

Estudio de la evaporación para el cálculo del inicio y conclusión de la época seca y lluviosa en Costa Rica

KARINA HERNANDEZ ESPINOZA¹
WALTER FERNÁNDEZ ROJAS²

Resumen

La idea de mejorar la aproximación regional del inicio y conclusión de la época seca y lluviosa, así como el veranillo o canícula utilizando valores umbrales pentadales de la evaporación específicos para cada Región Climática del país, se desarrolla utilizando el método FAO-56 para el cálculo de la evapotranspiración de referencia e identificando los puntos de inflexión en donde la pentada de evaporación y precipitación coinciden. Con lo cual se obtienen las siguientes fechas para el inicio y la conclusión de la época seca y lluviosa en Costa Rica, así como para la ocurrencia del Veranillo. La zona Caribe presenta un periodo lluvioso con un valor umbral de 25 mm, en el período comprendido entre el 12-16/04 y el 17-21/03, mientras que un pequeño periodo seco con el mismo umbral se aprecia del 22-26/03 hasta 2-6/5, en esta región no se observa un Veranillo pero si se da una disminución de la evaporación el 1-5/07. En la Zona Norte la época seca inicia del 26-30/01 al 2-6/05, con un umbral de 28-34 mm, su época lluviosa va del 7-11/05 hasta 21-25/01, sin ocurrencia del Veranillo. El Pacífico Norte tiene dos épocas secas una que va del 28/10-1/11 al 12-16/05, la otra época seca concuerda con el Veranillo y va del 26-30/06 al 15-19/08, con umbrales de 31-42 mm y 33-35 mm respectivamente; además tiene dos épocas lluviosas, una se extiende del 17-21/05 hasta 20-25/06, la segunda época lluviosa va del 20-24/08 al 24-28/11. El Pacífico Central muestra época seca del 1-5/01 al 12-16/04, con valores umbrales de 20-24 mm, su época lluviosa se extiende del 17-21/04 hasta 27-31/12, sin presencia de Veranillo. El Pacífico Sur tiene una época seca del 2-6/12 al 17-21/04, con umbrales de 37-43 mm, la época lluviosa se extiende del 22-26/04 hasta 27/11-1/12, sin evidencia de Veranillo. La Región Central tiene dos épocas secas, una del 13-17/11 al 12-16/05 y otra que coincide con el Veranillo del 11-15/07 al 30/7-3/08, con umbrales de 33-38 mm y 34-35 mm respectivamente, mientras que las épocas lluviosas van del 4-8/08 hasta 8-12/11 y del 17-21/05 hasta 6-10/07.

PALABRAS CLAVE: EVAPORACIÓN, PRECIPITACIÓN, ÉPOCA SECA, ÉPOCA LLUVIOSA.

Abstract

A specific evaporation pentad threshold for each Climate Region of Costa Rica was used to generate a regional approximation for the start and end of the dry and rainy seasons as well as for the Veranillo or Canicula period. FAO-56 method gives us the reference evaporation and the date was identified by the inflection point between the evaporation and precipitation pentad curve to obtain the next beginning and conclusion of dry and rainy season and Veranillo period dates. Caribbean Region shows a rainy season with a threshold 25 mm since 12-16/04 to 17-21/03, a dry season with the same threshold from 22-26/03 to 2-6/5, without a Veranillo but an evaporation decreasing period in 1-5/07. North Zone dry season beginning in 26-30/01 to 2-6/05 with a 28-34 mm threshold, rainy season start at 7-11/05 to 21-25/01, without a Veranillo. North Pacific has two dry seasons one since 28/10-1/11 to 12-16/05, the second dry season coincide with Veranillo period and start 26-30/06 to 15-19/08 with 31-42 mm and 33-35 mm threshold respectively; has two rainy season since 17-21/05 to 20-25/06, second rainy season start 20-24/08 to 24-28/11. Central Pacific shows a dry season since 1-5/01 to 12-16/04 with 20-24 mm threshold, its rainy season start 17-21/04 to 27-31/12, without Veranillo. South Pacific dry season beginning in 2-6/12 to 17-21/04 with 37-43 mm threshold, rainy season start 22-26/04 to 27/11-1/12, without Veranillo. Central Region has two dry seasons since 13-17/11 to 12-16/05, second dry

1 Lcda. en Meteorología. Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas. Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica. Email: khernandez@imn.ac.cr

2 Dr. en Meteorología. Escuela de Física y Centro de Investigaciones Geofísicas. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Email: walter2109@gmail.com

season coincide with Veranillo from 11-15/07 to 30/7-3/08 with 33-38 mm and 34-35 mm threshold respectively; first rainy season start 4-8/08 to 8-12/11, second rainy season beginning 17-21/05 to 6-10/07.

KEYWORDS: EVAPORATION, PRECIPITATION, DRY SEASON, RAINY SEASON.

1. Introducción

A nivel nacional es comúnmente aplicada la metodología descrita por Gramzow y Henry (1972), la cual fue utilizada por Amador (1984) y modificada por Alfaro, Cid y Enfield (1998), en donde se analiza la precipitación para identificar el inicio y conclusión de la época seca y lluviosa. Mediante el cálculo de pentadas diarias de precipitación y definiendo un umbral para todo el país, algunos autores han establecido criterios de identificación de dichas épocas. La idea de utilizar pentadas tiene la finalidad de depurar los datos, ya que de esta manera se eliminan las frecuencias pequeñas que solo agregan ruido a la serie de datos.

Alfaro et al. (1998) aplicaron el siguiente criterio para el inicio de la estación lluviosa. Si al ordenar las pentadas en orden creciente una de ellas presenta un valor de precipitación ≥ 25 mm, donde al menos una de las dos siguientes pentadas es ≥ 25 mm y que las pentadas anteriores y posteriores tengan al menos valores de precipitación $\geq 0,5$ mm. Se obtiene la finalización de la estación lluviosa con el mismo análisis, pero esta vez ordenando las pentadas de forma decreciente. El umbral de 25 mm surge debido a la estimación de Gray (1993), respecto a la evaporación diaria para Centroamérica que fluctúa entre 5-8 mm/día, donde al multiplicar el valor mínimo por cinco (cantidad de días que conforman una pentada) se obtiene el valor umbral pentadal de 25 mm de precipitación. Mientras que el umbral de 0,5 mm se debe a que el valor mínimo registrado por el instrumental es de 0,1 mm, de la misma forma, al multiplicar este valor por cinco se obtiene el valor pentadal.

En la presente investigación, se relacionaron los registros de precipitación y evapotranspiración diaria, obteniendo la razón entre ambos parámetros para definir un umbral del inicio y conclusión de la época seca y lluviosa para cada región climática. En la estimación de dichos umbrales se utilizó el método FAO-56 para el cálculo de evapotranspiración, con el fin de aplicar la metodología descrita por Allen, Pereira, Raes y Smith (1998), que fue desarrollado para ser aplicado en cualquier país.

2. Metodología

2.1. Datos meteorológicos

Se utilizó la base de datos calculada y rellenada, así como la metodología desarrollada por Hernández (2013), la cual contiene datos a nivel diario de una estación meteorológica de tipo mecánico para cada una de las siguientes seis regiones climáticas, donde la cantidad de años utilizada varía según se indica en el [cuadro 1](#).

Cuadro 1. Lista de años utilizados para cada Región Climática

| Región climática | Años |
|------------------|---|
| Zona Norte | 1987 a 1994, 1998 a 2000, 2006, 2007, 2009, 2010. |
| Caribe | 2001, 2003, 2004, 2005, 2007, 2009, 2010. |
| Pacífico Norte | 1976, 1978, 1981 a 1983, 1986, 1987, 1989. |
| Región Central | 1974, 1975, 1977, 1978, 1980, 1982 a 1984, 1986 a 2000. |
| Pacífico Central | 2001, 2005 a 2007, 2009, 2010. |
| Pacífico Sur | 1986 a 1991, 1998, 2001, 2003, 2004. |

Cuadro 2. Porcentajes faltantes de precipitación

| Parámetro / Región | Zona Norte | Región Caribe | Pacífico Norte | Región Central | Pacífico Central | Pacífico Sur |
|--------------------|------------|---------------|----------------|----------------|------------------|--------------|
| Precipitación | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 20 |

La precipitación es registrada de forma mecánica por un pluviómetro convencional y el porcentaje de datos faltantes se muestra en el cuadro 2. Los porcentajes de datos faltantes de las variables utilizadas en la estimación de la evaporación mediante el método FAO-56, tienen los siguientes porcentajes extremos: temperatura máxima 1% a 13%, temperatura mínima 2% a 22%, radiación 0% a 9%, velocidad del viento 7% a 48%, humedad relativa máxima 0% a 13%, humedad relativa mínima 2% a 18% e insolación 2% a 13%. Las especificaciones, consideraciones, método de relleno y el porcentaje específico de datos faltantes para cada estación se ubican en el cuadro 2 de Hernández (2013).

2.2. Modelo utilizado

Para la estimación de la evapotranspiración de referencia, se desarrolla el método FAO Penman - Monteith denominado en adelante como FAO-56, utilizando las recomendaciones dadas por Allen et al. (1998) cuya aplicación en Costa Rica se detalla en Hernández (2013). Esta metodología fue desarrollada por Food Agriculture Organization (FAO), International Commission for Irrigation and Drainage (ICID) y World Meteorological Organization (WMO). Dicho cálculo se basa en un cultivo hipotético de referencia, con una altura asumida de 0,12 m, una resistencia superficial de $70 s m^{-1}$ y un albedo de 0,23.

La ecuación 1 muestra el cálculo de la evapotranspiración de referencia ET_0 mediante el método FAO-56, en unidades de $mm dia^{-1}$. Utilizando los parámetros: radiación neta en la superficie del cultivo (R_n) en unidades de $MJ m^{-2} dia^{-1}$, flujo del calor del suelo (G) en unidades de $MJ m^{-2} dia^{-1}$, temperatura media del aire a dos metros de altura (T_{media}) en unidades de $^{\circ}C$, velocidad del viento a dos metros de altura (u_2) en unidades de $m s^{-1}$, presión de vapor de saturación (e_s) en unidades de kPa, presión real de vapor (e_a) en unidades de kPa, pendiente de la curva de presión de vapor (Δ)

en unidades de $kPa ^{\circ}C^{-1}$, constante psicométrica (γ) en unidades de $kPa ^{\circ}C^{-1}$

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \frac{900}{T_{media} + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} \quad (1)$$

Posteriormente se utiliza la ecuación de regresión 2 para obtener el coeficiente del tanque evaporímetro tipo A (K_p), para las seis regiones climáticas del país.

$$K_p = 0.108 - 0.086 u_2 + 0.0422 \ln(BORDE) + 0.1434 \ln(HR_{media}) - 0.000631 [\ln(BORDE)]^2 \ln(HR_{media}) \quad (2)$$

Donde se usan las siguientes variables: velocidad del viento (u_2) $1 m s^{-1} \leq u_2 \leq 8 m s^{-1}$, porcentaje de humedad relativa media diaria (HR_{media}) $30\% \leq HR_{media} \leq 84\%$, distancia del tanque al cultivo ($BORDE$) $1 m \leq BORDE \leq 1000 m$.

Luego de calcular ET_0 y K_p se utiliza la ecuación 3 para obtener el valor de la evaporación de referencia diaria, en cada región analizada.

$$ET_0 = Epan * K_p \quad (3)$$

Por último se generan las curvas de precipitación y evaporación, para obtener las fechas de inicio y conclusión de la época lluviosa, que se identifican en los puntos de intersección donde ambas variables se cruzan. Definiendo el inicio y conclusión de la época lluviosa cuando la evaporación presenta valores inferiores a los de la precipitación y viceversa.

3. Resultados

Las figuras 1, 2 y 3 muestran los gráficos pentadales de evaporación estimada según el modelo FAO-56 y la precipitación observada. Mediante estas se define el inicio y la conclusión de la época seca y lluviosa, para cada una de las seis regiones climáticas.

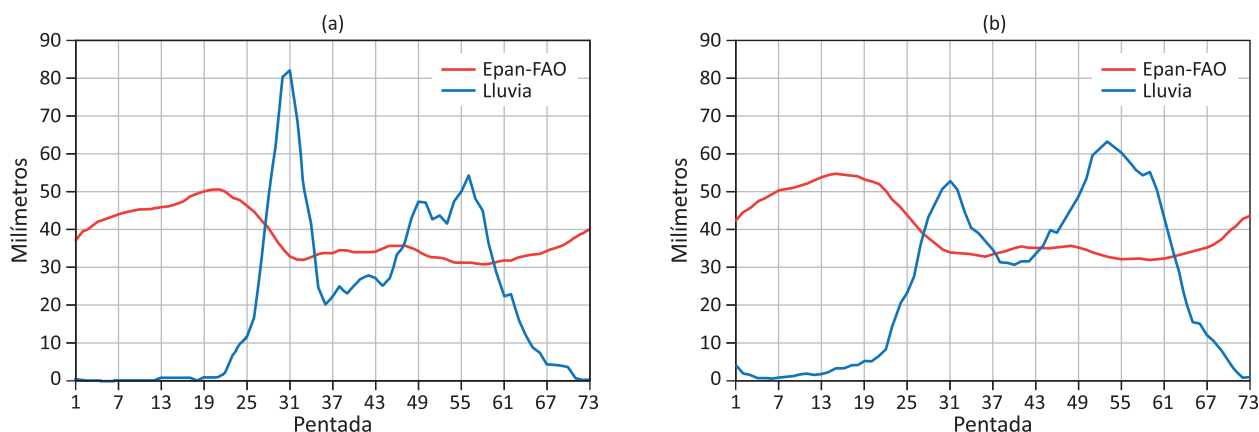


Figura 1. Pentadas promedio de evaporación (FAO-56) y precipitación diaria (mm) para la Región (a) Pacífico Norte y (b) Región Central.

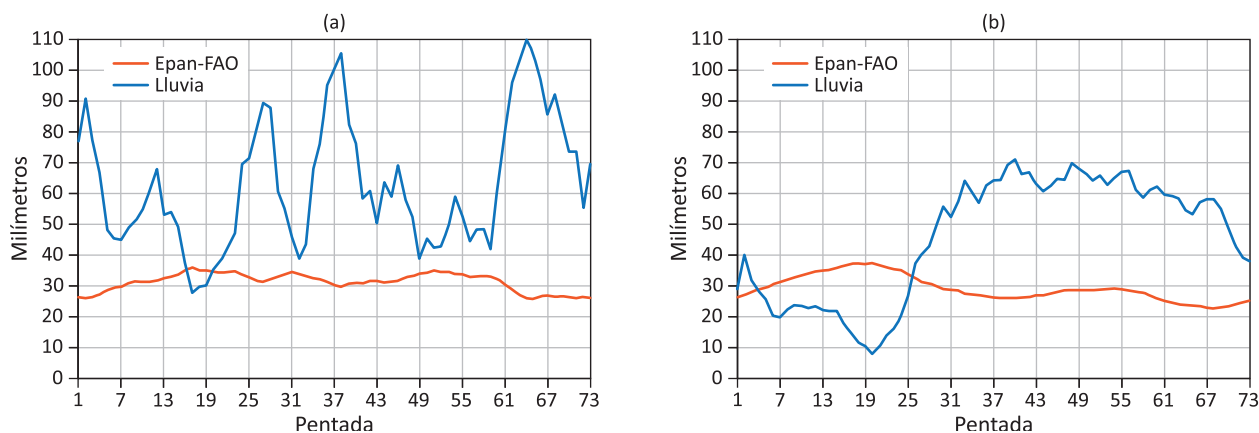


Figura 2. Pentadas promedio de evaporación (FAO-56) y precipitación diaria (mm) para la Región (a) Caribe y (b) Zona Norte.

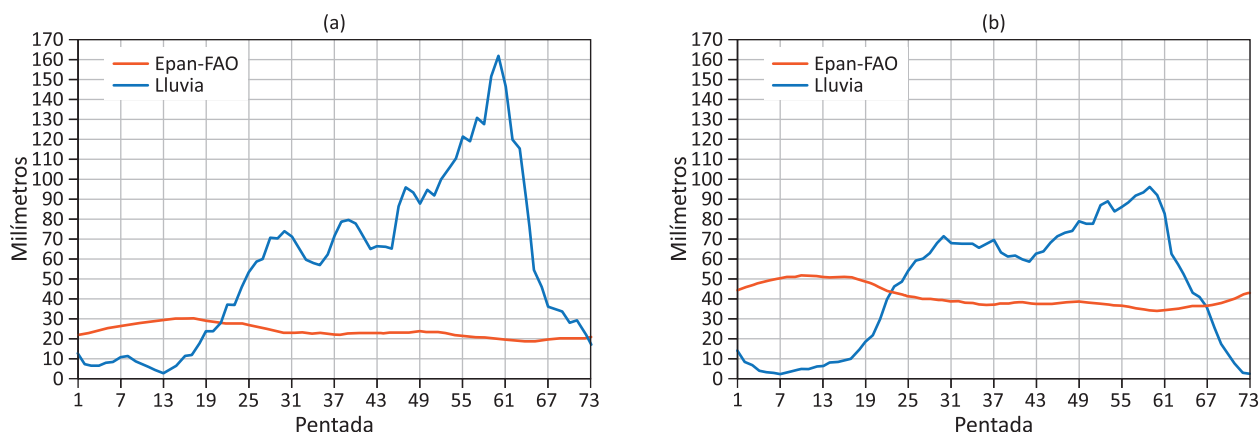


Figura 3. Pentadas promedio de evaporación (FAO-56) y precipitación diaria (mm) para la Región (a) Pacífico Central y (b) Pacífico Sur.

De las figuras se obtienen los umbrales de inicio y conclusión de la época seca y lluviosa, tomando como época seca aquel rango consecutivo de

datos en los cuales el valor de la evaporación se encuentra por encima del valor de la precipitación y como época lluviosa el grupo de datos

consecutivo, que presente un valor de evaporación inferior al de la precipitación para cada región.

Con el fin de comparar los resultados obtenidos con las investigaciones previas a este estudio, se elaboraron los cuadros 3, 4 y 5 que contienen los rangos de fechas para las épocas seca y lluviosa aquí definidas, junto con las establecidas por los autores Alfaro (2002) e Instituto Meteorológico Nacional (2008), para lo cual dichos autores utilizaron el análisis de pentadas de precipitación con el umbral fijo de 25 mm, contrario a la metodología aquí descrita. Donde 'NO' indica que no está definido por el autor y 'NA' significa que no se dispone de información.

Como se muestra en los cuadros 3, 4 y 5, las fechas definidas por parte del IMN (2008) no presentan la misma resolución del estudio actual, ya que se mencionan meses y no días exactos para el inicio y conclusión de las épocas seca y lluviosa. Alfaro (2002) en cambio, presenta fechas y sus respectivas pentadas para ambas épocas de las regiones climáticas del país, de acuerdo con dicho autor la Zona Norte no presenta estas fechas debido a que esta región no es representada por ninguno de los dos patrones dominantes anuales

de precipitación, obtenidos con la metodología utilizada por el autor.

Comparando los resultados obtenidos en el cuadro 3 respecto al inicio y finalización de la época seca, vemos que en la Zona Norte el inicio tanto para el IMN (2008) como el obtenido en esta investigación es el mismo. Con respecto al final del período, este finaliza seis días después con respecto al IMN. En la Región Central y el Pacífico Norte la metodología presenta dos intervalos secos, donde el primero calza con lo descrito por Alfaro (2002) y el segundo concuerda con el veranillo. Para Pacífico Central la investigación muestra una época seca que concuerda con lo descrito por IMN (2008). En el Pacífico Sur las fechas propuestas difieren en un mes, tanto en su inicio como en su conclusión con respecto a Alfaro (2002).

Comparando el cuadro 4 con los periodos de inicio y conclusión de la época lluviosa, se encuentran desplazamientos en las fechas definidas mediante el uso de evaporación, desarrollada en esta investigación y las establecidas con los análisis de precipitación definidos por Alfaro (2002) e IMN (2008).

Cuadro 3. Comparación de inicio y conclusión la época seca

| Región / Época Seca | Evaporación-Precipitación | Alfaro (2002) | IMN (2008) |
|---------------------|---|--|--------------------|
| ZONA NORTE | 26-30/1 o pentada 6 hasta 2-6/5 o pentada 25. | NA | Enero a abril |
| CARIBE | 22-26/3 o pentada 17 hasta 6-10/4 o pentada 20. | NO | NO |
| REGIÓN CENTRAL | 13-17/11 o pentada 64 hasta 12-16/5 o pentada 27. | 13-17/11 o pentada 64 hasta 2-6/05 o pentada 25. | Diciembre a abril. |
| | 11-15/7 o pentada 39 hasta 30/7-3/8 o pentada 43. | | |
| PACIFICO NORTE | 28/10-1/11 o pentada 61 hasta 12-16/5 o pentada 27. | 13-17/11 o pentada 64 hasta 7-11/05 o pentada 26. | Diciembre a marzo |
| | 26-30/6 o pentada 36 hasta 15-19/8 o pentada 46. | | |
| PACIFICO CENTRAL | 1-5/1 o pentada 1 hasta 12-16/4 o pentada 21. | 18-22/11 o pentada 65 y/o 23-27/12 o pentada 72 hasta 2-6/05 o pentada 25. | Enero a marzo |
| PACIFICO SUR | 2-6/12 o pentada 68 hasta 17-21/4 o pentada 22. | 18-22/11 o pentada 65 y/o 23-27/12 o pentada 72 hasta 2-6/05 o pentada 25. | Enero a marzo |

Cuadro 4. Comparación de inicio y conclusión la época lluviosa

| Región / Época Lluviosa | Evaporación-Precipitación | Alfaro (2002) | IMN (2008) |
|-------------------------|---|---|---|
| ZONA NORTE | 7-11/5 o pentada 26 hasta 21-25/1 o pentada 5. | NA | Mayo a diciembre o enero. |
| CARIBE | 12-16/4 o pentada 21 hasta 17-21/3 o pentada 16. | 2-6/01 o pentada 2 hasta 4-8/10 o pentada 56. | Abril a agosto o septiembre y de noviembre a febrero. |
| REGIÓN CENTRAL | 17-21/5 o pentada 28 hasta 6-10/7 o pentada 38. | 7-11/05 o pentada 26 hasta 8-12/11 o pentada 63. | Marzo a agosto y de septiembre a noviembre. |
| | 4-8/8 o pentada 44 hasta 8-12/11 o pentada 63. | | |
| PACÍFICO NORTE | 17-21/5 o pentada 28 hasta 20-25/6 o pentada 35. | 11-15/05 o pentada 27 y/o 22-26/05 o pentada 29 hasta 8-12/11 o pentada 63. | Mayo a agosto y de septiembre a noviembre. |
| | 20-24/8 o pentada 47 hasta 24-28/11 o pentada 60. | | |
| PACÍFICO CENTRAL | 17-21/4 o pentada 22 hasta 27-31/12 o pentada 73. | 7-11/05 o pentada 26 hasta 13-17/11 o pentada 64 y/o 18-22/12 o pentada 71. | Mayo a agosto y de septiembre a noviembre. |
| PACÍFICO SUR | 22-26/4 o pentada 23 hasta 27/11-1/12 o pentada 67. | 7-11/05 o pentada 26 hasta 13-17/11 o pentada 64 y/o 18-22/12 o pentada 71. | Mayo a agosto y de septiembre a noviembre. |

Cuadro 5. Comparación de inicio y conclusión del veranillo

| Región / Veranillo | Evaporación-Precipitación | Alfaro (2002) | IMN (2008) |
|--------------------|---|------------------------|--|
| ZONA NORTE | NA | NA | NA |
| CARIBE | NA | NA | NA |
| REGIÓN CENTRAL | 11-15/7 o pentada 39 hasta 30/7-3/8 o pentada 43. | 21-25/07 o pentada 41. | Oriental: junio a julio. Occidental: junio a agosto |
| PACÍFICO NORTE | 26-30/6 o pentada 36 hasta 15-19/8 o pentada 46. | NA | Julio a agosto. |
| PACÍFICO CENTRAL | NA | 20-24/08 o pentada 47. | NA |
| PACÍFICO SUR | NA | 21-25/07 o pentada 41. | Julio a agosto. |

El cuadro 5 muestra la comparación entre las fechas definidas para el inicio y conclusión del veranillo, obtenidas en la investigación y la información contenida en Alfaro (2002) e IMN (2008).

La época lluviosa en la Zona Norte concuerda perfectamente con la definida por el IMN, el cual define dos períodos lluviosos para la Región Caribe mientras que esta investigación registra una época lluviosa que abarca prácticamente todo el año, a excepción de un mes. Tanto la Región Central como el Pacífico Norte tienen

definidos según el IMN dos períodos lluviosos que concuerdan con este estudio, a excepción de un desfase de un mes en la transición. Por su parte Alfaro (2002) concuerda con los resultados de esta metodología para el Pacífico Central, en las fechas de finalización de la época lluviosa y se desfasa un mes en el inicio. En el Pacífico Sur se adelanta el inicio un mes respecto a ambos autores citados, en tanto que las fechas de conclusión de la época lluviosa concuerdan en los tres métodos.

Debe recordarse que las fechas aquí definidas para el caso 1, específicamente de la Región

Caribe, son producto del régimen de precipitación anual obtenido por Alfaro (2002) quien explica únicamente el 8% de la varianza.

Para el caso de la ocurrencia del veranillo a nivel nacional, se comparan una vez más las fechas definidas por IMN (2008) con las obtenidas en la aplicación del modelo FAO-56. El IMN indica la no ocurrencia del veranillo en las regiones Zona Norte, Caribe y Pacífico Central, lo cual coincide con lo encontrado en este estudio. El método muestra una canícula entre junio y agosto para el Pacífico Norte, que se encuentra desfasada unos días en su inicio pero concluye en las mismas fechas encontradas por el IMN (2008).

La investigación arroja para la Región Central un veranillo que en su inicio coincide con lo descrito por Alfaro (2002), mientras que su conclusión coincide con lo mencionado en IMN (2008), donde su umbral inicial es de 34 mm y el final de 35 mm.

El Pacífico Norte muestra un inicio y final prematuro en comparación con IMN (2008) que abarca meses completos. Donde su umbral inicial es de 33 mm y el final de 35 mm.

En el Pacífico Central y Sur este estudio no visualizo el veranillo, en cambio Alfaro (2002) si ubica un veranillo en ambas regiones, mientras que IMN (2008) solo encuentra veranillo para la Región Pacífico Sur. Para el Caribe y Zona Norte no se registra veranillo en ninguna de las tres investigaciones.

El cuadro 6 muestra los incrementos de la evaporación observados en la figura 1, 2 y 3, cuyo punto de acenso varía entre 22 y 33 mm según sea la estación. Este cuadro nos muestra el comportamiento que tiene la evaporación, durante los meses definidos oficialmente para la ocurrencia del veranillo.

Mientras todas las demás regiones muestran un aumento de la evaporación durante los meses

típicos del veranillo, la Región Caribe presenta una disminución durante el 1-5/07 o pentada 37. Este comportamiento opuesto fue evidenciado por Alfaro (2002) al analizar pentadas de precipitación, quien considera que esto podría deberse a los siguientes factores: la influencia del jet de bajo nivel y la interacción del viento con la topografía de bajo nivel. El autor explica que la combinación de estos dos factores, provoca que el Caribe presente un contenido de humedad superior al que presenta el Pacífico, en estos meses del año.

En el cuadro 6 se puede observar un aumento de la evaporación durante los meses en que comúnmente ocurre el veranillo, excepto en el Caribe y dicho incremento se encuentra acompañado de una disminución de las precipitaciones en todas las estaciones, a excepción de la Zona Norte.

Cuadro 6. Período de incremento de la evaporación durante la época lluviosa

| Región | Fechas |
|------------------|--|
| ZONA NORTE | 16-20/07 o pentada 40 hasta 24-28/11 o pentada 60. |
| CARIBE | NA |
| REGIÓN CENTRAL | 26-30/06 o pentada 36 hasta 16-20/09 o pentada 52. |
| PACÍFICO NORTE | 11-15/06 o pentada 33 hasta 16-20/09 o pentada 52. |
| PACÍFICO CENTRAL | 6-11/07 o pentada 38 hasta 19-23/09 o pentada 53. |
| PACÍFICO SUR | 26-30/06 o pentada 36 hasta 24-28/09 o pentada 54. |

4. Conclusiones

En el presente estudio se analizan las fluctuaciones de la evaporación y precipitación pentadal, en las diversas regiones climáticas de Costa Rica, utilizando el método FAO-56 para el cálculo de las series de evaporación. Al analizar las gráficas pentadales que contienen las series de evaporación

y precipitación se obtienen los umbrales para las épocas seca y lluviosa de cada región climática, además del veranillo, variando según la ubicación geográfica.

En dos de las seis estaciones estudiadas se observa un periodo canicular durante los meses de junio a agosto, que implica un periodo seco acompañado de un aumento de la evaporación durante el periodo definido como época lluviosa. El Pacífico Norte y el Región Central muestran claramente el clásico veranillo, asociado a un leve aumento de la evaporación y una disminución de la precipitación durante la época definida en la literatura como lluviosa, caracterizado por la aceleración de la velocidad del viento Alisio. La Zona Norte y Caribe muestran una disminución de los valores pentadales de la evaporación, que se relaciona con el aumento de la nubosidad generada por los vientos alisios. Para estas dos últimas regiones se aprecia una segunda disminución de dicho parámetro para los últimos y primeros meses del año, que se asocia al aumento del viento Alisio y a la disminución de la humedad relativa propia de la época.

Comparando los periodos seco, lluvioso y veranillo definidos por el IMN (2008), Alfaro (2002) y esta investigación, se evidencia que estos no coinciden perfectamente, pero si mantienen un comportamiento similar variando las fechas de inicio y finalización de cada periodo en algunos casos. A pesar de esto, estudios de este tipo ayudan a caracterizar el comportamiento anual y regional de la evaporación en nuestro país, lo que mejora el conocimiento sobre la dinámica atmosférica que gobierna la troposfera nacional.

Las diferencias observadas entre el modelo desarrollado, lo definido por el IMN (2008) y los resultados de Alfaro (2002), se deben a dos factores: en esta investigación se utilizan umbrales específicos para cada región climática del país, mientras que el IMN y Alfaro utilizaran la metodología descrita en Alfaro et al. (1998),

donde se emplea un único umbral de 25 mm para todo el país. Otro factor a considerar en dicha variación de fechas, es que el presente estudio analiza la razón entre las pentadas de evaporación y precipitación, en tanto que los investigadores citados definen las fechas de inicio y conclusión de la época seca y lluviosa basados únicamente en series de precipitación.

Un veranillo estrictamente definido como época seca, con ayuda del método propuesto, se encontró únicamente en el Región Central y Pacífico Norte, sin embargo, se aprecia un aumento de la evaporación durante los meses en que comúnmente ocurre el veranillo, excepto en el Caribe, donde dicho incremento se encuentra acompañado de una disminución de las precipitaciones en todas las estaciones a excepción de la Zona Norte.

Nuestro país como productor agrícola, tiene la necesidad de conocer de una forma certera las fechas del inicio y conclusión de las épocas seca y lluviosa, para cada subregión de la nación, así como las fechas y lugares afectados por el veranillo, además de los valores climatológicos de la evaporación a lo largo del año. Esto con el fin de evitar las pérdidas millonarias y el desempleo que generan los daños en las siembras, lo cual es producto de la alteración en las necesidades hídricas de los diversos cultivos que se producen.

El análisis de estas variables es indispensable en diversos sectores, tales como gestión de recurso hídrico, planificación, producción vegetal y estudios ambientales y ecológicos, entre otros. Las estadísticas de evaporación y evapotranspiración también son necesarias para la planificación y operación de empresas, canales de riego, irrigación y sistemas de drenaje.

5. Agradecimientos

Los autores están profundamente agradecidos con el Dr. Eric Alfaro, el Dr. Hugo Hidalgo y el

Lcdo. Luis Fernando Alvarado por sus valiosas sugerencias y comentarios. También expresan su agradecimiento al Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica, por haber proporcionado los datos utilizados en esta investigación.

6. Referencias

- Alfaro, E. (2002). Some Characteristics of the Annual Precipitation Cycle in Central America and their Relationships with its Surrounding Tropical Oceans. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 9(2), 88-103.
- Alfaro, E., Cid, L. y Enfield, D. (1998). Relaciones entre el inicio y el término de la estación lluviosa en Centroamérica y los Océanos Pacífico y Atlántico Tropical. *Investigaciones Marinas*. 26, 59-69.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. y Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration, Guidelines for Computing Crop Water Requirements*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 56.
- Amador, J. (1984). *Algunos aspectos de la climatología de la cuenca del Río Parrita*. Informe Técnico N° 1, Proyecto de manejo-CORENA, Santiago de Puriscal, Costa Rica.
- Gamow, R. & Henry, W. (1972). The Rainy pentads of Central America. *Journal of Applied Meteorology*. 11, 637-642.
- Gray, C. (1993). *Regional meteorology and Hurricanes*. In: Maul, G. (Ed.) Climate Change in the Intra Americans Sea. Eduard Arnold, pp.87-99.
- Hernández, K. (2013). *Estudio de la evaporación en Costa Rica y su aplicación para determinar el inicio y conclusión de la época seca y lluviosa*. Tesis de grado para la Licenciatura en Meteorología. Escuela de Física, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Hidalgo, H., Cayan, D. & Dettinger, M. (2005). Sources of Variability of Evapotranspiration in California. *Journal of Hydrometeorology*, 6.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2008). *Segunda Comunicación Nacional de Costa Rica*. Estudio sobre Clima, Variabilidad y Cambio Climático en Costa Rica. San José, Costa Rica.