

Sistema de Pronóstico de Lluvias en Costa Rica. Agrupación de años con características pluviométricas semejantes para la creación de escenarios climáticos

Ing. Roberto Villalobos
Ing. José Retana
GESTION DE DESARROLLO
INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL
COSTA RICA

1. Introducción

En 1997 La Gestión de Desarrollo del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) inició un proyecto interno de trabajo tendiente a crear una metodología que permitiera analizar la precipitación de cualquier estación meteorológica de la red nacional con el fin de implementar sistemas de alerta temprana de fenómenos atmosféricos en apoyo a la agricultura.

La hipótesis inicial era que la distribución mensual y el total de precipitación anual era estadísticamente semejante para ciertos años, de forma tal que se podían clasificar los años en categorías. De esta forma, si el año en curso se podía clasificar tempranamente dentro de una categoría, era posible entonces proyectar un comportamiento promedio para los meses restantes. Esta primera metodología aplicaba un análisis de distribución y frecuencia de lluvia mensual para cinco períodos en que se dividió el año. Con base en las semejanzas entre períodos se definieron cuatro clases: Bajo, bajo normal, alto normal y normal. De esta forma, un período de un año cualquiera queda representado por una clase. Un año será un conjunto de clases. Según el mayor número de clases repetidas durante un año, se obtendrían años secos, normales o lluviosos. La propuesta de esta metodología se presentó en un estudio de circulación interna: "Un método para caracterizar la serie histórica de precipitación en el Pacífico Norte de Costa Rica con fines de pronóstico agrícola" (Villalobos y Retana 1997).

Al presentarse en mayo-junio de 1997, el fenómeno de El Niño, se utilizó el concepto de agrupamiento de años con características pluviométricas semejantes sugerido en el estudio de 1997, para analizar el comportamiento de la precipitación durante la fase cálida de ENOS. Se inició una fase operativa del método para brindar información al sector agropecuario. El agrupamiento de años análogos se realizó con base a la precipitación anual y su distribución a través del tiempo. Con este tipo de agrupamientos se diseñaron escenarios pluviométricos a nivel mensual y se calculó la probabilidad de que El Niño causara un comportamiento parecido a alguno de estos escenarios.

A partir de la segunda mitad de 1997 el IMN brindó información sobre el comportamiento de la precipitación con relación a El Niño y su proyección hasta diciembre de ese año. El concepto de agrupamiento de años con características pluviométricas semejantes se generalizó para ayudar a diferentes grupos agrícolas distribuidos en el territorio nacional como a tabacaleros del Valle Central (Villalobos *et al* 1997a) frijoleros de la zona norte (Retana *et al* 1997, Retana *et al* 1998, Retana y Villalobos 1999), bananeros del Atlántico (Villalobos *et al* 1997b) y arroceros del Pacífico Norte (Villalobos *et al* 1997c). Posteriormente, esta metodología ha sido aplicada en el IMN para realizar análisis climatológicos en estudios sobre las fases de ENOS (cálida y fría), inundaciones, variabilidad climática a nivel nacional, cambio climático y relaciones agrometeorológicas.

2. Concepto del Método

Se considera que el clima de una región está representado por tres escenarios principales lluvioso, normal y seco. Existen diversas fuerzas conocidas de origen oceánico atmosférico, que interfieren el comportamiento normal de la lluvia (monto, magnitud y distribución) y "obligan" a comportamientos extremos y cíclicos. Estas fuerzas obedecen a la estacionalidad, sistemas de altas y bajas presiones, domos térmicos oceánicos, huracanes, el ENOS, la Oscilación Cuasibienal, etc. A pesar que estos fenómenos conocidos pueden ser predecibles actualmente, el efecto que pueden provocar en el comportamiento de las precipitaciones de una región en

particular es a veces incierto. De esta forma, no todo Niño ha traído sequía al país, o no toda influencia de huracán ha provocado inundaciones (Villalobos 1999) ya que no siempre el comportamiento de la precipitación por estos fenómenos, es el que se espera.

Puede decirse entonces que el efecto de un fenómeno océano/atmosférico tiene una probabilidad dada de forzar el comportamiento de la lluvia hacia uno de tres escenarios: seco, normal o lluvioso. Al definir bien estos escenarios y calcular la probabilidad de que ocurra un evento, se puede comprender mejor el efecto del fenómeno y planificar con mayor criterio, la atención de emergencias, control de situaciones, adecuación de actividades, mitigación y adaptación. El método es tan solo uno entre muchos criterios para definir los escenarios en una región y estimar los efectos de un evento dado.

3. El método

1. La selección de las estaciones meteorológicas deben de obedecer a cinco características:

- a. Representatividad de la zona (que pueda servir como base de otras estaciones)
- b. Calidad del registro (preferiblemente a paso diario)
- c. Extensión del registro (la OMM recomienda 30 años mínimo para obtener estadísticas confiables)
- d. Actualización (que sea una estación que se pueda actualizar con facilidad)
- e. Permanencia (que sea una estación que se mantenga funcionando en el futuro)

2. Los registros deben ser llevados a formato mensual. En este paso, se deben de eliminar datos dudosos y sustituirlos por estimaciones. Existen muchos métodos para rellenar datos faltantes, desde sustituciones por promedios o valores de estaciones cercanas, hasta la aplicación de fórmulas o modelos de generación climática.

3. Se calculan las precipitaciones anuales. A este registro se le analiza la distribución con el fin de seleccionar el criterio por el cual se agrupará.

4. Si la distribución de la precipitación anual es normal, se utiliza el promedio y la primera y segunda desviación estándar para hacer tres grupos de acuerdo a la siguiente clasificación:

Escenario seco: $x < -\sigma$

Escenario Normal: $-\sigma < x < \sigma$

Escenario Lluvioso: $x > \sigma$

Si la distribución no es normal, se utilizan los percentiles para definir los escenarios. En este caso se usan terciles para tres escenarios:

Escenario seco: $x < \text{primer tercil}$

Escenario Normal: $\text{primer tercil} < x < \text{segundo tercil}$

Escenario Lluvioso: $x > \text{tercer tercil}$

Si se quieren establecer escenarios de transición se debe de usar la segunda desviación estándar en el caso de distribuciones normales o quintiles en el caso de distribuciones no normales.

5. Una vez que se tienen agrupados los años de acuerdo al grupo pluviométrico, se promedian los valores mensuales para obtener el comportamiento promedio mensual de un escenario en particular. De acuerdo al tipo de análisis que se pretenda, se puede substituir el valor promedio mensual por una probabilidad de lluvia mensual al 75%. Esto es recomendable para hacer proyecciones o pronósticos (Retana y Villalobos 1999).

6. Si se quieren hacer relaciones con fenómenos de variabilidad (fases de ENOS, huracanes, etc) se debe de contar con un registro detallado del año y mes en que sucedió el evento. De esta

forma se puede determinar (ubicando los eventos en los años), la frecuencia con que estos fenómenos se han presentado en los diferentes escenarios. La probabilidad porcentual de ocurrencia en cada escenario se calcula según Gilbert (1981)

$$P_a = n_a/n$$

donde: P_a = probabilidad del evento "a"
 n_a = número de casos del evento "a"
 n = número de casos totales

4. Estudio de caso. Los Chiles, Zona Norte.

Desde 1996, los diferentes períodos de sequía e intensas lluvias, han perjudicado diferentes etapas de la actividad frijolera en la zona norte de Costa Rica (SEPSA 1992, Corrales 1999, Rojas 1999). Se ha afectado la preparación del terreno y la siembra o la cosecha y el secado de grano. La prolongada sequía durante 1997 y 1998, hizo perder casi la totalidad del área sembrada.

Debido a este panorama incierto, a partir de 1997 los tomadores de decisiones del Ministerio de Agricultura y Ganadería primero, y la Oficina Nacional del Arroz después, solicitan estudios agrometeorológicos para el cultivo de frijol en la zona norte del país (Retana *et al* 1997, Retana *et al* 1998, Retana y Villalobos 1999, Villalobos *et al* 2001). Si bien es cierto, no todas las predicciones meteorológicas han sido certeras (específicamente para el 2002), la mayoría han orientado algunas acciones decisivas que pudieron contribuir con el mantenimiento de los rendimientos promedio. Las decisiones tomadas con base a los estudios (principalmente en el uso de diferentes fechas de siembra), han minimizado los riesgos y las pérdidas en el cultivo causadas por las variaciones del clima como consecuencia de las fases cálidas y frías del fenómeno ENOS. (Rojas 1999, Corrales 1999).

Aplicando el método descrito, se establecieron los escenarios principales para la zona norte tal y como se presentan en el gráfico 1.

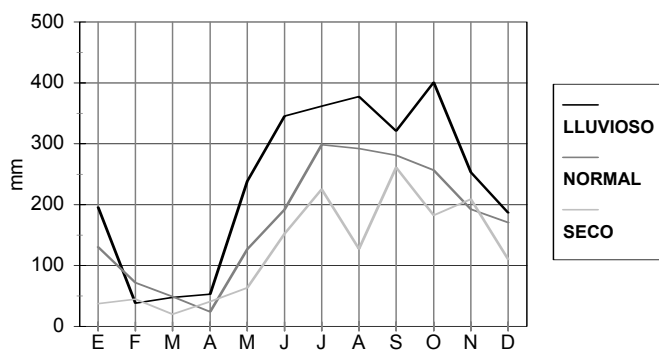


Gráfico 1. Escenarios climáticos para la Zona Norte de Costa Rica. Serie pluviométrica 1963-1998

Según el análisis de escenarios con relación a ENOS, se determinó las probabilidades de ocurrencia de la fase cálida. En el gráfico 2 se muestra la distribución de años en los tres escenarios (barras) y la frecuencia porcentual de casos El Niño (línea y etiquetas).

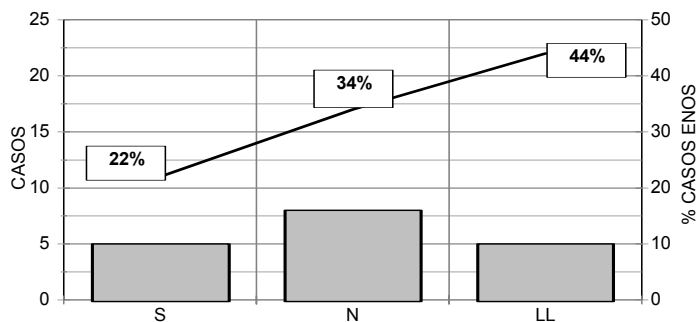


Gráfico 2. Frecuencia porcentual de El Niño según escenarios climáticos. Zona Norte

De acuerdo a los resultados, para una fase cálida de ENOS existe un comportamiento errático de la lluvia anual en la Zona Norte (Villalobos 1999). Sin embargo, hay más probabilidad de que este evento se manifieste con precipitaciones normales o sobre el promedio, que con precipitaciones deficitarias (escenario seco). Con base en este criterio, se analizó el comportamiento de la lluvia, la fase de ENOS y los escenarios establecidos para dar recomendaciones en cuanto a la precipitación que se podía esperar para los meses de ciclo del cultivo tal y como se muestra en el gráfico 3.

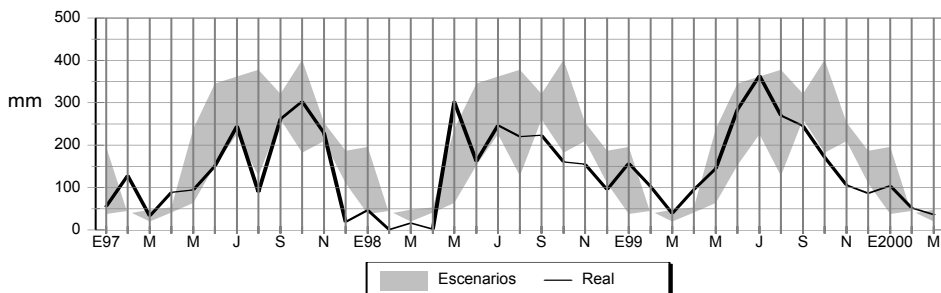


Gráfico 3. Seguimiento de la precipitación mensual para la Zona Norte de Costa Rica

Conociendo el comportamiento promedio del escenario y contraponiendo el comportamiento real de la precipitación hasta cierto momento del año, se pudo proyectar la cantidad de lluvia por caer de acuerdo al escenario en el que se enmarcó el año en estudio. En la zona, la preparación y siembra de frijol se produce en noviembre y diciembre. La cosecha y secado se da entre febrero y marzo. Por lo tanto, el período de análisis se centró en los meses finales e iniciales de cada año. De esta forma se alertó tempranamente al sector sobre un período seco prolongado durante los meses finales de 1997 y los iniciales de 1998. También se alertó sobre las condiciones lluviosas de los inicios tanto de 1999 como del 2000. Básicamente, este tipo de información se utilizó para ubicar los mejores momentos para la siembra y/o cosecha y secado de grano de acuerdo a las condiciones de lluvia que se esperaban. Con este tipo de ayudas, se ha logrado aumentar los rendimientos de 0.3 t/ha en 1996 a 1.0 t/ha en 1999, aún y cuando las condiciones climáticas han sido adversas a la actividad (gráfico 4).

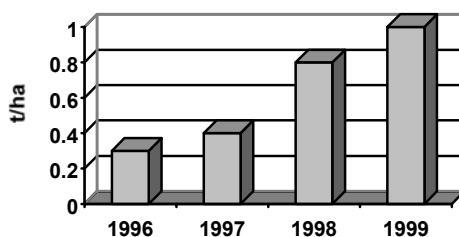


Gráfico 4. Rendimiento de frijol en la Zona Norte de Costa Rica

5. Propuesta de metodología para analizar eventos ENOS

Con el fin de evaluar eventos ENOS (en cualquiera de sus fases), se sugieren los siguientes pasos:

1. Dividir el país por regiones climáticas
2. Seleccionar estaciones meteorológicas representativas de la región con registros que cubran el período 1970-2000 cuando menos.
3. Evaluar las anomalías de precipitación mensual del período ENOS a analizar, tomando como normalidad, el escenario normal de acuerdo a la metodología expuesta
4. Presentar los resultados en mapas mensuales con isoyetas de anomalías absolutas
5. Analizar los períodos pre-lluvioso, lluvioso y post-lluvioso con el mismo método
6. Análisis regional de las posibles relaciones entre precipitación mensual y registros de actividades productivas para el mismo período

7. Conclusiones

Literatura citada

Corrales, J. 1999. Solicitud para realizar un estudio sobre la climatología de la región de Los Chiles y Upala y su relación con el cultivo del frijol. Gerencia General del Consejo Nacional de Producción. San José, C.R. (correspondencia personal).

Gilbert, N. 1981. Estadística. Traducido por: Vela, H. Primera edición. México D.F., México. Nueva Editorial Interamericana. 341p

SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación del Sector Agropecuario). 1992. Información básica del sector agropecuario. 6:1-58.pp

Retana, J., Villalobos, R., Solano, J. 1997. Climatología de la Región de Los Chiles-Upala y su relación con el cultivo del frijol. Informe Técnico N°2-97. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 13p

Retana, J.; Villalobos, R.; Solano, J.; Solera, M. 1998. Climatología de la Región de Los Chiles-Upala y su relación con el cultivo del frijol. Informe Técnico N°1-98. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 18p.

Retana, J.; Villalobos, R. 1999. Climatología y variabilidad climática interanual de la región de los Chiles - Upala y su relación con el cultivo de frijol. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 8p.

Rojas, G. 1999. Solicitud para realizar un estudio sobre la climatología de la región de Los Chiles y Upala y su relación con el cultivo del frijol. Gerencia Regional Sector Agropecuario. Región Huetar Norte. Ciudad Quesada, C.R. (correspondencia personal).

Villalobos, R. 1999. Impacto del fenómeno ENSO sobre la producción de arroz y frijol en dos regiones agrícolas de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 7p.

Villalobos, R.; Retana, J. 1997. Un método para caracterizar la serie histórica de precipitación en el Pacífico Norte de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 10p.

Villalobos, R.; Retana, J.; Zúñiga, B.; Ríos, A. 1997a. Climatología de la Región de Puriscal y su relación con el cultivo del Tabaco. Informe Técnico N°1-97. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 12p.

Villalobos, R.; Retana, J.; Solano, J. 1997b. Climatología de la Región de Limón y su relación con el cultivo de banano. Informe Técnico N°3-97. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 12p.

Villalobos, R.; Retana, J.; Zúñiga, B.; Ríos, A. 1997c. Pronóstico de la precipitación total anual para la Región Chorotega mediante un método de asociación de grupos de años. Informe Técnico N°5. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica. 9p.