

**AUMENTANDO LA RESILIENCIA A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS
EN EL SECTOR CAFETERO COLOMBIANO**

INFORME FINAL

**Caracterización de los sistemas de producción en el período 2006 – 2015 en los
municipios cafeteros de Santuario, Balboa y Salamina**

1

**Juan Carlos García López Ing. Agr. PhD
Disciplina de Agroclimatología**

Cenicafé, febrero de 2018

Caracterización de los sistemas de producción en el período 2006 – 2015 en los municipios cafeteros de Santuario, Balboa y Salamina – Proyecto IDRC. FIT102026

DISCIPLINA: Agroclimatología

RESPONSABLE: Juan Carlos García López.

Equipo de trabajo: Jonnier Alejandro Hoyos (Fitotecnia), Audberto Quiroga Mosquera (TIC-SIG), Fernando Farfán (Fitotecnia), Servicio de Extensión de Risaralda, Servicio de Extensión de Caldas.

Objetivo: Conocer el estado actual de la caficultura, con relación a las amenazas e impactos asociados a la variabilidad climática

Resumen

En algunos municipios cafeteros se han identificado áreas cuyos sistemas de producción se encuentran expuestos a las variaciones climáticas lo que pone en riesgo su producción y productividad. Con el fin de evaluar el grado de exposición de los cultivos a estas variaciones climáticas se tomó la información del SICA correspondiente a todas las fincas de los municipios de Santuario, Balboa (Risaralda) y Salamina (Caldas), en los años 2006, 2009, 2012 y 2015. Se determinaron en cada año las estadísticas con respecto a los factores de producción (edad, densidad, variedades, entre otros). Se identificaron los cambios para cada factor de producción entre los años. Se analizó la información de las redes meteorológicas del IDEAM y la Red Cafetera de la FNC obtenida para los elementos de lluvia y temperatura en estos municipios, en cada uno de los años de estudio. A partir de la espacialización de los elementos y el cálculo de Balance Hídrico (BH) se evaluaron los cambios entre años y por etapas fisiológicas del cultivo. Se concluyó que, Salamina y Santuario disminuyeron su área cafetera entre 2009 y 2015 en 20% y 10%, respectivamente, mientras Balboa la incrementó en 14,3%. Los factores de amenaza corresponden a: En Santuario en condición de exceso, en 2012, y en Balboa y Salamina, en condición de déficit, en 2015. En todos los municipios de este estudio la mayor vulnerabilidad se presente en áreas de su caficultura por debajo de 1400 msnm, con variaciones entre 2012 y 2015 de 1,8°C o más y disminución de la oferta hídrica anual superior a 500 mm. La condición biofísica (clima y suelo) no estuvo asociada a la dinámica de cambio, en área y cultivos de café, en los municipios en el período de estudio.

Tabla de contenido

1	Introducción	7
2	Antecedentes	8
2.1	Impactos de eventos climáticos en la caficultura	8
2.2	Tendencias de clima en las zonas objeto de estudio	8
2.3	Características Técnicas	8
2.3.1	SICA	9
2.3.2	Plataforma agroclimática	9
3	Metodología	9
4	Resultados	10
4.1	Condiciones orográficas de los municipios	10
4.2	Estadísticas de la estructura productiva del cultivo de café por municipio	11
4.2.1	Análisis Municipio de Salamina, Departamento de Caldas	12
4.2.2	Análisis Municipio de Santuario, Departamento de Risaralda	16
4.2.3	Análisis Municipio de Balboa, Departamento de Risaralda	19
4.3	Análisis espacial y temporal de los cambios en el promedio anual de la temperatura media del aire	23
4.4	Análisis de los acumulados de Exceso y Déficit Hídricos	24
4.4.1	Análisis de los acumulados de Exceso Hídricos	24
4.4.2	Análisis de los acumulados de Déficit Hídricos	25
4.4.3	Análisis espacial y temporal de los acumulados anuales de exceso y déficit hídricos y los días con IHS menor a 0,5	26
4.5	Análisis espacial de los períodos de déficit hídrico por fase fisiológica	31
4.6	Anomalías en la precipitación entre el año 2012 y 2015	33
4.7	Anomalías en la temperatura media del aire, entre el año 2012 y 2015	34
5	Conclusiones	36
6	Bibliografía	38

Lista de Tablas

Tabla 1. Cambios en la propiedad y tamaño de las fincas en el municipio de Salamina (Caldas)....	12
Tabla 2. Cambios en área dedicada al cultivo de café por finca en el municipio de Salamina (Caldas).....	12
Tabla 3. Distribución porcentual del área cafetera, por rango altitudinal (m.s.n.m.) en el municipio de Salamina (Caldas).....	13
Tabla 4. Distribución porcentual del área cafetera, por luminosidad en el municipio de Salamina (Caldas).....	14
Tabla 5. Distribución porcentual del área cafetera, por rango de densidad (plantas por hectárea), municipio de Salamina (Caldas)	14
Tabla 6. Distribución porcentual del área cafetera, por tipo de variedad, municipio de Salamina (Caldas).....	14
Tabla 7. Distribución porcentual del área cafetera, por rango de edad (años), municipio de Salamina (Caldas).....	14
Tabla 8. Déficit y Exceso hídricos (mm anuales) generados para la cosecha de segundo semestre, municipio de Salamina (Caldas)	15
Tabla 9. Cambios en la propiedad y tamaño de las fincas en el municipio de Santuario (Risaralda)	16
Tabla 10. Cambios en área dedicada al cultivo de café por finca en el municipio de Santuario (Risaralda).....	17
Tabla 11. Distribución porcentual del área cafetera, por rango altitudinal (m.s.n.m.) en el municipio de Santuario (Risaralda).....	18
Tabla 12. Distribución porcentual del área cafetera, por luminosidad en el municipio de Santuario (Risaralda).....	18
Tabla 13. Distribución porcentual del área cafetera por rango de densidad (plantas por hectárea), municipio de Santuario (Risaralda).....	18
Tabla 14. Distribución porcentual del área cafetera, por tipo de variedad, municipio de Santuario (Risaralda).....	18
Tabla 15. Distribución porcentual del área cafetera, por rango de edad (años), municipio de Santuario (Risaralda).....	19
Tabla 16. Déficit y Exceso hídricos (mm anuales) generados para la cosecha de segundo semestre, municipio de Santuario (Risaralda).....	19
Tabla 17. Cambios en la propiedad y tamaño de las fincas en el municipio de Balboa (Risaralda).	20
Tabla 18. Cambios en área dedicada al cultivo de café por finca en el municipio de Balboa (Risaralda).....	20
Tabla 19. Distribución porcentual del área cafetera, por rango altitudinal (m.s.n.m.) en el municipio de Balboa (Risaralda)	21
Tabla 20. Distribución porcentual del área cafetera, por luminosidad en el municipio de Balboa (Risaralda).....	22
Tabla 21. Distribución porcentual del área cafetera, por rango de densidad (plantas por hectárea), municipio de Balboa (Risaralda).....	22
Tabla 22. Distribución porcentual del área cafetera, por tipo de variedad, municipio de Balboa (Risaralda).....	22
Tabla 23. Distribución porcentual del área cafetera, por rango de edad (años), municipio de Balboa (Risaralda).....	23

Tabla 24. Déficit y Excesos hídricos generados para la cosecha de segundo semestre, municipio de Balboa (Risaralda).....	23
Tabla 25. Acumulados de excesos hídricos anuales, por rango altitudinal y evento ENOS en los municipios cafeteros de Santuario, Balboa y Salamina – Proyecto IDRC.....	25
Tabla 26. Acumulado de déficits hídricos anuales, por rango altitudinal y evento ENOS, en los municipios cafeteros de Santuario, Balboa y Salamina – Proyecto IDRC.....	26
Tabla 27. Variación de la precipitación anual acumulada entre 2012 y 2015, por Municipio.....	34
Tabla 28. Variación del promedio anual de la temperatura media del aire (°C) entre 2012 y 2015, por Municipio.....	35

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de rangos de altura. Izquierda. La zona demarcada en rojo corresponde al área en cultivo de café del municipio de Salamina. Derecha. Las zonas demarcadas con azul y amarillo corresponden a las áreas en cultivo de café de los municipios de Santuario y Balboa, respectivamente.....	11
Figura 2. Distribución altitudinal (m) de los centroides de los pixeles que componen cada municipio	11
Figura 3. Análisis espacio temporal de las fincas nuevas y las que se eliminan, en el municipio de Salamina (Caldas)	13
Figura 4. Condición de Exceso y Déficit comparado con ENSO El Niño, Salamina (Caldas).....	15
Figura 5. Condición de Exceso y Déficit comparado con ENSO La Niña, Salamina (Caldas).....	15
Figura 6. Análisis espacio temporal de las fincas nuevas y las que se eliminan, en el municipio de Santuario (Risaralda).....	17
Figura 7. Análisis espacio temporal de las fincas nuevas y las que se eliminan, en el municipio de Balboa (Risaralda).....	21
Figura 8. Zonas cafeteras de los municipios de Santuario y Balboa. Dinámica espacio –temporal de la temperatura media anual.	24
Figura 9. Zona cafetera del municipio de Salamina. Dinámica espacio –temporal de la temperatura media anual.	24
Figura 10. Dinámica espacio-temporal de los acumulados anuales de exceso y déficit hídricos en la Zona Cafetera de los Municipios Santuario y Balboa (Risaralda) – Proyecto IDRC.....	27
Figura 11. Dinámica espacio-temporal de los acumulados anuales de los exceso y déficit hídricos en la Zona Cafetera del Municipio de Salamina (Caldas) – Proyecto IDRC.....	28
Figura 12. Dinámica espacio-temporal de los días con IHS < 0,5 en la Zona Cafetera de los Municipios Santuario y Balboa (Risaralda) – Proyecto IDRC.....	29
Figura 13. Dinámica espacio-temporal de los días con IHS < 0,5 en la Zona Cafetera del Municipio de Salamina (Caldas) – Proyecto IDRC.....	30
Figura 14. Etapas de desarrollo en fase reproductiva del cultivo de café. En todos los casos para los municipios de Risaralda y Caldas, con cosecha principal en segundo semestre. Dentro de las figuras las letras indican los meses. Para la floración, a la izquierda, desde Diciembre hasta Marzo (cuatro meses) y, para el desarrollo del fruto, a la derecha, desde Abril hasta Noviembre (ocho meses). Adaptada de Flórez et al., 2013.....	31
Figura 15. Zonas cafeteras de los municipios de Santuario y Balboa. Dinámica espacio – temporal de las décadas secas durante la floración.	32
Figura 16. Zonas cafeteras del municipio de Salamina. Dinámica espacio – temporal de las décadas secas durante la floración.	32
Figura 17. Zonas cafeteras de los municipios de Santuario y Balboa. Dinámica espacio –temporal de las décadas secas durante el desarrollo del fruto.....	33
Figura 18. Zona cafetera del municipio de Salamina. Dinámica espacio – temporal de las décadas secas durante el desarrollo del fruto.....	33

1 Introducción

La gestión del riesgo vista como un componente de desarrollo económico y social en comunidades cafeteras, requiere de información sobre procesos ambientales, sociales, económicos, productivos y territoriales que permitan evaluar los grados de vulnerabilidad y de resiliencia biofísica, económica y social, ante amenazas naturales con el fin de generar medidas de adaptación, que contribuyan a mitigar los efectos de la variabilidad climática.

En algunos municipios cafeteros se han identificado áreas cuyos sistemas de producción se encuentran expuestos a las variaciones climáticas, lo que pone en riesgo su producción y productividad. Esta circunstancia se debe a que el sistema productivo se ha establecido en condiciones que no son las adecuadas para las características de clima y suelo de los sitios; o se ha modificado la estructura de sus componentes, p. e. eliminación de la cobertura arbórea, disminución en las densidades de siembra, prolongación de los ciclos de renovación, entre otros.

La productividad del café está influenciada por numerosos factores y su interacción; estos factores son agrupados de una manera amplia en elementos de clima, suelo, planta y aspectos socio-económicos. Estos factores son variables espacial y temporalmente (intraanual e interanual); esta variación explica en gran medida la variabilidad en los rendimientos a nivel nacional e igualmente explican las diferencias en los sistemas productivos regionales. Un conocimiento de estos factores y su relación con el comportamiento y fenología de la planta de café, permitirá hacer ajustes en los principales elementos de los sistemas productivos a una escala regional, lo que generará el diseño de una línea de aprendizaje tanto para agricultores como para los agentes de transferencia de la tecnología

Es fundamental en estas áreas determinar el grado de exposición de los cultivos a estas variaciones climáticas, para posteriormente realizar los ajustes tecnológicos pertinentes.

2 Antecedentes

2.1 Impactos de eventos climáticos en la caficultura

La variabilidad climática hace referencia a las variaciones en los valores promedios del clima a escala temporal y espacial, más allá de los eventos individuales del tiempo. Como ejemplos de variabilidad climática se cuentan sequías extendidas, inundaciones y condiciones resultantes de los eventos de El Niño y La Niña- Oscilación del sur (ENSO).

En la zona cafetera colombiana la variabilidad climática asociada a los Fenómenos de El Niño y La Niña, produce cambios en la distribución y magnitud de los elementos del clima. Con respecto a una condición neutra, bajo condiciones de La Niña la precipitación se incrementa entre un 30% y un 50% y bajo condiciones de El Niño las precipitaciones se reducen entre un 8% y un 24%. Los cambios en los patrones de precipitación ocurren especialmente en los períodos históricamente secos, como diciembre a febrero y junio a agosto (Jaramillo y Arcila, 2009a, 2009b; Ramírez et al., 2009).

2.2 Tendencias de clima en las zonas objeto de estudio

8

En la Zona de estudio, comprendidas por los municipios de Santuario y Balboa en el departamento de Risaralda y Salamina en el departamento de Caldas se encuentran situaciones de contraste térmico, con una variación en la temperatura media de 1,7 a 2,3 grados centígrados. En el marco del escenario de emisiones A2, cuarto informe del IPCC (IPCC, 2010), la temperatura media se incrementará en cerca de 1 °C en 2030 y en 2050 en 1,7 °C; esta situación también se reconoce en el tercer informe sobre escenarios de cambio climático para precipitación y temperaturas en Colombia, Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático del IDEAM (Ideam et al., 2015), la cual se basa en la descripción de los caminos representativos de concentración de emisiones, conocidos como RCP, que siguen la metodología del IPCC quinto informe, y que para el departamento de Risaralda podrá presentar aumentos de temperatura hasta un 28% sobre el valor actual y de forma particular los municipios de Pereira, La Celia y Balboa podrán presentar aumentos entre 30% y 40% en escenarios de 2030, que corresponde a un aumento en temperatura cercano a 1,5°C . Este cambio repercutirá en el incremento de la amplitud térmica y los grados día de tiempo térmico y está relacionado con mayor oferta de radiación solar. Por su parte la precipitación, que para la zona oscila entre 1900 y 3000 mm anuales, registrará aumentos anuales de 40 a 47 mm en 2030 y 60 a 66 mm en 2050 escenario de emisiones A2 y de acuerdo con la tercera comunicación del IDEAM no se registrarán reducciones.

2.3 Características Técnicas

2.3.1 SICA

La caficultura cuenta con el Sistema de Información Cafetera (SIC@), que es dinámico y permite conocer la información relacionada con todas las fincas cafeteras del país.

La información individual de cada finca es, de acuerdo con a los estatutos de la FNC, privada y no debe compartirse sin la explícita aprobación del cafetero. La información agregada de la base de datos es una importante herramienta de toma de decisiones tanto en el campo productivo como en el campo social, medio ambiental y de infraestructura. Muchos de los programas e instrumentos institucionales son diseñados con base en la información de SICA.

2.3.2 Plataforma agroclimática

La plataforma se proyecta como una herramienta básica de apoyo a la toma de decisiones, de política institucional hasta el caficultor, que permite incrementar la certidumbre al momento de decidir con respecto al manejo del cultivo del café, permite acceder, en tiempo cercano al real, a las variables climáticas monitoreadas por estaciones automáticas distribuidas en la zona cafetera colombiana; además permite el despliegue de información histórica de la red de estaciones convencional y el acceso a información agroclimática de interés para caficultores, técnicos, extensionistas e investigadores.

Actualmente, la plataforma agroclimática cuenta con información climática cercana al tiempo real de 146 estaciones automáticas, adicional a distintas herramientas de consulta como épocas de siembra, vuelos de broca, suelos y mapas de las estaciones, imágenes satélites en tiempo real y noticias (agroclima.cenicafe.org).

Las capacidades de la institucionalidad y el desarrollo de herramientas como las anteriormente descritas permiten contribuir a la identificación y priorización de las necesidades de la caficultura desde la gestión propia de la FNC o mediante diferentes tipos de alianzas.

3 Metodología

Se estructuró una base de datos georreferenciada, soportada en la base SICA para cada región de la Zona de estudio, en los factores de producción, suelo y clima. El procesamiento de la base SICA generó una tabla para cada Zona que incluye todas las variables que por defecto incluye la base de datos, más rangos para la altura, densidad de siembra, edad del cafetal.

Se tomó la información del SICA correspondiente a todas las fincas de los municipios de Santuario, Balboa (Risaralda) y Salamina (Caldas), en los años 2006, 2009, 2012 y 2015 (fechas de muestreo). En cada fecha de muestreo, se determinaron las estadísticas con respecto a los factores de producción (edad, densidad, variedades, entre otros). Se identificaron los cambios para cada factor de producción entre las fechas de muestreo.

En una primera fase exploratoria, para cada intervalo de fechas de muestreo, en las estaciones meteorológicas de la FNC, de los municipios de esta investigación, se estimó el balance hídrico (Jaramillo y Gómez, 2002), para identificar acumulados anuales de exceso y déficit hídricos y periodos de déficit.

Posteriormente, con acceso a la data meteorológica de las redes del IDEAM y Cafetera de la FNC, se analizaron los elementos de lluvia y temperatura, para lo cual, en cada uno de los años que comprende el estudio, se aplicó la metodología de interpolación con el software Anusplin®, con el fin de generar la información diaria del elemento para la Zona Cafetera de cada municipio, a una resolución espacial de 1 km². Con la información por año, se utilizó la rutina de Balance Hídrico (BH), adaptada por García, 2013, para conocer los acumulados anuales de déficits, excesos y los días con índices de humedad inferiores a 0,5. Se asumió para efectos de análisis y de acuerdo con información de la fluctuación trimestral del ONI, reportado por la NOAA, que los años 2006 y 2012 son predominantemente Neutros, el 2009 es de transición Neutro – El Niño y el 2015 El Niño.

Se definieron tres momentos fisiológicos previos al mes de cosecha principal con el fin de relacionarlos con índices bioclimáticos: **a.** Cuatro meses previos a la máxima floración, que define la cosecha principal (etapa 1); **b.** Cuatro primeros meses de desarrollo del fruto de cosecha principal (etapa 2); **c.** Cuatro meses previos a la cosecha principal (etapa 3).

10

Se construyó una matriz relacional con todos los atributos asociados a lotes cafeteros en el marco de estudio del proyecto. Se generó la estadística de las diferencias (anomalías) entre las condiciones de los años 2012 y 2015, por municipio y rango altitudinal. Se identificaron condiciones de vulnerabilidad, asociados a la variabilidad interanual

4 Resultados

4.1 Condiciones orográficas de los municipios

En las Figura 1 Figura 2 se muestra la información del componente orográfico de altitud. Se aprecia en la Figura 2 como se distribuyen altitudinalmente los pixeles de la zona cafetera de los municipios; la zona cafetera de Balboa con 85 pixeles, se encuentra con más del 90% de su área por debajo de 1600 msnm. Santuario, 129 pixeles, la presenta entre 1200 y 2000 msnm y Salamina, 118 pixeles, entre 1300 y 2000 msnm.

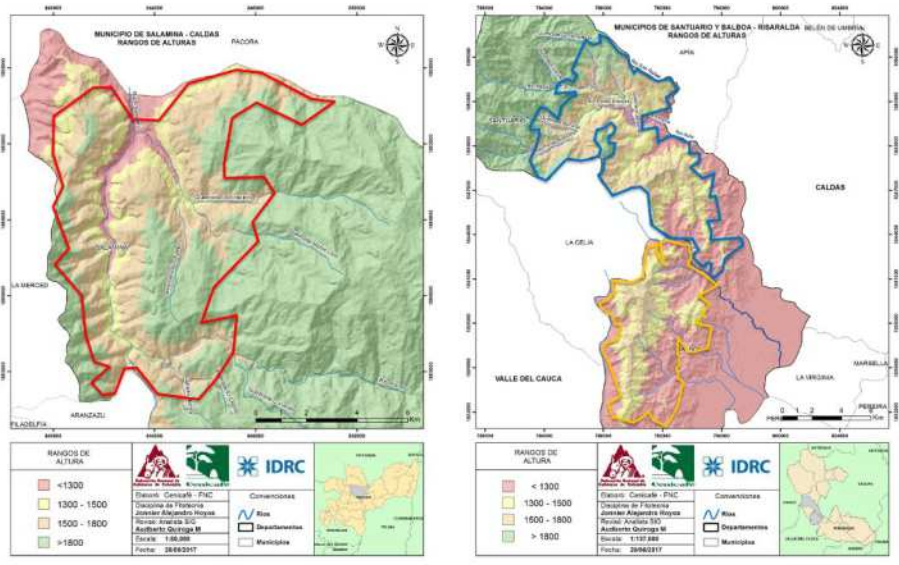


Figura 1. Mapa de rangos de altura. Izquierda. La zona demarcada en rojo corresponde al área en cultivo de café del municipio de Salamina. Derecha. Las zonas demarcadas con azul y amarillo corresponden a las áreas en cultivo de café de los municipios de Santuario y Balboa, respectivamente.

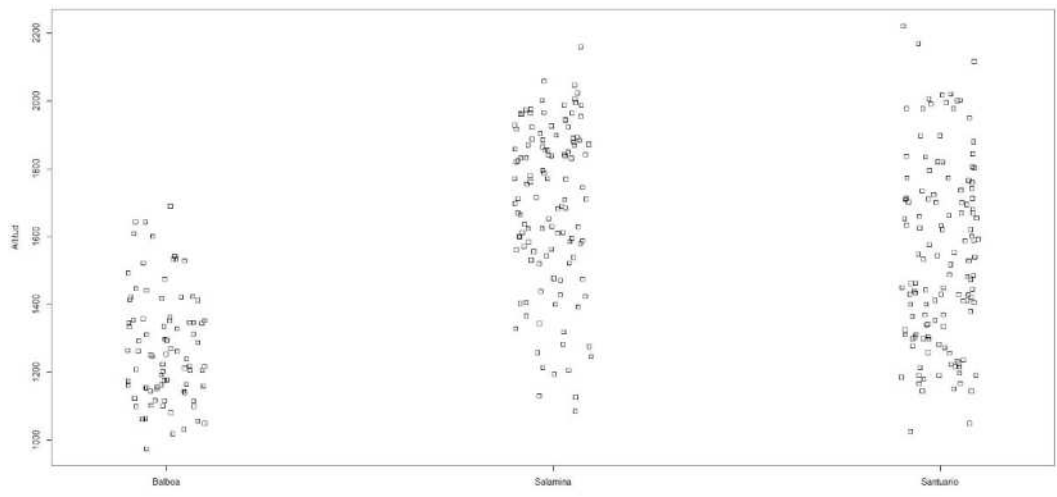


Figura 2. Distribución altitudinal (m) de los centroides de los pixeles que componen cada municipio

4.2 Estadísticas de la estructura productiva del cultivo de café por municipio

4.2.1 Análisis Municipio de Salamina, Departamento de Caldas

Tabla 1. Cambios en la propiedad y tamaño de las fincas en el municipio de Salamina (Caldas)

Año	Número de Fincas	Área Total de las Fincas	Área Total en Café	Cambio en área cafetera respecto a 2006	Tamaño promedio por finca (Ha)	Porcentaje de área dedicada a café por finca
2006	1.878	6.293	3.051		3,4	48%
2009	1.803	6.035	2.990	-2%	3,3	50%
2012	1.596	4.863	2.605	-15%	3,0	54%
2015	1.595	4.794	2.451	-20%	3,0	51%
Cambio respecto a 2006	-15,1%	-23,8%	-19,7%		-10,3%	5,4%

El análisis del cambio en la propiedad entre 2006 y 2015 muestra para Salamina una disminución del número de fincas, que repercute en una disminución del área cafetera del municipio en el 20% (Tabla 1). Adicionalmente, se observa una disminución del tamaño de la finca, aunque el área dedicada al cultivo de café por finca se incrementa. El análisis espacial del cambio, referido a las fincas que dejaron de ser cafeteras y las que ingresaron nuevas entre 2009 y 2015, se representa en la Figura 3, en ella puede observarse que en el municipio, ambas situaciones se dieron de forma aleatoria y no determina una tendencia que muestre un patrón de cambio.

El análisis en el área cafetera por finca muestra entre 2006 y 2015 que las fincas del municipio de Salamina, que ocupaban entre 5 y 10 Ha y más de 20 Ha, perdieron representatividad y ésta la ganaron las fincas entre 1 y 3 Ha y entre 10 y 20 Ha (Tabla 2). La anterior situación corresponde a una de las razones de la disminución en área cafetera sumada a la del número de fincas que dejaron la actividad.

Tabla 2. Cambios en área dedicada al cultivo de café por finca en el municipio de Salamina (Caldas)

Año	Menor que 1 Ha	Entre 1 y 3 Ha	Entre 3 y 5 Ha	Entre 5 y 10 Ha	Entre 10 y 20 Ha	Mayor que 20 Ha
2006	17,1%	33,1%	17,4%	20,2%	6,3%	5,9%
2009	16,6%	36,4%	20,2%	13,2%	11,2%	2,3%
2012	16,5%	41,9%	20,1%	11,7%	7,6%	2,2%
2015	17,7%	44,8%	17,9%	9,5%	7,8%	2,3%
Cambio respecto a 2006	0,6%	11,8%	0,5%	-10,8%	1,5%	-3,6%

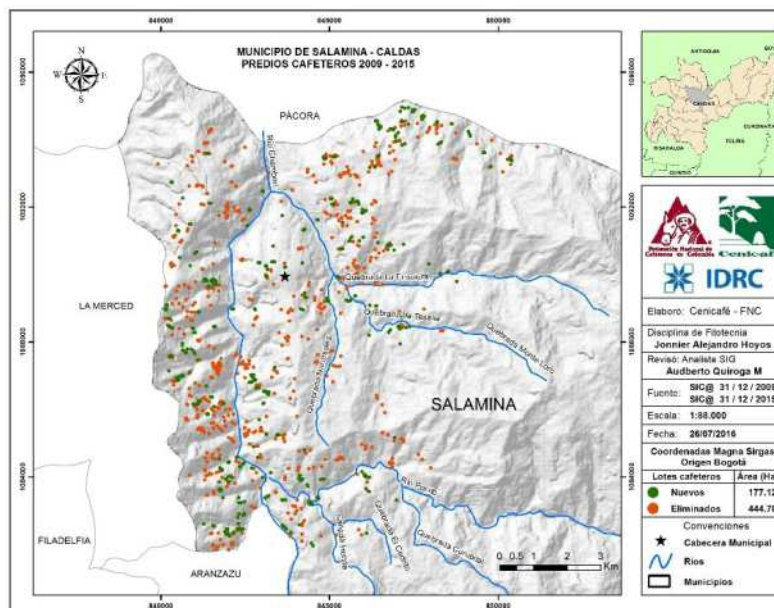


Figura 3. Análisis espacio temporal de las fincas nuevas y las que se eliminan, en el municipio de Salamina (Caldas)

Al verificar la distribución de las fincas por rango altitudinal, se observa un incremento de la proporción del área cafetera por encima de 1700 msnm (Tabla 3). Un análisis a la estructura productiva muestra cambios en el manejo y adopción de variedades (Tabla 4, Tabla 5 Tabla 6 Tabla 7); puede observarse entre 2006 y 2015 que la caficultura paso de ser predominantemente de sombra y semisombra a libre exposición solar, la densidad promedio por hectárea aumentó en más de 1.000 plantas, con adopción de variedades resistentes, sumado a que cerca del 80% del cultivo de café tiene hoy menos de 8 años de edad, comparado con 2006, cuando cerca del 50% tenía más de 8 años.

Tabla 3. Distribución porcentual del área cafetera, por rango altitudinal (m.s.n.m.) en el municipio de Salamina (Caldas)

Año	<=1700 msnm	>1700 msnm
2006	49,3%	50,7%
2009	48,2%	51,8%
2012	46,3%	53,7%
2015	43,5%	56,5%
Cambio respecto a 2006	-5,7%	5,7%

Tabla 4. Distribución porcentual del área cafetera, por luminosidad en el municipio de Salamina (Caldas)

Año	Sol	Semi Sombra	Sombra
2006	37%	36%	27%
2009	47%	34%	18%
2012	62%	30%	8%
2015	71%	26%	3%
Cambio respecto a 2006	34%	-10%	-24%

Tabla 5. Distribución porcentual del área cafetera, por rango de densidad (plantas por hectárea), municipio de Salamina (Caldas)

Año	<=4300	>4300; <=5500	>5500
2006	48,7%	33,4%	17,8%
2009	38,2%	41,1%	20,7%
2012	22,0%	54,1%	23,8%
2015	14,7%	58,4%	27,0%
Cambio respecto a 2006	-34,1%	24,9%	9,1%

14

Tabla 6. Distribución porcentual del área cafetera, por tipo de variedad, municipio de Salamina (Caldas)

Año	Resistente	Susceptible
2006	16,4%	83,6%
2009	19,8%	80,2%
2012	49,9%	50,1%
2015	73,5%	26,5%
Cambio respecto a 2006	57.1%	-57.1%

Tabla 7. Distribución porcentual del área cafetera, por rango de edad (años), municipio de Salamina (Caldas)

Año	<=2	>2; <=8	>8
2006	10,9%	39,3%	49,8%
2009	17,7%	37,8%	44,5%
2012	25,6%	43,5%	30,9%
2015	15,0%	64,5%	20,5%
Cambio respecto a 2006	4,1%	25,1%	-29,2%

Si se observan las estaciones climatológicas de Salamina y de los municipios circunvecinos, el análisis del patrón hídrico muestra sus mayores contrastes en año El Niño, por ejemplo entre 2009 (Neutro-El Niño) y 2012 (Neutro) los cambios entre los déficits y excesos hídricos no superaron el valor absoluto del 10%, situación contraria cuando se comparó con 2015 (El Niño) en el que los déficit hídricos anuales se incrementaron entre 28 y 46%, mientras los excesos disminuyeron entre 40 y 66% (Tabla 8).

Tabla 8. Déficit y Exceso hídricos (mm anuales) generados para la cosecha de segundo semestre, municipio de Salamina (Caldas)

Departamento	Municipio	Estación	asnm	Déficit 2009	Exceso 2009	Déficit 2012	Exceso 2012	Déficit 2015	Exceso 2015
Caldas	Salamina	La Gaviota	1772			669	670	887	319
Caldas	La Merced	El Socorro	1852	709	693	635	774	844	261
Caldas	Salamina	El Ciprés	1877	579	446	540	481	786	182
Caldas	Pácora	La Cascada	1600	695	583	731	516	935	308

La anterior situación, describe un factor de amenaza relacionado con los efectos de una condición ENOS El Niño, que evidencia un posible efecto sobre el desarrollo reproductivo del cultivo, que afecta la acumulación de materia seca en la fase final de desarrollo del fruto.

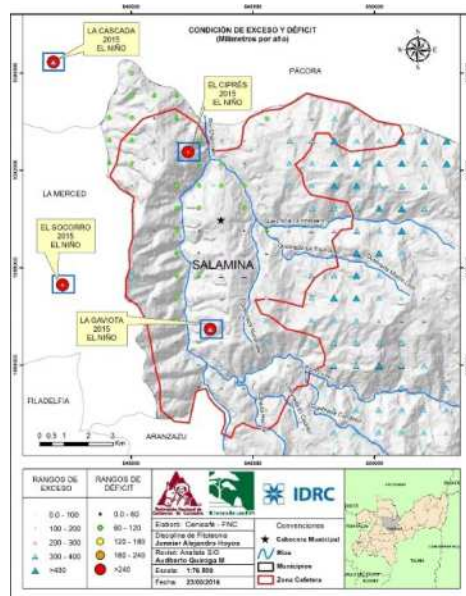


Figura 4. Condición de Exceso y Déficit comparado con ENSO El Niño, Salamina (Caldas)

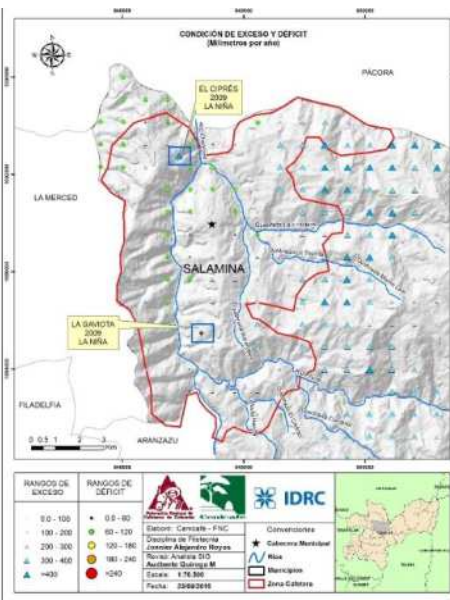


Figura 5. Condición de Exceso y Déficit comparado con ENSO La Niña, Salamina (Caldas)

En las Figura 4 y Figura 5 se representan las dos condiciones, el mapa de fondo corresponde a una situación neutral para un año promedio, en la cual, la margen occidental del Río Chambéry tiene limitación hídrica y, como se observa en los rectángulos de las estaciones de referencia, el cambio en ENOS El Niño, en todas las estaciones, repercute en incremento en milímetros de déficit entre 800 y 900 mm anuales, contra el promedio que no es superior a 120 mm (Figura 4). En el año 2009 (Neuro – El Niño) (Figura 5), sólo en El Ciprés se observan cambios en la condición de exceso, la cual supera los 400 mm. Ésta última situación mejora la condición de humedad, que en un año normal es restrictiva en la etapa de desarrollo del fruto.

4.2.2 Análisis Municipio de Santuario, Departamento de Risaralda.

El análisis del cambio en la propiedad entre 2006 y 2015 muestra para Santuario una disminución del número de fincas que repercuten en una disminución del área cafetera del municipio del 10% (Tabla 9). Adicionalmente se observa una disminución del tamaño de la finca, aunque el área dedicada al cultivo de café por finca se incrementa. El análisis espacial del cambio, de las fincas que dejaron de ser cafeteras y las que ingresaron nuevas entre 2009 y 2015, se representa en la Figura 6, en ella puede observarse que en el municipio, ambas situaciones se dieron de forma aleatoria y no determina una tendencia que muestre un patrón de cambio.

Tabla 9. Cambios en la propiedad y tamaño de las fincas en el municipio de Santuario (Risaralda)

Año	Número de Fincas	Área Total de las Fincas	Área Total en Café	Cambio en área cafetera respecto a 2006	Tamaño promedio por finca (Ha)	Porcentaje de área dedicada a café por finca
2006	6.229	67.064	6.273		10,8	9%
2009	6.187	63.318	6.329	1%	10,2	10%
2012	5.969	59.051	6.420	2%	9,9	11%
2015	4.870	47.348	5.640	-10%	9,7	12%
Cambio respecto a 2006	-21,8%	-29,4%	-10,1%		-9,7%	27,3%

El análisis en el área cafetera por finca (Tabla 10), muestra entre 2006 y 2015 que, a excepción del rango entre 1 y 3 Ha, los demás rangos redujeron su participación. Uno de los cambios en tamaño que explica la observación anterior corresponde a la disminución de área

cafetera dentro de la misma finca, principalmente aquellas ubicadas en el rango entre 5 y 10 Ha.

Tabla 10. Cambios en área dedicada al cultivo de café por finca en el municipio de Santuario (Risaralda)

Año	Menor que 1 Ha	Entre 1 y 3 Ha	Entre 3 y 5 Ha	Entre 5 y 10 Ha	Entre 10 y 20 Ha	Mayor que 20 Ha
2006	3,0%	11,3%	14,6%	28,0%	20,1%	22,9%
2009	2,7%	11,9%	14,4%	26,8%	22,5%	21,7%
2012	2,7%	13,0%	14,1%	27,8%	21,1%	21,3%
2015	3,0%	13,9%	14,1%	25,3%	20,4%	23,3%
Cambio respecto a 2006	0,0%	2,6%	-0,5%	-2,8%	0,4%	0,4%

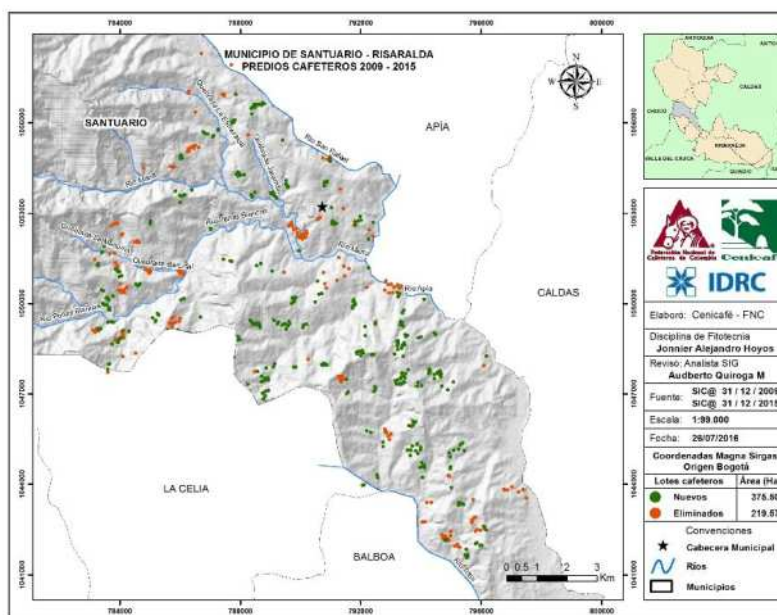


Figura 6. Análisis espacio temporal de las fincas nuevas y las que se eliminan, en el municipio de Santuario (Risaralda)

Al verificar la distribución de las fincas por rango altitudinal, no se observa modificación en la proporción del área cafetera (Tabla 11). Un análisis a la estructura productiva muestra cambios en el manejo y adopción de variedades (Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15); puede observarse entre 2006 y 2015 que la caficultura continúa desarrollándose a libre exposición solar, la densidad promedio por hectárea aumentó en más de 1.000 plantas, con adopción de variedades resistentes, con una estructura de edades similar a través de los años.

Tabla 11. Distribución porcentual del área cafetera, por rango altitudinal (m.s.n.m.) en el municipio de Santuario (Risaralda)

Año	<=1200	>1200; <=1600	>1600
2006	5,4%	55,9%	38,7%
2009	4,8%	56,8%	38,4%
2012	4,7%	57,3%	38,0%
2015	4,9%	57,3%	37,8%
Cambio respecto a 2006	-0,5%	1,4%	-0,9%

Tabla 12. Distribución porcentual del área cafetera, por luminosidad en el municipio de Santuario (Risaralda)

Año	Sol	Semi Sombra	Sombra
2006	81%	17%	2%
2009	82%	17%	2%
2012	85%	14%	1%
2015	86%	13%	1%
Cambio respecto a 2006	5%	-4%	-1%

18

Tabla 13. Distribución porcentual del área cafetera por rango de densidad (plantas por hectárea), municipio de Santuario (Risaralda)

Año	<=4300	>4300; <=5500	>5500
2006	25,0%	44,5%	30,5%
2009	21,9%	46,3%	31,8%
2012	16,1%	45,9%	38,0%
2015	9,6%	47,3%	43,2%
Cambio respecto a 2006	-15,4%	2,7%	12,7%

Tabla 14. Distribución porcentual del área cafetera, por tipo de variedad, municipio de Santuario (Risaralda)

Año	Resistente	Susceptible
2006	44,5%	55,5%
2009	46,7%	53,3%
2012	61,4%	38,6%
2015	76,6%	23,4%
Cambio respecto a 2006	32,1%	-32,1%

Al observarse las estaciones climatológicas de los municipios circunvecinos de Santuario, el análisis del patrón hídrico muestra cambios entre los diferentes años, por ejemplo entre 2009 y 2006 (Neutro – El Niño), los cambios de los déficits hídricos anuales aumentaron en 10% y los excesos hídricos entre 5 y 40%; cuando se comparó con 2015 (El Niño), los déficit hídricos anuales se incrementaron en 69%, mientras los excesos disminuyeron en 40% (Tabla 16)

Tabla 15. Distribución porcentual del área cafetera, por rango de edad (años), municipio de Santuario (Risaralda)

Año	<=2	>2; <=8	>8
2006	25,6%	60,1%	14,4%
2009	24,1%	61,4%	14,5%
2012	23,2%	55,0%	21,8%
2015	19,4%	66,3%	14,3%
Cambio respecto a 2006	-6,2%	6,3%	-0,1%

Tabla 16. Déficit y Exceso hídricos (mm anuales) generados para la cosecha de segundo semestre, municipio de Santuario (Risaralda)

Departamento	Municipio	Estación	asnm	Déficit 2006	Exceso 2006	Déficit 2009	Exceso 2009	Déficit 2015	Exceso 2015
Caldas	Belalcázar	La Praderita	1329	446	881	497	925	752	533
Risaralda	Umbría	Los Cábulos	1400	495	654	539	930		

La anterior situación, describe dos factores de amenaza relacionados con los efectos de ambas condiciones ENOS, que evidencia un posible efecto sobre el desarrollo reproductivo del cultivo, que afecta la acumulación de materia seca en la fase final de desarrollo del fruto en escenario El Niño y la fase de floración, por exceso hídrico, que no permite su expresión normal en escenario La Niña.

4.2.3 Análisis Municipio de Balboa, Departamento de Risaralda.

El análisis del cambio en la propiedad entre 2006 y 2015 muestra para Balboa un incremento del número de fincas, que repercute en un aumento del área cafetera del municipio en 14% (Tabla 17). Adicionalmente se observa una disminución del tamaño de la finca, aunque el área dedicada al cultivo de café por finca se incrementa. El análisis espacial del cambio, de las fincas que ingresaron como cafeteras y las que no continuaron con esta actividad

productiva entre 2009 y 2015, se representa en la Figura 7, en ella puede observarse que, en el municipio, ambas situaciones se dieron de forma aleatoria y no determina una tendencia en el cambio.

Tabla 17. Cambios en la propiedad y tamaño de las fincas en el municipio de Balboa (Risaralda)

Año	Número de Fincas	Área Total de las Fincas	Área Total en Café	Cambio en área cafetera respecto a 2006	Tamaño promedio por finca (Ha)	Porcentaje de área dedicada a café por finca
2006	2.765	22.636	2.386		8,2	11%
2009	2.971	22.648	2.464	3%	7,6	11%
2012	2.907	21.086	2.641	11%	7,3	13%
2015	2.753	18.911	2.726	14%	6,9	14%
Cambio respecto a 2006	-0,4%	-16,5%	14,3%		-16,1%	36,8%

20

El análisis en el área cafetera por finca (Tabla 18), muestra entre 2006 y 2015 que la representatividad para los rangos entre 5 y 10 Ha y mayor a 20 Ha tuvieron los mayores cambios, el primero con disminución y el segundo con incremento. Uno de los cambios en tamaño que explica la observación anterior corresponde al aumento de área cafetera dentro de la misma finca, en aquellas mayores a 10 Ha.

Tabla 18. Cambios en área dedicada al cultivo de café por finca en el municipio de Balboa (Risaralda)

Año	Menor que 1 Ha	Entre 1 y 3 Ha	Entre 3 y 5 Ha	Entre 5 y 10 Ha	Entre 10 y 20 Ha	Mayor que 20 Ha
2006	6,7%	26,2%	21,3%	23,6%	13,6%	8,6%
2009	7,0%	25,2%	22,4%	21,5%	14,0%	10,0%
2012	6,8%	25,1%	21,7%	21,2%	13,2%	12,0%
2015	5,7%	27,3%	21,2%	20,2%	14,9%	10,7%
Cambio respecto a 2006	-1,0%	1,2%	-0,1%	-3,4%	1,3%	2,1%

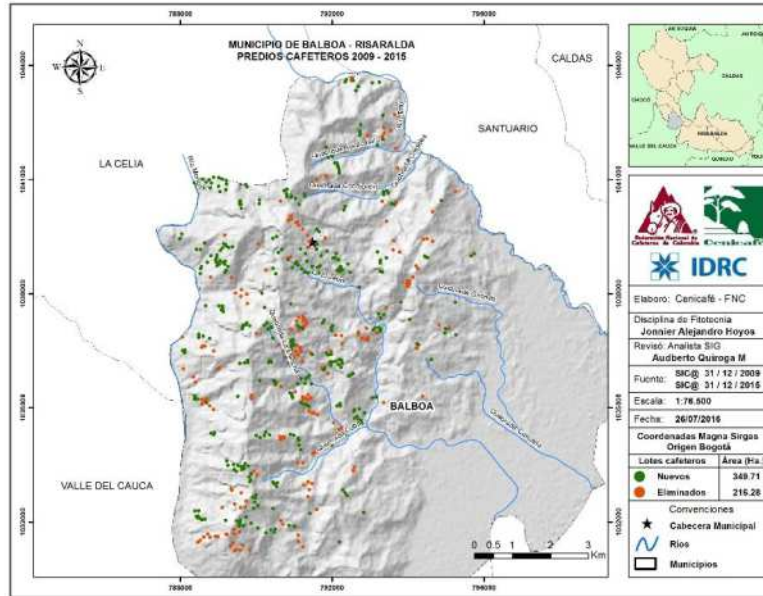


Figura 7. Análisis espacio temporal de las fincas nuevas y las que se eliminan, en el municipio de Balboa (Risaralda)

Al verificar la distribución de las fincas por rango altitudinal, no se observa modificación en la proporción del área cafetera (Tabla 19). Un análisis a la estructura productiva muestra cambios en el manejo y adopción de variedades (Tabla 20, Tabla 21, Tabla 22, Tabla 23); puede observarse entre 2006 y 2015 que la caficultura aumenta su proporción en sistemas a libre exposición solar, la densidad promedio por hectárea se presenta en el rango de 4.300 a 5.500 plantas, con mayor adopción de variedades resistentes, con predominio actual en estructura de edades de la caficultura inferior de 8 años.

Tabla 19. Distribución porcentual del área cafetera, por rango altitudinal (m.s.n.m.) en el municipio de Balboa (Risaralda)

Año	<=1200	>1200; <=1600	>1600
2006	19,6%	73,5%	6,9%
2009	18,7%	74,1%	7,2%
2012	18,3%	75,0%	6,8%
2015	18,1%	75,4%	6,5%
Cambio respecto a 2006	-1,5%	1,9%	-0,4%

Tabla 20. Distribución porcentual del área cafetera, por luminosidad en el municipio de Balboa (Risaralda)

Año	Sol	Semi Sombra	Sombra
2006	60%	32%	9%
2009	65%	28%	7%
2012	76%	20%	4%
2015	83%	15%	2%
Cambio respecto a 2006	24%	-17%	-7%

Tabla 21. Distribución porcentual del área cafetera, por rango de densidad (plantas por hectárea), municipio de Balboa (Risaralda)

Año	<=4300	>4300; <=5500	>5500
2006	37,6%	32,1%	30,3%
2009	32,4%	36,7%	30,8%
2012	18,2%	44,7%	37,1%
2015	11,4%	50,2%	38,4%
Cambio respecto a 2006	-26,2%	18,1%	8,2%

Tabla 22. Distribución porcentual del área cafetera, por tipo de variedad, municipio de Balboa (Risaralda)

Año	Resistente	Susceptible
2006	61,6%	38,4%
2009	68,0%	32,0%
2012	84,9%	15,1%
2015	94,9%	5,1%
Cambio respecto a 2006	33,3%	-33,3%

Si se observan la estaciones climatológicas del municipio y los municipios circunvecinos de Balboa, el análisis del patrón hídrico muestra contraste entre los años, por ejemplo entre 2009 y 2006, ambos con inicio Neutro y finalización EL Niño, el cambio del déficit hídrico anual en la estación de Balboa aumentó en 47% y el exceso hídrico disminuyó en 13%, mientras en la estación de Viterbo en Caldas el déficit hídrico anual aumentó en 10% y el exceso hídrico en 40%; cuando se comparó con 2015 (El Niño) el déficit hídrico anual de la estación de Balboa se incrementó en 100%, mientras los excesos disminuyeron en 35% (Tabla 24).

Tabla 23. Distribución porcentual del área cafetera, por rango de edad (años), municipio de Balboa (Risaralda)

Año	<=2	>2; <=8	>8
2006	17,2%	49,5%	33,3%
2009	23,2%	42,5%	34,3%
2012	30,9%	49,0%	20,2%
2015	16,5%	68,5%	15,0%
Cambio respecto a 2006	-0,7%	19,0%	-18,3%

Tabla 24. Déficit y Excesos hídricos generados para la cosecha de segundo semestre, municipio de Balboa (Risaralda)

Departa- mento	Municipio	Estación	asnm	Déficit 2006	Exceso 2006	Déficit 2009	Exceso 2009	Déficit 2015	Exceso 2015
Risaralda	Balboa	La Tribuna	1580	400	731	614	636	802	476
Caldas	Viterbo	La Esmeralda	1365	790	337	603	763		

4.3 Análisis espacial y temporal de los cambios en el promedio anual de la temperatura media del aire

En las Figura 8 y Figura 9 se observa la representación de los rangos de temperatura media anual para Santuario y Balboa (Figura 8) y Salamina (Figura 9). En las figuras se muestran en colores rojo y naranja zonas con más de 22 °C; en amarillo y verde amarillo, zonas entre 19 y 22 °C y zonas de color azul con menos de 19 °C. En 2006, 2009 y 2012 las condiciones térmicas en los tres municipios muestran, en zonas por debajo de 1300 msnm, temperaturas superiores a 21°C, mientras en franjas entre 1300 y 1800 msnm la temperatura fluctuó entre 20 y 22°C y en zonas por encima de 1800 msnm con temperaturas entre 18 y 19°C. En 2015 en condición EL Niño las franjas altitudinales menores a 1300 msnm presentaron 22°C o más, entre 1300 y 1500 msnm temperaturas promedio entre 21 y 23 °C y zonas con más de 1500 msnm, temperaturas entre 19 y 21 °C.

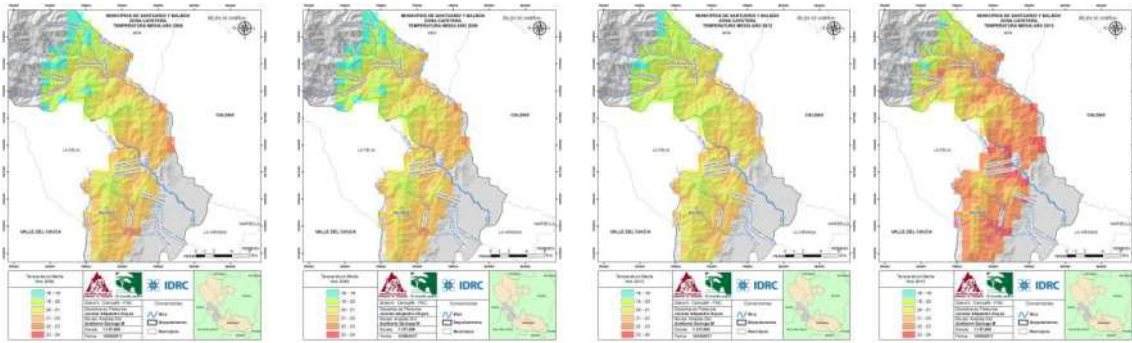


Figura 8. Zonas cafeteras de los municipios de Santuario y Balboa. Dinámica espacio – temporal de la temperatura media anual.

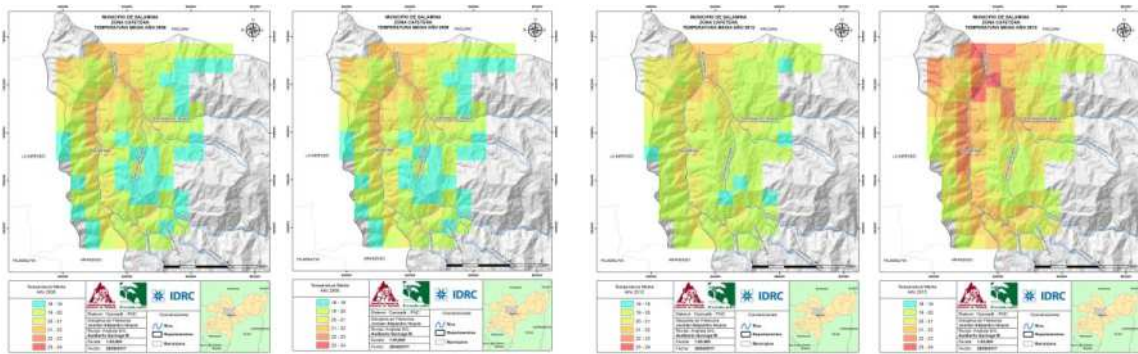


Figura 9. Zona cafetera del municipio de Salamina. Dinámica espacio –temporal de la temperatura media anual.

4.4 Análisis de los acumulados de Exceso y Déficit Hídricos

4.4.1 Análisis de los acumulados de Exceso Hídricos

El análisis del resultado del BH, para los acumulados de exceso hídrico, por rango altitudinal y evento (año), se presenta en la Tabla 25. En ella puede observarse para Balboa, que los eventos no son limitantes por sobreoferta hídrica. Sin embargo, el análisis de los días con IHS menores a 0,5, si muestran una tendencia en 2015 (El Niño) a afectarse por agua, debido posiblemente por mala distribución de la lluvia.

El mismo análisis para Santuario presenta contrastes, con limitaciones por exceso (mayores a 400 mm anuales) en la franja altitudinal entre 1200 y 1600 msnm (Tabla 25), que conforme al análisis de la representación del área cafetera explicado anteriormente, el 75% se encuentra en esta franja, y determinaría éste como un factor de amenaza, en 2012 (Neutro) principalmente. La lluvia, por su distribución, en condición El Niño, afectaría en mayor medida por debajo de 1000 msnm y en la franja entre 1600 y 1800 msnm.

Para Salamina, el exceso hídrico presenta, de manera contrastante, su mayor limitación en eventos de los años 2012 (Neutro) y 2015 (El Niño); en el primero en altitudes inferiores a 1200 msnm y en segundo por encima de 1200 msnm (Tabla 25).

Tabla 25. Acumulados de excesos hídricos anuales, por rango altitudinal y evento ENOS en los municipios cafeteros de Santuario, Balboa y Salamina – Proyecto IDRC

Municipio	Exceso Hídrico - Acumulado Anual (Rango en mm.)		
	Rango Altitudinal (m.s.n.m)	2009	2012
Balboa			
Menor que 1000	Entre 300 y 400	Entre 200 y 300	Entre 200 y 300
Entre 1000 y 1200	Entre 300 y 400	Entre 200 y 300	Entre 200 y 300
Entre 1200 y 1400	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Entre 200 y 300
Entre 1400 y 1600	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Entre 200 y 300
Entre 1600 y 1800	Entre 300 y 400	Entre 200 y 300	Entre 300 y 400
Santuario			
Menor que 1000	Entre 300 y 400	Entre 200 y 300	Entre 200 y 300
Entre 1000 y 1200	Entre 200 y 300	Entre 300 y 400	Entre 200 y 300
Entre 1200 y 1400	Entre 300 y 400	Mayor a 400	Entre 300 y 400
Entre 1400 y 1600	Entre 300 y 400	Mayor a 400	Mayor a 400
Entre 1600 y 1800	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Entre 200 y 300
Mayor a 1800	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Entre 200 y 300
Salamina			
Entre 1000 y 1200	Entre 300 y 400	Mayor a 400	Entre 300 y 400
Entre 1200 y 1400	Entre 300 y 400	Mayor a 400	Mayor a 400
Entre 1400 y 1600	Menor que 100	Menor que 100	Mayor a 400
Entre 1600 y 1800	Menor que 100	Menor que 100	Mayor a 400
Mayor a 1800	Menor que 100	Menor que 100	Mayor a 400

4.4.2 Análisis de los acumulados de Déficit Hídricos

El análisis del resultado del BH, para los acumulados de déficit, por rango altitudinal y años contrastantes, se presenta en la Tabla 26. En ella puede observarse para Balboa, que en el año 2015 (El Niño) es limitante. Son particularmente críticos las Zonas Cafeteras ubicadas por debajo de 1000 msnm y entre 1600 y 1800 msnm en la condición del año 2012 (Neutro) y de manera general en 2015 (EL Niño).

Para Santuario, la condición de déficit, de acuerdo con los acumulados anuales en 2015 (Tabla 26), determina a esta como un factor de amenaza.

Para Salamina, los déficit hídricos se presentan en 2015 (El Niño) en altitudes superiores a 1400 msnm (Tabla 26).

Tabla 26. Acumulado de déficits hídricos anuales, por rango altitudinal y evento ENOS, en los municipios cafeteros de Santuario, Balboa y Salamina – Proyecto IDRC

Municipio	Déficit Hídrico - Acumulado Anual (Rango en mm.)		
	Rango Altitudinal (m.s.n.m)	2009	2012
Balboa			
Menor que 1000	Entre 300 y 400	Mayor a 400	Mayor a 400
Entre 1000 y 1200	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Mayor a 400
Entre 1200 y 1400	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Mayor a 400
Entre 1400 y 1600	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Mayor a 400
Entre 1600 y 1800	Mayor a 400	Mayor a 400	Mayor a 400
Santuario			
Menor que 1000	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Mayor a 400
Entre 1000 y 1200	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Mayor a 400
Entre 1200 y 1400	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Mayor a 400
Entre 1400 y 1600	Entre 300 y 400	Entre 200 y 300	Entre 300 y 400
Entre 1600 y 1800	Entre 300 y 400	Entre 300 y 400	Mayor a 400
Mayor a 1800	Entre 200 y 300	Entre 300 y 400	Mayor a 400
Salamina			
Entre 1000 y 1200	Entre 200 y 300	Entre 200 y 300	Entre 300 y 400
Entre 1200 y 1400	Entre 200 y 300	Entre 200 y 300	Entre 300 y 400
Entre 1400 y 1600	Menor que 100	Menor que 100	Mayor a 400
Entre 1600 y 1800	Menor que 100	Menor que 100	Mayor a 400
Mayor a 1800	Menor que 100	Menor que 100	Mayor a 400

4.4.3 Análisis espacial y temporal de los acumulados anuales de exceso y déficit hídricos y los días con IHS menor a 0,5

En las Figura 10Figura 11Figura 12Figura 13 se muestra la dinámica espacio temporal de los valores acumulados anuales de exceso y déficit y los días con IHS inferior a 0,5. En las figuras se muestran cuatro mapas, los de la parte superior corresponden a los años 2006 y 2009 (Neutro – El Niño) y en la parte inferior los años 2012 (Neutro) y 2015 (El Niño). En las figuras puede observarse, cómo a través de los años, excepto 2015, varias zonas, principalmente en Santuario y Salamina, experimentaron una condición de exceso hídrico, representada en el mapa por los triángulos azules, los cuales contrastan con la generalización del acumulado de déficit del año 2015 (Figura 10Figura 11). Revisando el resultado de los días con IHS <0,5, considerado éste un umbral para el déficit, Figura 12Figura 13, puede validarse en Salamina y Santuario, que entre 2006 y 2012 gran parte del área cafetera fluctuó entre 60 y 120 días, lo cual contrastó en 2015, cuando se superaron 120 días en toda el área cafetera de Balboa y en zonas bajas de los municipios de Santuario y Balboa. Aunque no es posible definir el efecto sobre el cultivo, en las zonas de condiciones identificadas por

vulnerabilidad a mayor temperatura media del aire, que coincidan con los mayores acumulados de déficit hídrico anual, se pueden tener mayores afectaciones por agua. Un análisis del efecto, que pueda tener o el déficit o el exceso por etapa fisiológica, complementará el resultado.

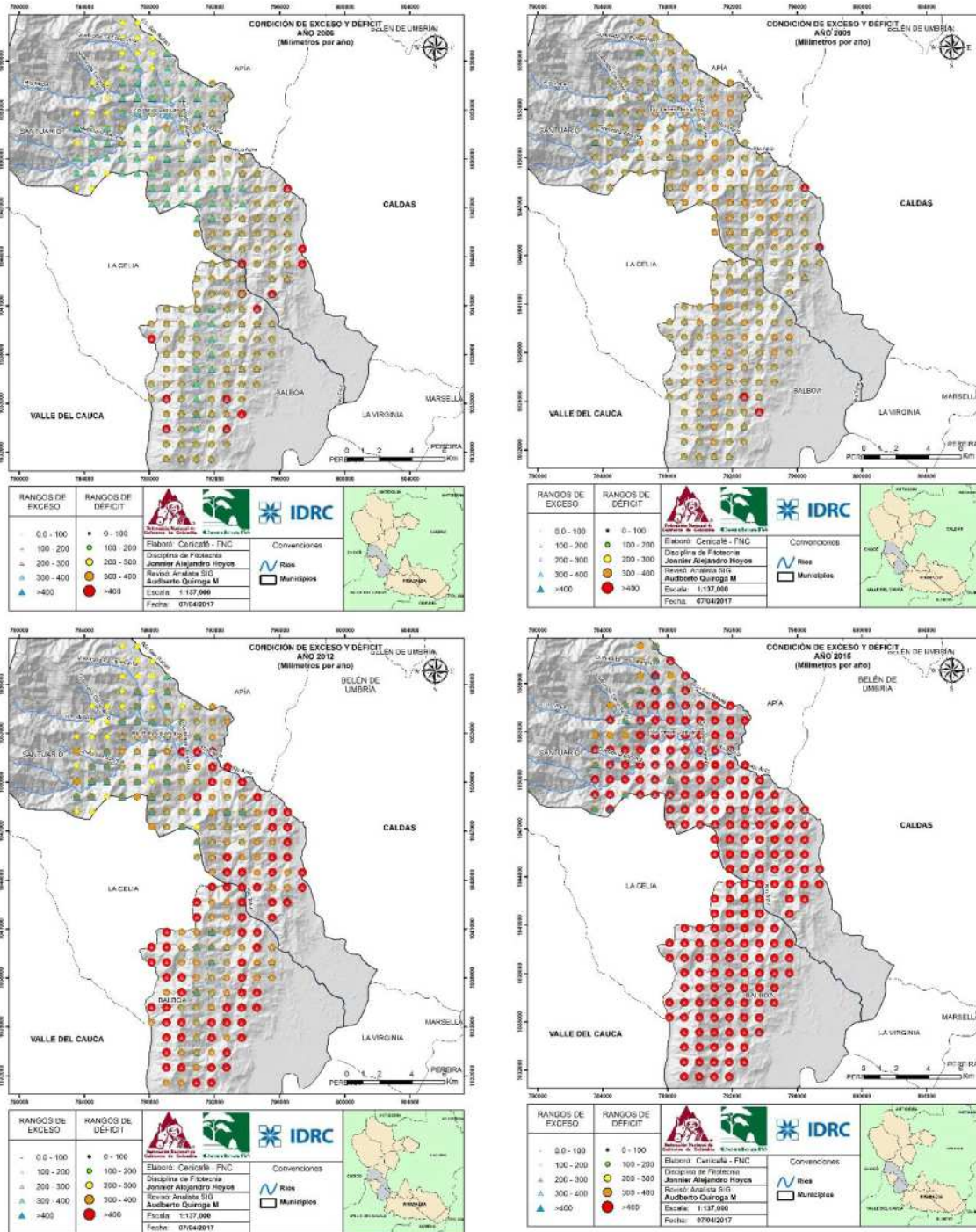


Figura 10. Dinámica espacio-temporal de los acumulados anuales de exceso y déficit hídricos en la Zona Cafetera de los Municipios Santuario y Balboa (Risaralda) – Proyecto IDRC

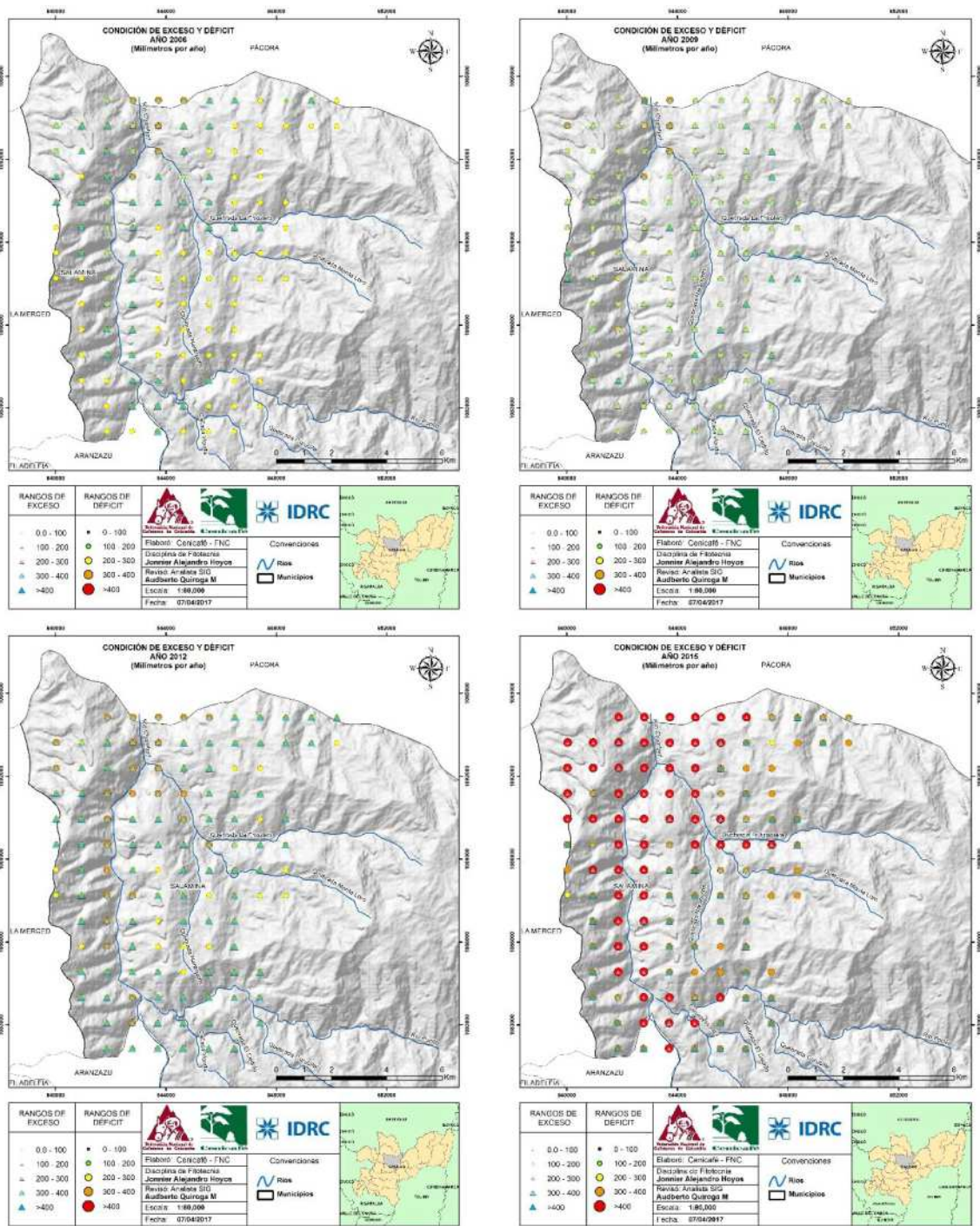


Figura 11. Dinámica espacio-temporal de los acumulados anuales de los excesos y déficit hídricos en la Zona Cafetera del Municipio de Salamina (Caldas) – Proyecto IDRC

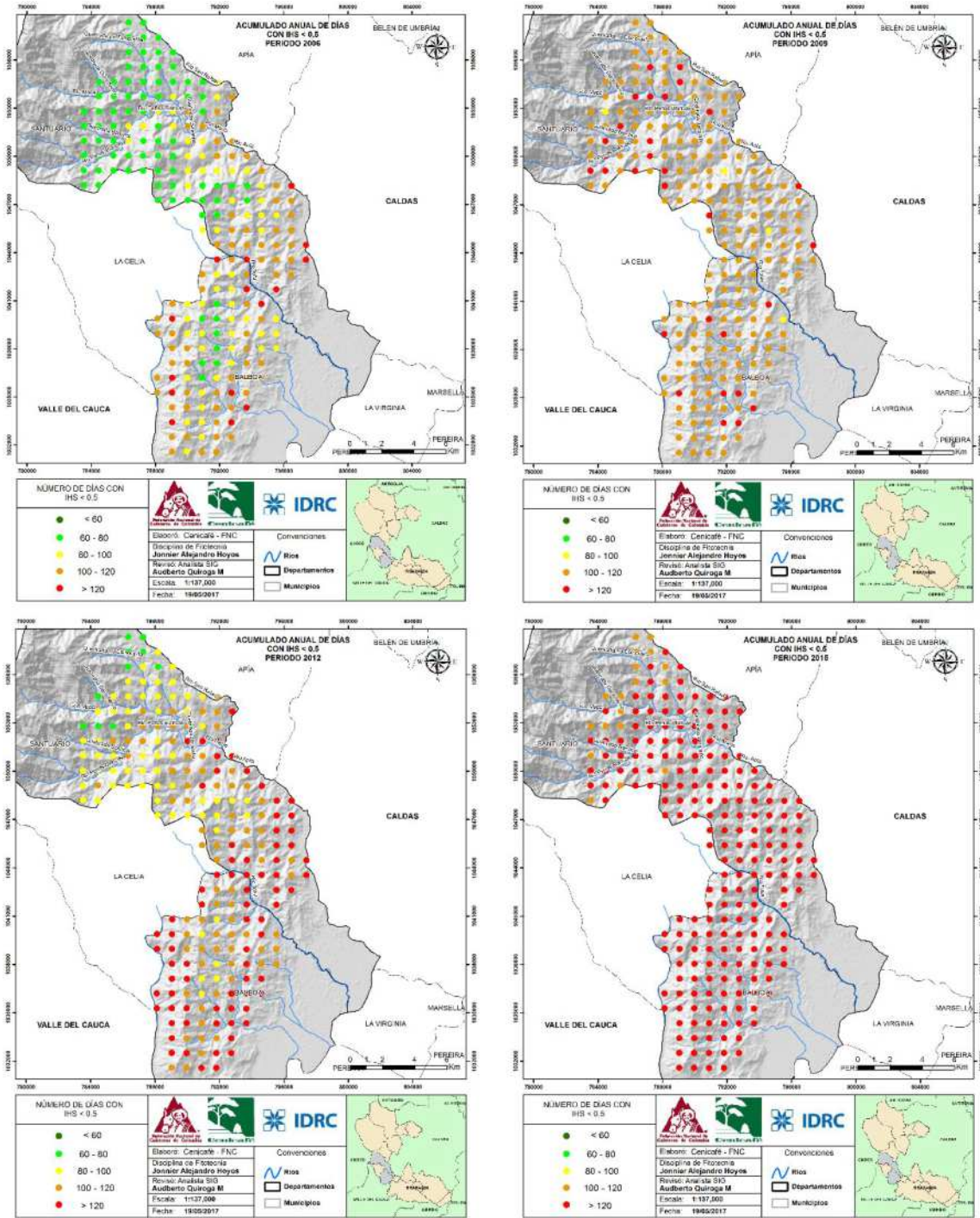


Figura 12. Dinámica espacio-temporal de los días con IHS < 0,5 en la Zona Cafetera de los Municipios Santuario y Balboa (Risaralda) – Proyecto IDRC

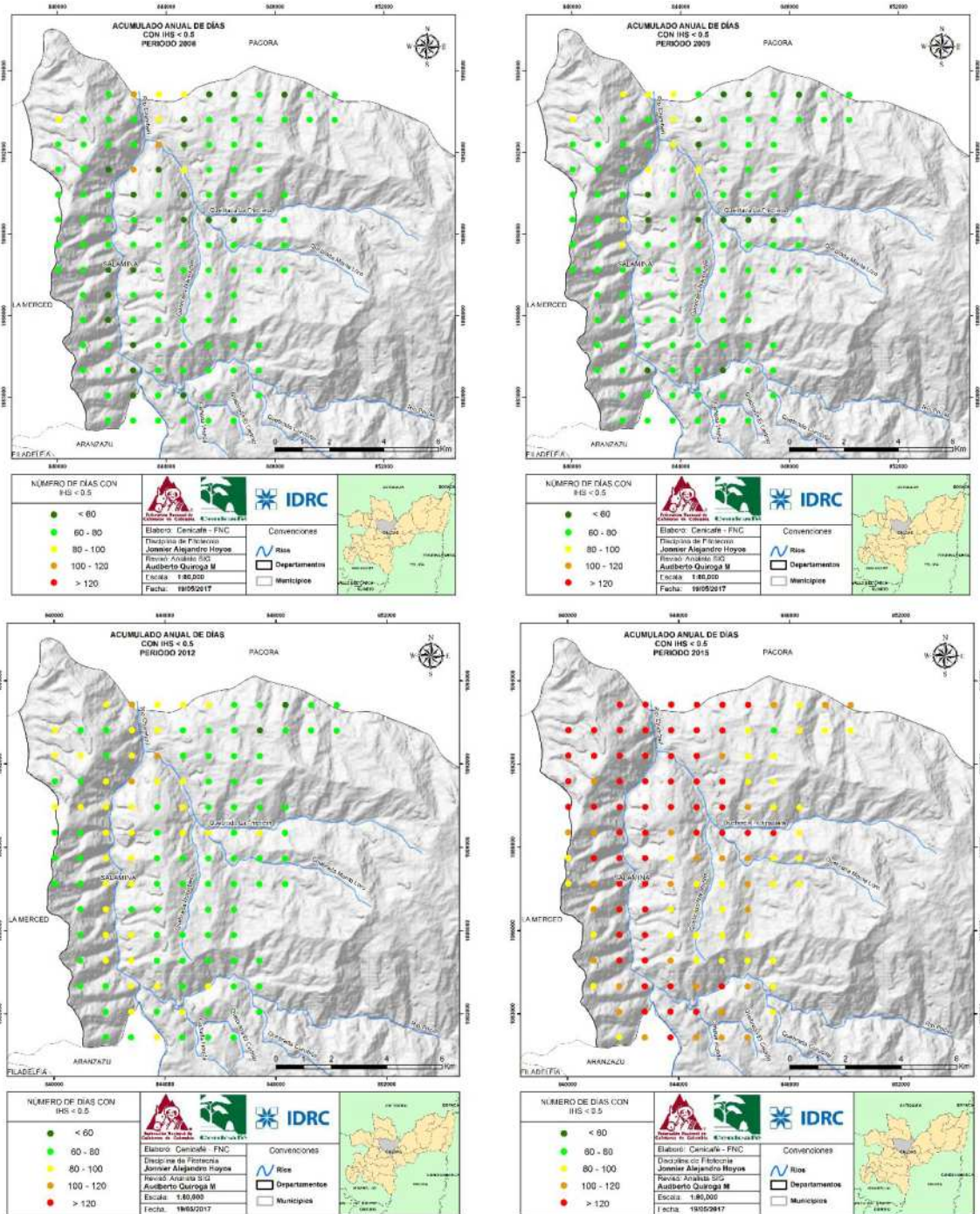


Figura 13. Dinámica espacio-temporal de los días con IHS < 0,5 en la Zona Cafetera del Municipio de Salamina (Caldas) – Proyecto IDRC

4.5 Análisis espacial de los períodos de déficit hídrico por fase fisiológica.

Con la información del balance hídrico se totalizaron las décadas (períodos de diez días) con déficit hídrico por cada fase del período reproductivo (floración y desarrollo del fruto) (Figura 14).

En las Figura 15Figura 16 se observan los valores de las décadas con déficit en la fase de floración para Santuario y Balboa (Figura 15) y Salamina (Figura 16). Al igual que en las figuras que representan los acumulados de déficit y exceso hídricos, de izquierda a derecha se representan los años 2006 y 2009, 2012 y 2015. Se aprecia cómo, para 2006, las condiciones de períodos secos promueven una expresión de floración normal en los tres municipios (color verde en los mapas). La condición de normalidad continúa para 2009 y 2012 en Balboa y Santuario, mientras en Salamina se presentan dos décadas menos secas, que pueden afectar la concentración de floración (color amarillo en el mapa). En 2015 la situación contrasta entre los departamentos de Caldas y Risaralda, en el primero, el municipio de Salamina, continúa presentando dos décadas menos de déficit, mientras en el segundo, Santuario presenta gran parte de su área entre cinco y ocho décadas secas (color naranja) y Balboa registra más de ocho décadas (color rojo), ambas situaciones en Risaralda, aunque pueden promover una mayor concentración de la floración, puede afectar la cosecha del primer semestre, ya que los frutos que se originaron de una floración entre septiembre y octubre del año anterior, se encuentran en la etapa de llenado.

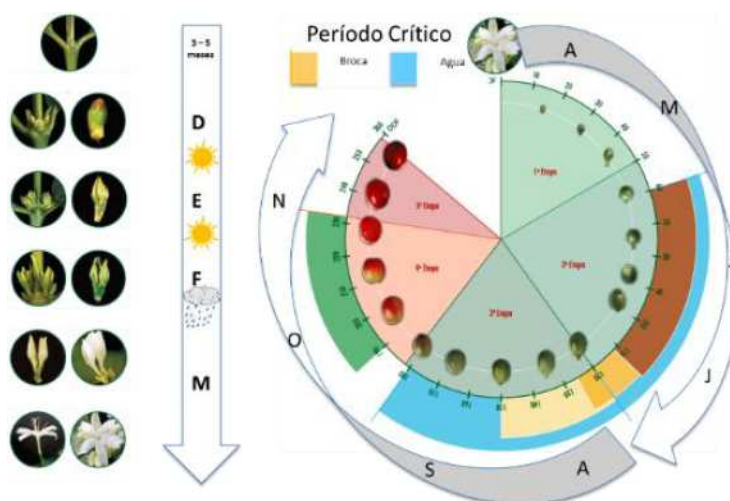


Figura 14. Etapas de desarrollo en fase reproductiva del cultivo de café. En todos los casos para los municipios de Risaralda y Caldas, con cosecha principal en segundo semestre. Dentro de las figuras las letras indican los meses. Para la floración, a la izquierda, desde Diciembre hasta Marzo (cuatro meses) y, para el desarrollo del fruto, a la derecha, desde Abril hasta Noviembre (ocho meses). Adaptada de Flórez et al., 2013.

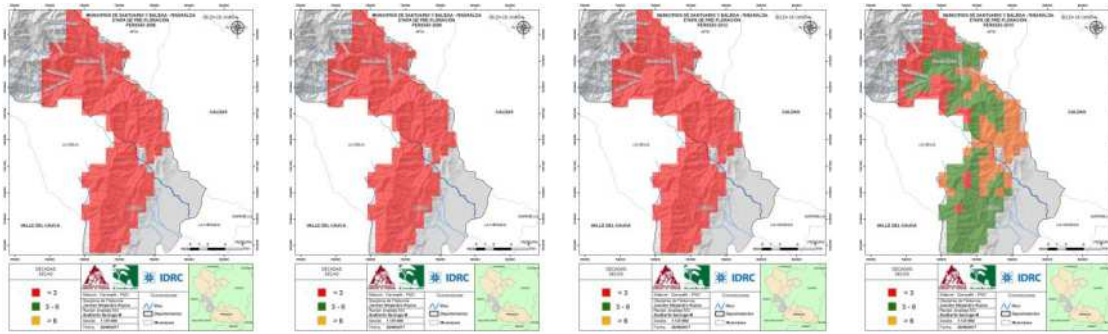


Figura 15. Zonas cafeteras de los municipios de Santuario y Balboa. Dinámica espacio – temporal de las décadas secas durante la floración.

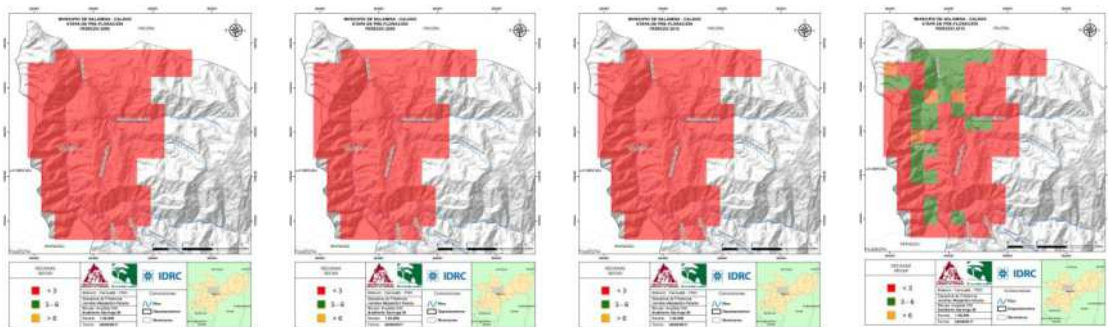


Figura 16. Zonas cafeteras del municipio de Salamina. Dinámica espacio – temporal de las décadas secas durante la floración.

32

En las Figura 17 y Figura 18 se observan los valores acumulados de décadas con de déficit hídrico en la fase de desarrollo de fruto para Santuario y Balboa (Figura 17) y Salamina (Figura 18). En la figura se muestran en colores rojo las zonas con menos de tres décadas de déficit, que si bien no afectan el desarrollo del fruto, no permiten una floración concentrada de traviesa; en verde se representan las zonas con períodos entre tres y seis décadas con déficit, que no afectarían el desarrollo del fruto y si permitirían la expresión normal de la floración de traviesa; en naranja las zonas con más de seis décadas secas que afectarían el llenado del fruto y pueden alterar el desarrollo de una floración de traviesa. En los tres municipios de este estudio, en 2006, 2009 y 2012, prevalecieron condiciones de normalidad para el desarrollo del fruto, aunque pudo haberse limitado la floración de traviesa. En 2015, la situación es contrastante y pudo afectar tanto el desarrollo del fruto como las fases vegetativas, en parte de la caficultura en Zonas de ambas vertientes del Río Totuí entre Balboa y Santuario y en la parte baja de la cuenca del Río Chamberí en Salamina.

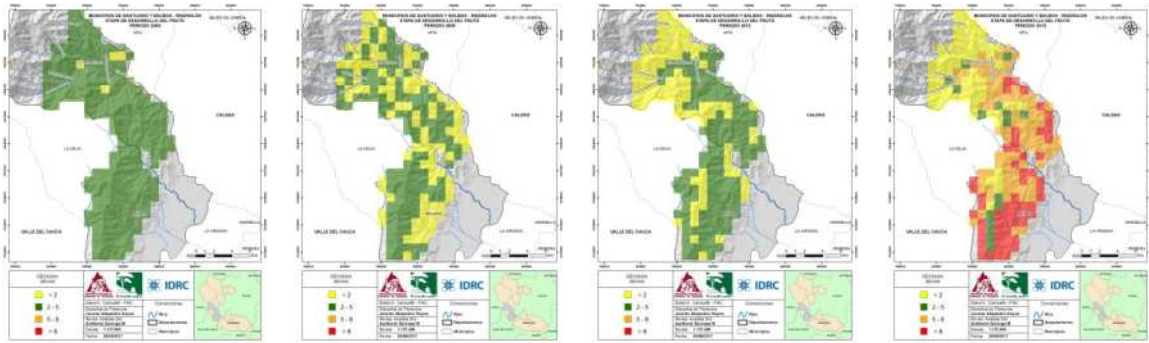


Figura 17. Zonas cafeteras de los municipios de Santuario y Balboa. Dinámica espacio – temporal de las décadas secas durante el desarrollo del fruto

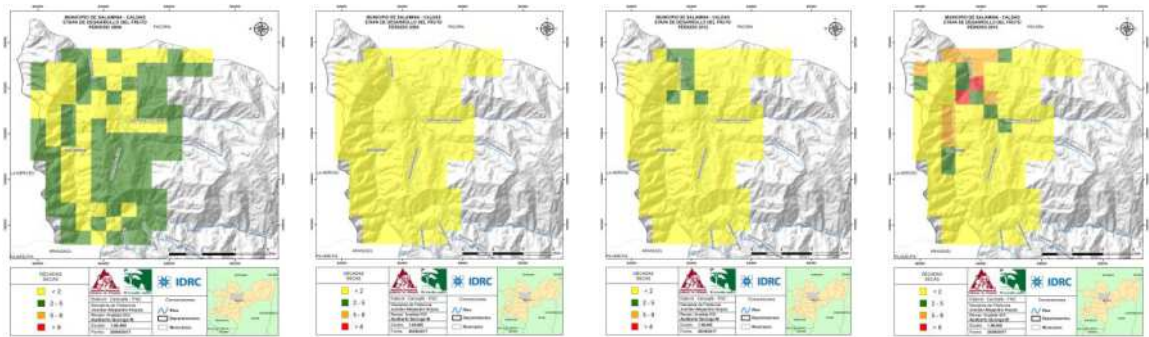


Figura 18. Zona cafetera del municipio de Salamina. Dinámica espacio – temporal de las décadas secas durante el desarrollo del fruto

4.6 Anomalías en la precipitación entre el año 2012 y 2015.

La información de la precipitación anual se analizó entre los años de estudio, se asumió como Normal el 2012 y como El Niño el año 2015.

La Tabla 27 muestra cómo, en la medida que varían las condiciones altitudinales por municipio, se afecta de manera diferencial la oferta de la precipitación anual acumulada entre 2012 y 2015. En la tabla el signo negativo indica la cantidad, en milímetros de lluvia, que precipitó de menos en 2015, respecto de 2012. Para el municipio de Balboa, representó pasar de una oferta de 1900 mm a 1430, en Santuario de 2090 mm a 1740 mm y, en Salamina de 2.200 mm a 1.920 mm. Esta condición se observa más definida, es decir con mayor variación en la oferta 2015, en los rangos altitudinales entre 1000 y 1600 m.s.n.m. Lo anterior corrobora la condición de vulnerabilidad al déficit hídrico, principalmente en el municipio de Balboa.

Tabla 27. Variación de la precipitación anual acumulada entre 2012 y 2015, por Municipio

Rango altitudinal (m.s.n.m.)	Variación de la precipitación anual acumulada (mm)		
	Balboa	Santuario	Salamina
<1000	-417		
1000 <1200	-491	-497	-498
1200 <1400	-527	-521	-511
1400 <1600	-505	-492	-422
1600 <1800	-405	-352	-280
1800 <2000		-176	-87
mayor a 2000		-25	56

4.7 Anomalías en la temperatura media del aire, entre el año 2012 y 2015

Al igual que en la precipitación se analizó el diferencial de la oferta térmica entre 2012 y 2015. En la tabla se muestra la variación por altitud en cada municipio de estudio. Los valores positivos corresponden al valor, en °C, de incremento de este elemento en 2015 respecto a 2012.

34

La temperatura entre el año 2015 y el año 2012, mostró para Santuario y Balboa, en zonas por debajo de 1200 msnm, variaciones superiores a 1,75°C, entre 1200 y 1600 msnm fluctuó entre 1,3 y 1,6 °C, mientras por encima de 1600 msnm fue inferior a 1,1 °C. En Salamina, la variación fue superior a 1,8°C, entre 1,32 y 1,63°C y menor de 1°C para los rangos menor de 1200 msnm, entre 1200 y 1600 msnm y mayor de 1600 msnm, respectivamente.

Del análisis, como se muestra en la Tabla 28, se puede concluir que entre los rangos altitudinales entre 1.000 y 1.400 m.s.n.m., se encuentran las mayores variaciones, superiores a 1,6°C entre los años comparados. Lo anterior implica pasar, en ese rango altitudinal, de 21,2 °C a 23,0°C, en Balboa y de 21,0 °C a 22,7°C en Santuario y Salamina, entre 2012 y 2015, respectivamente. Como se mencionó en los antecedentes, se estiman cambios en temperatura, proyectados a 2030 y 2050, en los municipios de este estudio, de 1,0 °C y 1,7 °C, respectivamente, y como puede observarse, en condiciones de variabilidad climática interanual, estos valores son similares a la proyección de 2050.

Tabla 28. Variación del promedio anual de la temperatura media del aire (°C) entre 2012 y 2015, por Municipio

Rango de altitud (m.s.n.m.)	Variación del promedio anual de la temperatura media del aire (°C)		
	Balboa	Santuario	Salamina
<1000	1,9		
1000 <1200	1,8	1,8	1,8
1200 <1400	1,6	1,6	1,6
1400 <1600	1,3	1,4	1,3
1600 <1800	1,1	1,1	1,1
1800 <2000		0,8	0,8
mayor a 2000		0,5	0,5

5 Conclusiones

- Se determinaron cambios temporales y espaciales en las estructuras productivas de las áreas cafeteras de los municipios. Se concluyó que, Salamina y Santuario disminuyeron su área cafetera entre 2009 y 2015 en 20% y 10%, respectivamente, mientras Balboa la incrementó en 14,3%.
- La forma de presentar los resultados en las tablas y mapas, con colores que indican la posibilidad de afectación, no tiene implícito el análisis de valores de referencia sobre los cuales el cultivo se afecta. Es un valor asociado a la discretización por rangos, asumiendo una escala arbitraria, en la que los colores, tipo semáforo advierten de una posible influencia.
- Los factores de amenaza corresponden a: En Santuario en condición de exceso, en Neutro (2012), en Balboa en condición de déficit, en El Niño (2015), y en Salamina no es tan claro, aunque por déficit en El Niño (2015) se muestra más limitación.
- En el análisis se muestra como, en el comportamiento de la temperatura media, el municipio de Balboa presenta mayor vulnerabilidad. En todos los municipios de este estudio la mayor vulnerabilidad se presente en áreas de su caficultura por debajo de 1400 msnm, en las cuales el incremento en temperatura promedio, entre un año Neutro y un año El Niño, es de 1,8 °C o más.
- De acuerdo con el patrón anual de la lluvia, la mayor vulnerabilidad se observa, al igual que con la temperatura media, en el municipio de Balboa. Sin embargo, en todos los municipios, la caficultura entre 1000 y 1600 msnm presenta variaciones, entre un año Neutro y El Niño de 500 milímetros que, por su distribución, generan períodos secos acentuados con posibilidad de afectación del cultivo.
- En cuanto al número de días con déficit hídrico, zonas de los tres municipios por debajo de 1400 msnm presentan regularmente más de 200 días con esta condición. Cuando se presenta un año El Niño, como el 2015, estos días con déficit se incrementan en 80 días, lo cual afecta el cultivo.
- El análisis realizado del comportamiento interanual de los índices térmicos e hídricos, asociados a las etapas fisiológicas reproductivas del cultivo de café, no permite definir a la condición biofísica (clima y suelo) como una causa de la dinámica de cambio, en área y cultivos de café, en los municipios en el período de estudio.

- Existen situaciones relevantes en el período analizado como el predominio de eventos con mayor oferta hídrica entre 2006 y 2013 que favoreció zonas normalmente secas, en las cuales se promovió la siembra, como el caso de Balboa (Mapas de los años 2006 y 2009).
- En el caso de Salamina, sobretodo la Zona Cafetera influenciada por la cuenca del Río Chamberí, típicamente con suelos susceptibles a erosión, cañones profundos, mucho más secos y con menor oferta hídrica, deben tener sistemas agroforestales con café; actualmente predominan sistemas a libre exposición.

6 Bibliografía

Flórez, C., Ibarra, L., Gómez, L., Carmona, C., Castaño, A., y Ortiz A., 2013. «Estructura y funcionamiento de la planta de café». En Manual del cafetero colombiano. Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura, FNC-Cenicafé., I:121-68. Chinchiná, Caldas.

García, J., 2013. Dominio de recomendación y representatividad de las estaciones experimentales del centro nacional de investigaciones de café Cenicafe. Manizales: Universidad de Caldas. Facultad de ciencias agropecuarias. 183 p

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELERÍA. 2015. Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional – Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático

IPCC, 2007. «Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático». editado por IPCC, 104. Ginebra, Suiza: (Equipo de redacción principal); Pachauri, R y Reisinger, A (directores de la publicación).

Jaramillo, A. y Arcila, J., 2009a. Variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de El Niño y su efecto en la caficultura. Avances Técnicos Cenicafe, 390: 1-8.

38

Jaramillo, A. y Arcila, J., 2009b. Variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de La Niña y su efecto en la caficultura. Avances Técnicos Cenicafe, 389: 1-8.

Jaramillo, A, y Gómez, O., 2002. Desarrollo de una aplicación de cómputo para el cálculo de balance hídrico en cafetales. Chinchiná, Caldas: Cenicafe.

Ramírez, V. y Jaramillo, A., 2009. Relación entre el índice oceánico del Niño y la lluvia, en la Región Andina Central de Colombia. Revista Cenicafe, 60(2): 161-172