta será más activa que lo normal, sin embargo de menor intensidad que la temporada pasada. En total se estiman de 4 a 6 frentes fríos entre noviembre y febrero, al menos uno de ellos con el potencial de ocasionar condiciones extremadamente lluviosas en la Vertiente del Caribe.

Debido a la mayor frecuencia de frentes fríos y a los efectos del enfriamiento radiativo producto del fenómeno de la

Niña, las temperaturas en el país serán más bajas que las normales, la temperatura media disminuiría entre 0.5°C y 1.0°C.

Definiciones y referencias

1. ENOS: abreviatura del fenómeno El Niño Oscilación del Sur, cuyas 3 fases son: El Niño, Neutral, La Niña.
2. Anomalía: diferencia entre el valor actual y el promedio histórico.
3. Ensamble: un conjunto o colección de pronósticos individuales validados en el mismo tiempo.
4. IRI: The International Research Institute for Climate and Society.
5. El Sistema de Selección de Años Análogos (SSAA) ubica aquellos años en los registros históricos, que presentaron una tendencia de los parámetros de control del océano y la atmósfera similar a las del año que se pronostica. Se consideran las condiciones observadas en los últimos 6 meses y las proyectadas para los próximos 4 meses con respecto al mes de referencia.
6. Alfaro, E., 1998. Influencia de los Océano Pacífico y Atlántico tropical sobre los patrones de precipitación en Centroamérica. Tesis Doctoral, Universidad de Concepción, Chile.
7. Alfaro, E., L. Cid y D. Enfield, 1998. Relaciones entre la precipitación en Centroamérica y los océanos Pacífico y Atlántico tropical. Investigaciones Marinas, 26, 59-69.
8. Waylen, P., C. Caviedes y M. Quesada, 1996: Interannual variability of monthly precipitation in Costa Rica. J. Climate, 9, 2606-2613.
9. Alfaro, E., 1999. Análisis de las Anomalías en el inicio y el término de la estación lluviosa en Centroamérica y su relación con los océanos Pacífico y Atlántico tropical. Top. Meteor. Oceanog., 6, 1-13.
10. Enfield, D., 1996. Relationship of inter-American rainfall to tropical Atlantic and

- Pacific SST variability. *Geophys. Res. Lett.*, 23, 3305-3308.
11. Enfield, D. y E. Alfaro, 1999. The dependence of Caribbean rainfall on the interaction of the tropical Atlantic and Pacific oceans. *J. Climate.*, 12, 2093-2103.
 12. Chen, A. y M. Taylor, 2002. Investigating the link between early season caribbean rainfall and the El Niño+1 year. *Int. J. Climatol.*, 22, 87-106.
 13. Giannini, A., Y. Kushnir y M. Cane, 2000. Interannual variability of Caribbean rainfall, ENSO, and the Atlantic ocean. *J. Climate.*, 13, 297-311.
 14. Taylor, M., D. Enfield y A. Chen, 2002. Influence of the tropical Atlantic versus the tropical Pacific on Caribbean rainfall. *J. Geophys. Res.*, 107, 1-14.
 15. Alfaro, E., A. Quesada y F. Solano, 2010. Análisis del impacto en Costa Rica de los Ciclones Tropicales ocurridos en el Mar Caribe desde 1968 al 2007. Por publicar.
 16. Alvarado, L., E. Alfaro, 2003. Frecuencia de los ciclones tropicales que afectaron a Costa Rica durante el siglo XX. *Tópicos Meteorológico y Oceanográficos*, 10(1): 1-11.