

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DE “EL NIÑO” Y “LA NIÑA” SOBRE LA LLUVIA DE LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA

Andrés Javier Peña-Quiñones¹
Julián Andrés Valencia-Arbeláez²
Carolina Ramírez-Carabali³

Recibido el 9 de agosto de 2013 y aprobado el 15 de enero de 2014, actualizado el 6 junio de 2014

RESUMEN

El clima es y seguirá siendo la principal variable que domina el crecimiento y desarrollo de las plantas. La lluvia, especialmente el acumulado de esta en un periodo de tiempo dado, tiene efecto directo sobre la fisiología y el desarrollo de los cultivos, mientras que la forma en que se distribuye la precipitación a través del año tiene un efecto significativo sobre la producción. A diferencia de otros estudios que se enfocan en evaluar el efecto de generadores de variabilidad climática sobre el acumulado de lluvias, este estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de “El Niño” y “La Niña” sobre el comportamiento medio intraanual de la precipitación de la zona cafetera colombiana. Se utilizaron datos diarios de lluvia provenientes de 80 estaciones meteorológicas, que tienen registros continuos superiores a 25 años y que hacen parte de la red climática de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, y conglomeración estadística para agrupar zonas en las que el efecto de “El Niño” y “La Niña” es similar. Se encontraron cuatro grupos que sintetizan los cuatro tipos de efectos de estos moduladores sobre la lluvia de la zona cafetera. Los resultados obtenidos evidencian que los departamentos que tienen una mayor amenaza causada por estos fenómenos son Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima y la zona Norte del país.

PALABRAS CLAVE

ENOS, café, ION, análisis multivariado.

CHARACTERIZATION OF "EL NIÑO" AND "LA NIÑA" EFFECT ON RAINFALL ON THE COLOMBIAN COFFEE GROWING REGION

ABSTRACT

The climate is and will continue to be the principal variable that dominates the growth and development of plants. Rain, specially its accumulation in a given period of time, has direct effect on the physiology and the development of crops, while the way in which precipitation is distributed throughout the year has a significant effect on production. Unlike other studies that focus in evaluating the effect of climatic variability generators on the accumulation of rain, this study aimed to determine the effect of “El Niño” and “La Niña” on the average behavior of intra-annual precipitation in the

Colombian coffee region. Daily rainfall data from 80 weather stations with 25 years of continuous records that are part of National Federation of Colombian Coffee Growers were used as well as statistical conglomeration in order to group zones in which the effect of "El Niño" and "La Niña" is similar. Four groups that synthesize four types of effects of these modulators on the rain of the coffee region were found. The results show that the departments that have a major threat caused by these phenomena are Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima and the northern area of the country.

KEY WORDS

ENSO, coffee, ONI, multivariate analysis.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad climática ha sido y seguirá siendo la principal fuente de fluctuación en las cifras de producción de alimentos de los países en vías de desarrollo ubicados en regiones tropicales áridas y semiáridas (Sivakumar y Ndiang'ui, 2007). No obstante, esta aseveración puede generalizarse, sin limitarla a las regiones antes mencionadas, si se tiene en cuenta que el clima gobierna la distribución espacial de plantas y limita su supervivencia (Larcher, 2003). Esto quiere decir que las plantas que crecen sobre una superficie tienen los caracteres fisiológicos apropiados para crecer, sobrevivir y reproducirse en el ambiente provisto por esa área, como lo plantean Lambers, Chapin y Pons (2008). Es en este sentido que aparece el concepto de factor de amenaza, el cual puede definirse en términos fisiológicos como un agente capaz de causar estrés. Lo cual nos lleva a la definición original de este, según el cual todos los agentes ambientales pueden actuar como estresantes y por ende la lluvia, al igual que cualquier otro elemento del clima, puede serlo (Selye, 1936 citado por Larcher, 2003).

En el caso específico del café, el clima tiene una influencia significativa en el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo. La temperatura afecta el crecimiento de tal forma que las plantaciones ubicadas en la zona marginal baja (1000 msnm), tienen un crecimiento 2,5 veces mayor que las ubicadas en la zona marginal alta, a la vez que en las zonas altas, el tiempo transcurrido entre la siembra y la primer cosecha es mayor en comparación con las zonas bajas (López et al., 1972; Jaramillo y Guzmán, 1984).

Si bien la temperatura del aire ejerce un efecto importante sobre la planta de café, Jaramillo y Valencia (1980) encontraron que el brillo solar y la evaporación también ejercen un efecto fundamental sobre la altura de las plantas y la longitud de las ramas, mientras que el número de flores está determinado por estas mismas variables y la variación del almacenamiento de agua en el suelo.

Con respecto a la floración, varios autores coinciden en que, en Colombia, la apertura floral del cafeto está asociada a la presencia de días mayoritariamente secos (Trojer, 1954; Gómez, 1977; Camayo et al., 2003; Ramírez, Jaramillo y Arcila, 2010). Por lo tanto, la presencia de periodos anormalmente lluviosos en las épocas habitualmente secas, como sucede durante “La Niña”, influyen negativamente sobre la floración, determinando cambios importantes en la dinámica temporal de la antesis, que influyen en la cantidad, calidad y concentración de la cosecha que se genera como consecuencia de esa floración (Ramírez et al., 2011; Jaramillo y Arcila, 2009a). De otro lado, periodos considerados históricamente lluviosos, que tienen lluvias inferiores al promedio de la temporada, como podría suceder en periodos “El Niño”, influyen de forma negativa sobre el llenado y cuajamiento del fruto, siendo síntomas característicos de este efecto los granos flotantes, los granos parcialmente formados, los granos negros y los granos pequeños (Jaramillo y Arcila, 2009b).

Lo anterior quiere decir que no solo el acumulado anual de lluvia es importante para el cultivo del café, sino que la forma en que se distribuye la misma a través del año tiene un efecto significativo sobre la producción. Se propone el uso de una metodología estadística para definir el efecto de El Niño Oscilación del Sur (ENOS), es decir los escenarios “El Niño” y “La Niña”, sobre el comportamiento intraanual de la lluvia ya que estos eventos son una fuente de variabilidad importante para la lluvia de la zona cafetera colombiana (Ramírez y Jaramillo, 2009; Peña y Paternina, 2010).

METODOLOGÍA

Datos

Se utilizaron datos diarios de lluvia provenientes de 80 estaciones meteorológicas que tienen registros continuos superiores a 25 años y que hacen parte de la red climática de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Tabla 1). Se generó una serie de tiempo mensual para cada estación, a partir de la cual se generaron otras dos series en las que se discrimina con respecto a la condición predominante sobre el océano Pacífico (“El Niño” o “La Niña”), siguiendo la metodología planteada por Peña et al. (2001). Para generar estas dos series se utilizó la clasificación que de estos eventos hace el Servicio Atmosférico y Oceánico de los Estados Unidos (NOAA), la cual se basa en el análisis de la anomalía de la temperatura superficial del mar en el Pacífico Ecuatorial Central (Zona Niño 3.4), más conocida como Índice Oceánico de El Niño (ONI, por sus siglas en inglés).

Caracterización del comportamiento medio intraanual de las lluvias

El comportamiento medio histórico de las lluvias se caracterizó para cada estación meteorológica como una función de la distribución de la precipitación media mensual a través del año. En este caso se utilizan las series completas y no se tiene en cuenta la condición predominante (“El Niño” o “La Niña”), ya que se quiere obtener el comportamiento medio intraanual. Por lo tanto, se generaron los valores medios de lluvia a escala mensual y se expresaron como el porcentaje de lluvia total anual; es decir, si en un mes caen en promedio 200 mm y el acumulado medio anual de lluvias es de 2000 mm ese mes tiene un valor de 10%.

Las estaciones se agruparon teniendo en cuenta la forma en que se distribuye la precipitación anual a través del año, para lo cual se utilizó un análisis de conglomerados utilizando el método de Ward con distancia Euclídea.

Caracterización del efecto de “El Niño” y “La Niña” sobre el comportamiento intraanual de las lluvias

Se generaron las anomalías medias mensuales para cada condición (“El Niño” y “La Niña”); dichas anomalías se calculan como la diferencia entre la lluvia acumulada mensual histórica (b) y la lluvia acumulada mensual en los diferentes escenarios (a) (“El Niño” y “La Niña”) (Ecuación 1).

$$\text{Anomalía de lluvia} = a - b$$

Ecuación 1. Anomalía de lluvia.

El efecto de “El Niño” y “La Niña” sobre la anomalía media mensual de la lluvia se caracterizó utilizando los centroides obtenidos del análisis de conglomerados. Con la clasificación de las estaciones se generó un mapa para cada evento.

Método de agrupación o análisis de conglomerados

Los métodos multivariados han sido utilizados para zonificación agroclimática (Rusell, 1978). Para la caracterización del comportamiento intraanual de las lluvias se utilizó el método de Ward (análisis clúster). Este tipo de agrupación es de tipo jerárquico y como criterio de conglomeración se usó la distancia Euclídea.

El método de Ward aplica un criterio de aglomeración posterior; se propone el grupo que se puede formar y luego se decide conformar aquel grupo para el cual el incremento en la heterogeneidad es menor. La heterogeneidad de cada grupo se calcula a través de la suma de la distancia al cuadrado de cada elemento al centroide del grupo. El centroide simplemente es el promedio de los elementos del grupo.

Jackson y Weinand (citados por Jaramillo y Chaves, 2000), compararon varias técnicas de conglomeración estadística para clasificación de la lluvia en diferentes regiones tropicales, encontrando que la metodología de Ward utilizando el método del centroide produce resultados aceptables.

Jaramillo y Chaves (2000) han utilizado el análisis de agrupamiento "clúster analysis" en diferentes investigaciones regionalizando el país en diferentes variables climáticas, ya que conforma grupos de acuerdo a la similaridad de las observaciones o grupos, medida por la distancia multivariada entre las observaciones o grupos. Este método de agrupamiento es de tipo jerárquico, es decir, que el número inicial de grupos es igual al número de observaciones y el final es un solo grupo que reúnen todas las observaciones. Lo anterior indica que se debe seleccionar el número de grupos considerando las medidas de distancia que ofrece la metodología (Massart y Kaufman citados por Chaves y Jaramillo, 1997). Este método de conglomerados es ideal para caracterizar el comportamiento intraanual de las lluvias.

Este análisis de agrupamiento permitió seleccionar 12 grupos en total discriminándose 4 para la distribución intraanual de las lluvias a nivel histórico, 4 para "El Niño" y 4 para "La Niña", de acuerdo con el comportamiento de la anomalía de la precipitación mensual.

RESULTADOS

Descripción del comportamiento de la distribución intraanual de las lluvias a nivel histórico

Un análisis de los datos históricos de lluvia mensual de 80 estaciones pluviométricas muestran que en la zona cafetera hay 4 patrones básicos de distribución intraanual de las lluvias (ver Figura 1), que resumen los patrones ya propuestos por Chaves y Jaramillo (1997).



Figura 1. Dendograma utilizando método de agrupación de Ward para la distribución intraanual de las lluvias a nivel histórico.

Los Grupos 1 y 2, tienen comportamientos similares, se caracterizan porque las estaciones que hacen parte de estos presentan dos temporadas lluviosas que alternan con dos temporadas secas a través del año (Figura 2a y 2b). El Grupo 3 tiene un comportamiento que se caracteriza por tener dos periodos secos y dos periodos lluviosos, pero con la diferencia de que el periodo seco más evidente es en el segundo semestre del año (Figura 2c). El Grupo 4 se caracteriza porque las estaciones que hacen parte de este presentan un comportamiento monomodal con una temporada seca (diciembre-abril) y una temporada lluviosa (mayo-noviembre), como se observa en la Figura 2d.

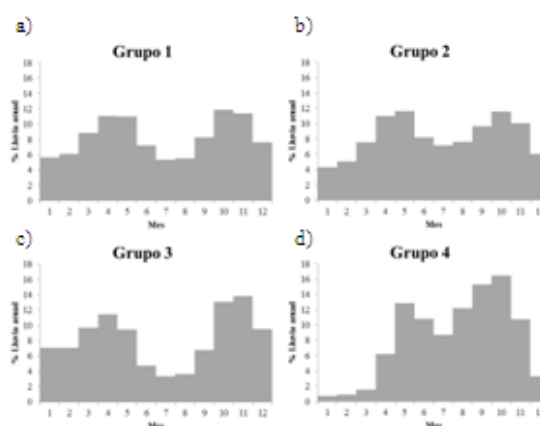


Figura 2. Comportamiento de la distribución intraanual de las lluvias a nivel histórico. a) Grupo 1. b) Grupo 2. c) Grupo 3. d) Grupo 4.

Descripción del comportamiento de la anomalía de lluvias en escenario “El Niño”

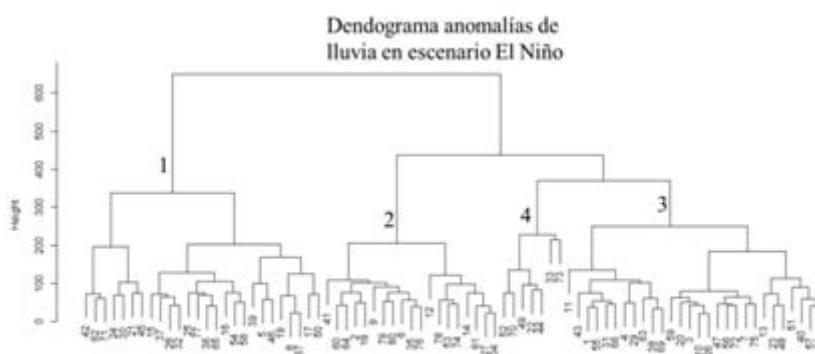


Figura 3. Dendrograma utilizando el método de agrupación de Ward para las anomalías de lluvia en escenario “El Niño”.

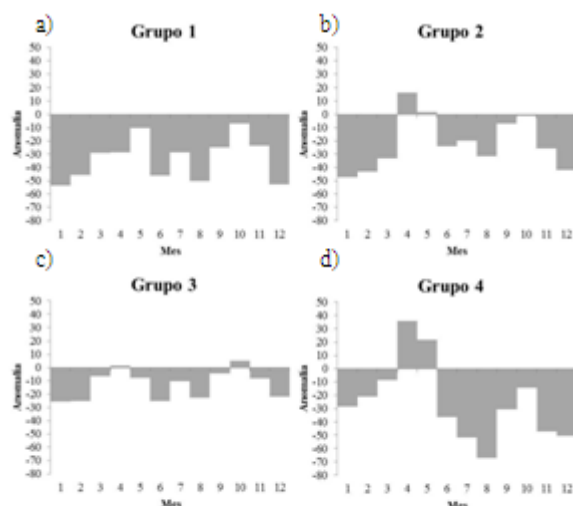


Figura 4. Comportamiento de la anomalía de lluvias en escenario “El Niño”. a) Grupo 1. b) Grupo 2. c) Grupo 3. d) Grupo 4.

Grupo 1. En este grupo, las estaciones se encuentran ubicadas en la zona cafetera central, en los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima. El impacto del fenómeno de “El Niño” afecta de manera considerable las precipitaciones de este grupo de estaciones a lo largo de todo el año, caracterizándose por reducciones con respecto al promedio histórico mensual (que oscilan entre 7 y 53 mm). En la **Figura 4a** se observa una mayor reducción en los meses de enero, agosto y diciembre. Se observa un efecto negativo en la época denominada lluviosa (que ocurre en los meses de marzo-abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre) con disminuciones de 7,11 y 10,34 mm en los meses de octubre y mayo respectivamente, considerados como los meses más lluviosos del año.

Grupo 2. En este grupo, las estaciones se encuentran dispersas a lo largo de la Cordillera Occidental, ubicadas en los departamentos de Nariño, Cauca, Valle del Cauca, Quindío, Risaralda y Caldas, encontrándose su mayor agrupación en la zona central cafetera. Se observa un leve aumento en la precipitación con respecto al promedio en el mes de abril, y una fuerte disminución de la precipitación con respecto al promedio en los meses de diciembre, enero y febrero. En la mayoría del ciclo anual frente a un evento “El Niño” vemos que existe una reducción en la precipitación que oscila entre 1 y 47,5 mm con respecto al promedio histórico mensual. Pero también hay un efecto favorable en el mes de abril con un aumento de alrededor de 16,2 mm (**Figura 4b**).

Grupo 3. En este grupo, las estaciones se encuentran distribuidas en su mayoría en la Cordillera Oriental, en los departamentos de Huila, Cundinamarca y Santander, pero también se encuentran unas estaciones en la Cordillera Occidental en los departamentos de Valle y Antioquía. En este grupo el pico del primer semestre se ve más afectado por el fenómeno de “El Niño”, con un aumento con respecto al promedio de 1,11 mm. Caso contrario sucede con la segunda

época lluviosa del año, observándose un mayor incremento en la precipitación con respecto al promedio aproximadamente de 5 mm. El impacto del fenómeno de “El Niño” es mucho menor en este grupo, especialmente en las épocas secas, donde podemos encontrar reducciones hasta de 25 mm (**Figura 4c**).

Grupo 4. En este grupo, las estaciones se encuentran ubicadas en la zona Norte del país. El grupo 4 se caracteriza por presentar un incremento de precipitación importante en el primer semestre del año, específicamente en el mes de abril, con valores que pueden llegar hasta los 36 mm aproximadamente. Aunque se ve un incremento en las precipitaciones del mes anterior mencionado, se reduce el periodo de lluvias considerablemente desde el mes de mayo. Seguidamente y hasta el mes de agosto se presenta una reducción sumamente drástica en cuanto a los niveles de precipitación, llegando a marcar valores negativos de 36 a 67 mm (**Figura 4d**).

Caracterización del efecto de “El Niño” sobre el comportamiento intraanual de las lluvias

Según los resultados obtenidos en esta investigación, los grupos donde se evidencia una mayor amenaza causada por el fenómeno de “El Niño” son aquellas estaciones comprendidas en el Grupo 1 y 4 (Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima, Zona norte del país) en donde la distribución de la lluvia se afecta, de manera que los meses secos se acentúan y los lluviosos sufren reducciones en sus totales (Guzmán y Baldión, 1997; Jaramillo et al., 1998), impactando más a las zonas del Norte del país, de baja altitud, alta temperatura y suelos de baja retención de humedad donde la precipitación pluvial es mucho más baja (Guzmán y Baldión, 1997).

Los periodos secos no siempre son desfavorables para la producción, por el contrario pueden ser benéficos para algunas regiones muy lluviosas donde las disminuciones favorecen las floraciones y disminuyen la incidencia de enfermedades fungosas (Jaramillo et al., 1998).

El mapa de agrupación de estaciones climatológicas en escenario “El Niño” (**Figura 5**), nos indica que las estaciones pertenecientes al Grupo 1 ubicadas en la zona central cafetera, específicamente en los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima, es el más impactado. Este resultado confirma lo obtenido por Peña et al. (2012) donde se evidencia en el mapa de la primera aproximación de amenazas por efecto de “El Niño” y “La Niña”, que la zona central cafetera es la que mayor correlación tiene con el índice ONI.

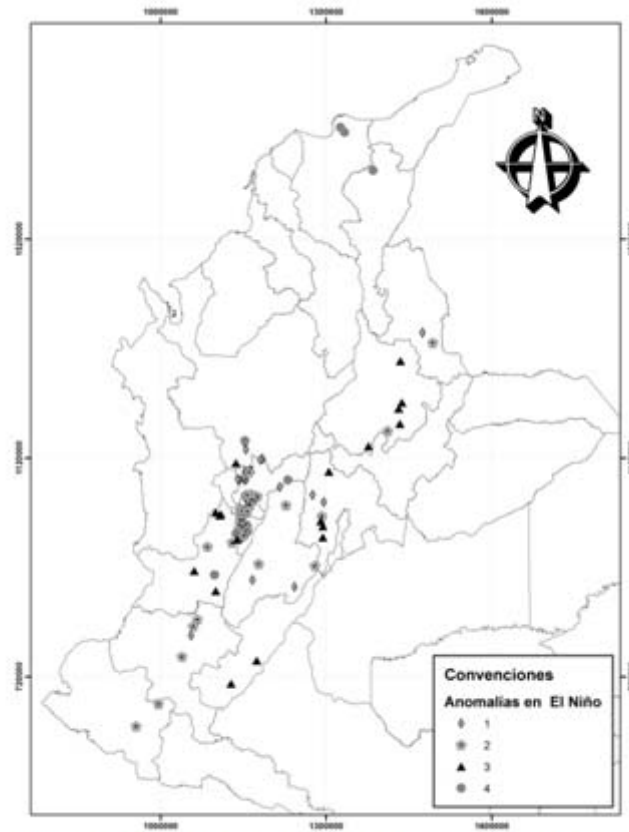


Figura 5. Agrupación de estaciones climatológicas con respecto a su comportamiento en escenarios “El Niño”.

Descripción del comportamiento de la anomalía de lluvias en escenario “El Niño”

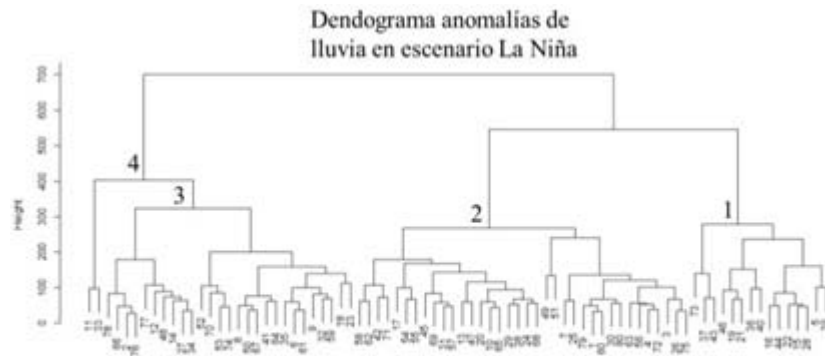


Figura 6. Dendrograma utilizando el método de agrupación de Ward para las anomalías de lluvia en escenario “La Niña”.

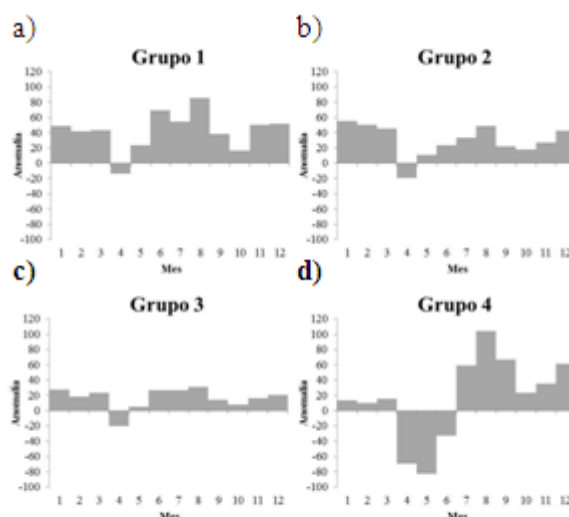


Figura 7. Comportamiento de la anomalía de lluvias en escenario “La Niña”. a) Grupo 1. b) Grupo 2. c) Grupo 3. d) Grupo 4.

Grupo 1. Este grupo de estaciones tiene su mayor concentración en la zona central cafetera (Caldas, Quindío, Risaralda, Antioquía y Tolima). En el tercer trimestre del año se observa un mayor impacto en el comportamiento de la precipitación, con aumentos entre 54 y 85 mm (Figura 7a).

Grupo 2. Se evidencia prácticamente en toda la zona cafetera un efecto marcado desde las estaciones ubicadas en los departamentos de Cauca pasando por Valle, Quindío, Risaralda, Caldas, Cundinamarca, Antioquia y llegando hasta el Norte de Santander. Es de resaltar que su mayor concentración se encuentra en los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. En los meses secos que normalmente son diciembre-enero-febrero y junio-julio-agosto, al estar bajo una condición “Niña”, aumenta la precipitación. En el primer trimestre del año la Figura 7b muestra un aumento en la precipitación, que va desde 55 mm en el mes de enero hasta 45 mm en el mes de marzo. El mismo fenómeno sucede entre junio y agosto donde las precipitaciones aumentan de 23,70 mm a 48,84 mm. Solamente en el mes de abril hay una pequeña disminución de la precipitación con respecto al promedio histórico mensual, de 19 mm. El evento “La Niña” hace que el año sea prácticamente lluvioso de manera constante, dejando a un lado el comportamiento típico de las regiones.

Grupo 3. Las estaciones se encuentran ubicadas prácticamente en toda la zona cafetera, encontrando estaciones que van desde el Sur hasta el Norte del país, concentrándose principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Santander, Valle del Cauca y Caldas. En este grupo hay un aumento de la precipitación, pero menor que aquella evidenciada en el Grupo 2. El comportamiento de este grupo cuando se encuentra bajo evento “La Niña” muestra una constante precipitación, pero mayor que el promedio histórico mensual. Al igual que en el Grupo 2, se observa que en el mes de abril existe una

disminución en la precipitación de 20,43 mm (**Figura 7c**). En comparación, en los meses de junio-julio-agosto existe un comportamiento constante en la precipitación, caso contrario con el Grupo 2, donde existe un aumento de junio a agosto.

Grupo 4. Se encuentra ubicado en los departamentos de Santander y Magdalena únicamente. Este grupo de estaciones tiene un comportamiento muy particular y no se relaciona con el comportamiento típico de las regiones donde se encuentran ubicadas estas estaciones. Por ejemplo, en la zona Norte del país, los meses de abril y mayo son característicos por ser húmedos. Cuando se presenta un evento “La Niña” este comportamiento cambia, pasando de ser húmedos a secos, con disminuciones en la precipitación entre 69 y 82 mm. Como el primer trimestre del año es característico por ser seco, en este grupo de estaciones vemos que la precipitación no aumenta significativamente como en los grupos anteriores, ya que oscila entre 10 y 16 mm por encima del promedio histórico mensual.

Caracterización del efecto de “La Niña” sobre el comportamiento intraanual de las lluvias

El principal efecto del fenómeno de “La Niña” a nivel mensual en la distribución de las precipitaciones, se manifiesta en una reducción de los periodos secos ya sea de principios o mediados del año, y un incremento en la precipitación en las temporadas lluviosas particularmente en la zona central y Sur del país (Guzmán y Baldión, 1999), sin embargo, estudios realizados por Ramírez y Jaramillo (citados por Peña et al., 2012) demuestran que este patrón no es igual en todas las regiones, y que hay épocas y zonas más o menos afectadas. En ese sentido, podría pensarse que “El Niño” y “La Niña” son una amenaza real en aquellos sitios en que la relación entre el índice que describe al evento, en este caso la anomalía de la temperatura superficial en una zona específica del Pacífico Tropical y las lluvias son altas (Peña et al., 2012).

En Colombia, la disponibilidad de agua en el suelo es el factor que más influye en el crecimiento y producción de los cafetos. Esta disponibilidad hídrica proviene de las lluvias, presenta comportamientos que pueden variar considerablemente de un año a otro, afectando las épocas y volúmenes de las cosechas (Gómez y Baldión, 1990; Baldión y Guzmán, 1994).

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con otros trabajos (Dean, 1939; Baldión y Guzmán, 1994; Guzmán y Baldión, 1999; Peña et al., 2012), donde se evidencia un incremento de las precipitaciones a lo largo de todos los meses del año.

El mapa de agrupación de estaciones climatológicas en escenarios “Niña” (**Figura 8**), nos indica que en la zona central cafetera (Caldas, Quindío, Risaralda, Antioquía y Tolima) “La Niña” tiene un mayor efecto, y respalda lo encontrado por Peña et al. (2012), donde el mapa de aproximación de amenazas por efecto de “El Niño” y “La Niña” indica que la zona central cafetera

tiene una mayor relación con el Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés).

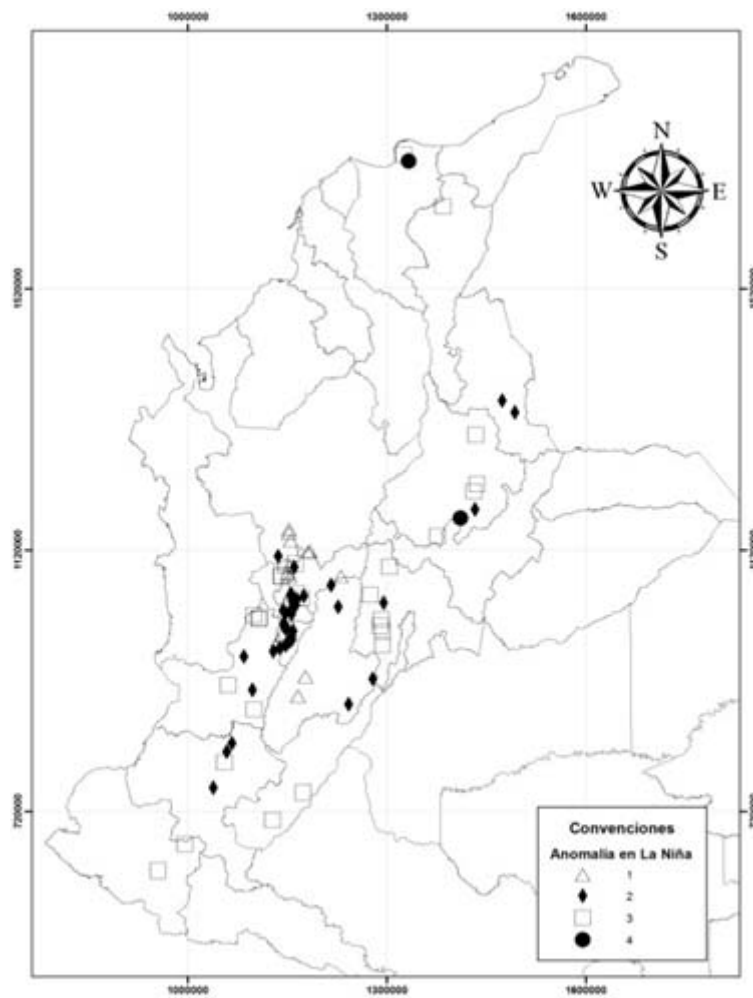


Figura 8. Agrupación de estaciones climatológicas con respecto a su comportamiento en escenario "La Niña".

Tabla 1. Localización de las estaciones analizadas en el estudio

Departamento Estación	Municipio	Latitud (N)		Longitud (W)		Altitud (M)
		°	'	°	'	
Antioquia						
Bariloche	Fredonia	5	55	75	42	1748
El Rosario	Venecia	5	58	75	42	1635
La Blanquita	Fredonia	5	49	75	41	570
Miguel Valencia	Jardín	5	36	75	51	1621
Caldas						
Agronomía	Manizales	5	3	75	30	2088
Cenicafé	Chinchina	5	0	75	36	1310
Cuatro Esquinas	Agua das	5	40	75	25	1900
El Descanso	Marmato	5	30	75	37	1803
Granja Luker	Palestina	5	4	75	41	1031
Guaymaral	Agua das	5	39	75	27	1600
Java	Manizales	5	1	75	32	1778
La Argentina	Palestina	5	2	75	41	1354
La Argentina	Riosucio	5	28	75	42	1420
La Selva	Manizales	5	5	75	36	1312
Llanadas	Manzanares	5	12	75	8	1420
Naranjal	Chinchina	4	58	75	39	1381
Rafael Escobar	Supia	5	27	75	38	1307
Santa Helena	Marquetalia	5	19	75	0	1395
Santagueda	Palestina	5	4	75	40	1026
Cauca						
Instituto Técnico	Santander De Quilichao	3	1	76	29	1058
La Trinidad	Piendamó	2	45	76	35	1671
Manuel Mejía	El Tambo	2	24	76	44	1735
Mondomo (El Fontanar)	Santander De Quilichao	2	54	76	33	1380
Cesar						
Pueblo Bello	Pueblo Bello	10	25	73	34	1134
Cundinamarca						
Granja Tibacuy	Tibacuy	4	22	74	26	1538
Icalí	Sasaima	4	57	74	25	1328
Mesas De Santa Inés	Cachipay	4	43	74	27	1340
Misiones	Mesas Del Colegio	4	33	74	26	1540
Mortelibano	Yacopi	5	27	74	20	1365
Secretaría De Agricultura	Guaduas	5	4	74	36	1060
Secretaría De Agricultura	La Mesa	4	38	74	28	1300
Huila						
Concentración Desarrollo	Timana	1	57	75	56	1141
Jorge Villamil	Gigante	2	20	75	31	1420
Magdalena						
Jirocasaca	Santa Marta	11	3	74	2	710
La Victoria	Santa Marta	11	8	74	6	1100
N. De Santander						
Blonay	Chinacota	7	34	72	37	1250
Francisco Romero	Salazar	7	44	72	47	903
Nariño						
El Sauce	La Unión	1	37	77	7	1609
Ospina Pérez	Consaca	1	15	77	29	1603

Quindío						
Almacafe Vivero	Quimbaya	4	37	75	46	1330
El Agrado	Montenegro	4	31	75	48	1275
El Sena	Armenia	4	34	75	39	1550
La Bella	Calarca	4	30	75	40	1449
La Esperanza	Buenavista	4	22	75	45	1428
La Miranda	La Tebaida	4	26	75	51	1193
Maracay	Quimbaya	4	36	75	44	1402
Monaco	Cordoba	4	25	75	42	1350
Paraguaicito	Buenavista	4	24	75	44	1203
Risaralda						
Buenos Aires	Guatica	5	19	75	48	1814
Combia	Pereira	4	51	75	47	1173
El Bosque	Dosquebradas	4	51	75	41	1458
El Diamante	Quinchia	5	19	75	42	1550
El Jazmin	Santa Rosa De Cabal	4	55	75	37	1635
La Catalina	Pereira	4	45	75	44	1321
La Oriental	Quinchia	5	22	75	43	1730
La Playa	Pereira	4	49	75	45	1290
Ospirna	Guatica	5	20	75	49	1661
Planta De Tratamiento	Pereira	4	48	75	40	1487
Santander						
Cielo Roto	Suaita	6	7	73	22	1504
Cocal	Rio negro	7	16	73	9	700
La Cumbre	Puente Nacional	5	52	73	41	1691
Las Flores	Pincho te	6	29	73	11	1700
Santa Rita	San Gil	6	35	73	8	1600
Villanueva	Charala	6	14	73	10	1450
Tolima						
El Limón	Chaparral	3	40	75	35	990
La Meseta	San Antonio	3	56	75	29	1600
La Montaña	Dolores	3	33	74	54	1296
La Trinidad	Libano	4	54	75	2	1456
Luis Bustamante	Villarrica	3	54	74	34	1616
Valle Del Cauca						
Alban	El Cairo	4	47	76	11	1510
Arturo Gomez	Alcala	4	40	75	47	1259
Bellavista	Ansermamevo	4	45	76	6	1528
Camp anella	Palmira	3	29	76	11	1512
Heracio Uribe	Sevilla	4	17	75	55	1540
Julio Fernandez	Restrepo	3	49	76	32	1381
La Selva	Ginebra	3	45	76	12	1805
Marmel M. Mallarino	Trujillo	4	13	76	19	1331
Santiago Gutierrez	Argelia	4	44	76	7	1530
Venecia	Caicedonia	4	20	75	50	1168

REFERENCIAS

- Baldión R., J.V. y Guzmán M., O. (1994). Condiciones climáticas en la zona cafetera en los años 1991, 1992 y 1993 y su influencia en las cosechas de café. *Avance Técnico Cenicafe*, 203.
- Chaves C., B. y Jaramillo R., A. (1997). Regionalización de la distribución del brillo solar en Colombia, por métodos de conglomeración estadística. *Revista Cenicafe* 048 (02): 120-132.
- Dean L., A. (1939). Relationship between rainfall and coffee yields in the Kona district, Hawaii. *Journal of Agricultural Research*, 59(3), 217-222. Washington, D.C.

- Gómez G., L. (1977). Influencia de los factores climáticos sobre la periodicidad de crecimiento del cafeto. *Revista Cenicafé*, Enero – Marzo: 3-17.
- Gómez G., L. y Baldión R., J.V. (1990). Condiciones climáticas en la zona cafetera y su posible influencia en las cosechas del segundo semestre 1988 y primer semestre 1989. *Avance Técnico Cenicafé*, 146.
- Guzmán M., O. y Baldión R., J.V. (1999). Influencia del evento frío del Pacífico en la zona cafetera colombiana. *Revista Cenicafé*, 50(3): 222-237.
- Guzmán M., O. y Baldión R., J.V. (1997). El evento cálido del Pacífico en la zona cafetera Colombiana. *Revista Cenicafé*, 48(3), 141-155.
- Jaramillo R., A. y Arcila P., J. (2009a). Variabilidad climática en la zona cafetera Colombiana asociada al evento de La Niña y su efecto en la caficultura. *Avance Técnico Cenicafé*, 389.
- Jaramillo R., A. y Arcila P., J. (2009b). Variabilidad climática en la zona cafetera Colombiana asociada al evento de El Niño y su efecto en la caficultura. *Avance Técnico Cenicafé*, 390.
- Jaramillo R., A., Chaves C., B. 2000. Distribución de la precipitación en Colombia analizada mediante conglomeración estadística. *Revista Cenicafé* 51(2): 102-113.
- Jaramillo R., A., Chaves C., B. (1998). Interceptación de la lluvia en un bosque y en plantaciones de café /Coffea arabica/ L. *Revista Cenicafé* 049 (02): 129-135.
- Jaramillo R., A. Y Guzmán M., O. (1984). Relación entre la temperatura y el crecimiento en Coffea Arabica L., variedad Caturra. *Revista Cenicafé* 35 (3): 57-65.
- Jaramillo R., A.; Valencia A., G. (1980). Los elementos climáticos y el desarrollo de C. arabica L. en Chinchiná (Colombia). *Revista Cenicafé* 31 (4):127-143.
- Lambers, H., Chapin, S. y Pons, T. (2008). *Plant Physiological Ecology*. Second edition. New York: Springer-Verlag.
- Larcher, W. (2003). *Physiological Plant Ecology*. 4th edition. Berlín: Springer.
- López C., F.J.; Naranjo J., O.; Villegas E., M.; Valencia A., G. (1972). Influencia de la altitud en el desarrollo de plántulas de café en almácigo. *Revista Cenicafé* 23(4): 87-97.
- Peña Q., A. J., Cortes, E., Montealegre, F. (2001) Incidencia de los fenómenos El Niño y La Niña sobre las condiciones climáticas en el valle del río Cauca - Parte I y Parte II - Análisis climatológico y de correlaciones. Colombia, Meteorología Colombiana ISSN: 0124-6984, 2001 vol: fasc: 3 págs: 103 – 128.
- Peña Q., A. J., Ramírez B., V.H., Valencia A., J.A. y Jaramillo R., A. (2012). La lluvia como factor de amenaza para el cultivo del café en Colombia. *Avance Técnico Cenicafé*, 415.
- Peña Q., A. J., Paternina Q., M.J. (2010). Señales de variabilidad y cambio en algunas series anuales de precipitación de la zona cafetera colombiana. *Revista Cenicafé* 61 (2): 174-187.
- Ramírez B., V. H.; Jaramillo R., A. (2009). Relación entre el Índice Oceánico de El Niño (ONI) y la lluvia en la región andina central de Colombia. *Revista Cenicafé* 60 (2):162-173.
- Ramírez B., V.H., Jaramillo R., A. y Arcila P., J. (2010). Rangos adecuados de lluvia para el cultivo de café en Colombia. *Avance Técnico Cenicafé*, 395.

- Ramírez B., V.H., Jaramillo R., A., Arcila P., J., Rendón S., J.R., Cuesta G., G., García L., J.C. et al. (2011). Variabilidad climática y la floración del café en Colombia. *Avance Técnico Cenicafé*, 407.
- Rusell, J.S. (1978). Classification of climate and the potential usefulness of pattern-analysis techniques in agroclimatology research. En: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. *Proceedings Agroclimatological Research Needs of the Semi-Arid Tropics* (pp. 47-58). Hyderabad, India.
- Sivakumar, M. y Ndiang'ui, N. (2007). *Climate and land degradation*. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Berlín: Springer.
- Trojer, H. (1954). El ambiente climatológico y el cultivo de café en Colombia (Problemas, conocimientos actuales y perspectivas). Seminario dictado en la biblioteca del Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). Chinchiná, Cenicafé.

-
1. Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia. M.Sc. en Meteorología. Investigador Científico II en el Centro Nacional de Investigaciones del Café (Cenicafé). Correo electrónico: **andres.pena@cafedecolombia.com**
 2. Ingeniero Agrónomo, Universidad de Caldas. Asistente de Investigación en el Centro Nacional de Investigaciones (Cenicafé). Correo electrónico: **julian.valencia@cafedecolombia.com**
 3. Ingeniera Agrícola, Universidad del Valle. Asistente de Investigación en el Centro Nacional de Investigaciones (Cenicafé). Correo electrónico: **carolina.ramirez@cafedecolombia.com**

Para citar este artículo: Peña-Quiñones, A.J., Valencia-Arbeláez, J.A., Ramírez-Carabalí, C. (2014). Caracterización del efecto de "El niño" y "La niña" sobre la lluvia de la zona cafetera colombiana. *Revista Luna Azul*, 39, 89-104. Recuperado de <http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=949>