



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

**CARACTERÍSTICAS Y TENDENCIAS A LARGO PLAZO
DE LAS OLAS DE CALOR Y DE FRÍO EN COLOMBIA**

Contrato 223-2012

Contratista: Gonzalo Hurtado M.

RESUMEN

Se estudió la tendencia de las oleadas de calor y frío para las diferentes regiones hidroclimáticas del país, como una evidencia adicional de los efectos del cambio climático. El estudio se basa en el análisis de las series históricas de temperaturas máximas y mínimas diarias, para alrededor de 33 estaciones de la red meteorológica de referencia. Al efecto se calcularon año a año, el total de las rachas de 1, 2, 3, 4 y 5 días consecutivos con temperaturas máximas por encima de ciertos valores críticos para cada estación (para el caso de olas de calor), o por el contrario, con temperaturas mínimas por debajo de los valores críticos. En el trabajo se concluye que en el caso de las olas de calor, la tendencia general es al aumento de las rachas de días consecutivos con temperaturas altas, así como el aumento del número total de días al año, con altas temperaturas. En el caso de las olas de frío y número de días fríos, los resultados son más variables. La tendencia general es a la disminución en la mayor parte de la región Caribe y norte y centro de la región Andina. Sin embargo, la situación no es tan clara en el oriente y sur del país.

TENDENCIAS A LARGO PLAZO DE LAS OLAS DE CALOR Y DE FRÍO

CONCEPTOS GENERALES

Para el caso del presente trabajo, se define una ola de calor o de frío, como la secuencia o racha de varios días consecutivos en los cuales se han mantenido temperaturas máximas o mínimas por encima o por debajo de ciertos límites críticos, determinados como los valores correspondientes al tercil inferior o superior de la serie histórica.

El indicador que se toma para efectos del presente trabajo, consistió en calcular el número total de rachas de 1, 2, 3, 4 y 5 días consecutivos, para cada uno de los años de la serie histórica. De esta manera se construyeron series históricas de las rachas de 1 a 5 ó más días. Esta serie histórica se grafica y se encuentra la tendencia por la recta de mejor ajuste.

INFORMACIÓN UTILIZADA

Se utilizó información de estaciones representativas de las diferentes regiones hidroclimáticas del país. Sin embargo, el número de estaciones estudiadas fue limitado, debido a las exigencias de calidad y continuidad de la información. En algunas regiones que así lo han permitido, se han considerado varias estaciones para ilustrar de una forma más detallada, su tendencia. Es el caso del litoral Caribe, la Sabana de Bogotá, la región Pacífica, la montaña nariñense, el medio Cauca, al alto Magdalena y el archipiélago de San Andrés. Por el contrario, en otras regiones, la información es escasa y la tendencia descrita es apenas una primera aproximación. Es el caso de Tumaco, el alto Patía, y el bajo Magdalena. Finalmente en la Amazonia central, no se logró ubicar una estación con las condiciones requeridas para realizar los cálculos. Aún con las limitantes citadas, puede afirmarse que los resultados presentados son altamente confiables y representativos del comportamiento de la tendencia de las temperaturas extremas en la mayor parte del país.

METODOLOGÍA

Los cálculos se realizaron a partir de las series de temperaturas máximas y mínimas diarias. Para el efecto se implementó un programa en lenguaje Delphi, el cual calcula las rachas de 1, 2, 3, 4 y 5 ó más días consecutivos con temperaturas por encima o por debajo de un nivel crítico de temperatura, definido para cada estación.

El programa opera en la siguiente forma (Fig. 1): Se importa el archivo de entrada, el cual contiene las temperaturas máximas o mínimas diarias para toda la serie histórica de la estación. Una vez importado el archivo de entrada, el programa interroga acerca de las temperaturas críticas correspondientes a cada estación y luego ofrece la posibilidad de calcular las rachas por encima ("Temperatura máxima"), o por debajo ("Temperatura mínima") de las respectivas temperaturas críticas. Estas temperaturas críticas deben

ser calculadas previamente en una hoja de cálculo y corresponden simplemente a los valores correspondientes a los terciles inferiores o superiores de la serie histórica de temperatura máxima o mínima.

El programa crea dos archivos de salida (Fig.2), ambos en Excel: el primero contiene el número de rachas de 1, 2, 3, 4 ó 5 o más días con temperaturas por encima o por debajo de las críticas, mes a mes, año a año y las sumas anuales. El segundo contiene la relación de los valores de temperatura en los días correspondientes de cada racha.

El indicador que finalmente se tomó para efectos del presente trabajo, consistió en sumar cada una de las rachas a nivel anual. De esta manera se construyeron series históricas de las rachas de 1 a 5 ó más días. En la base de datos aparecen calculadas todas las rachas, pero en el presente documento solo se han ilustrado las rachas de 5 ó más días y el total de días anuales con valores superiores o inferiores a la temperatura crítica de cada estación.

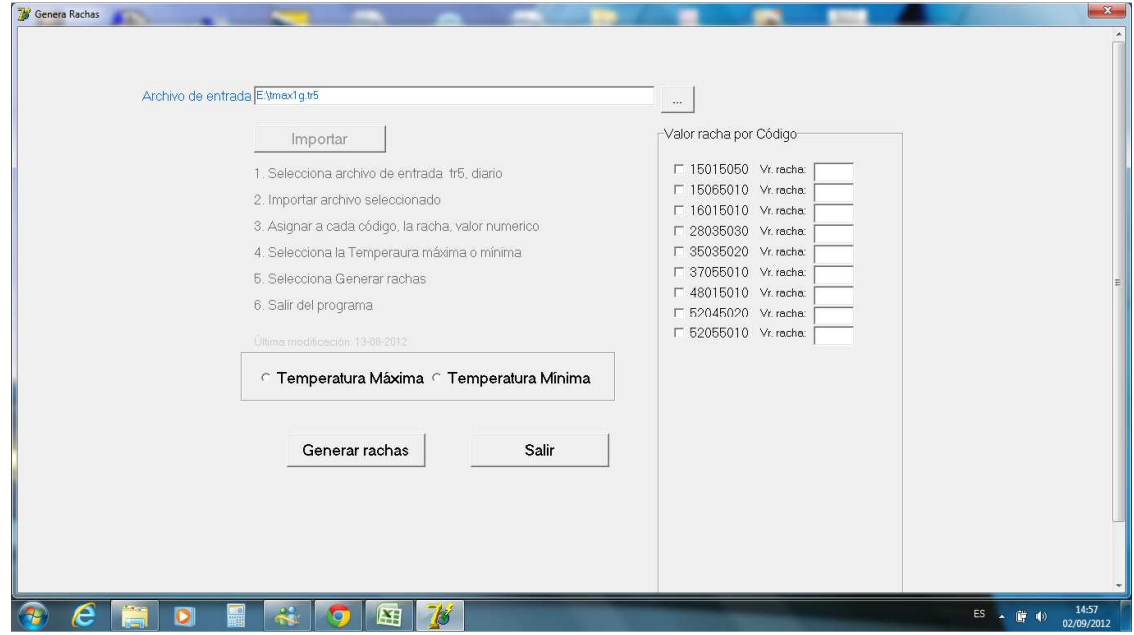


Fig. 1. Presentación del programa RACHAS, para cálculo de olas de calor o de frío

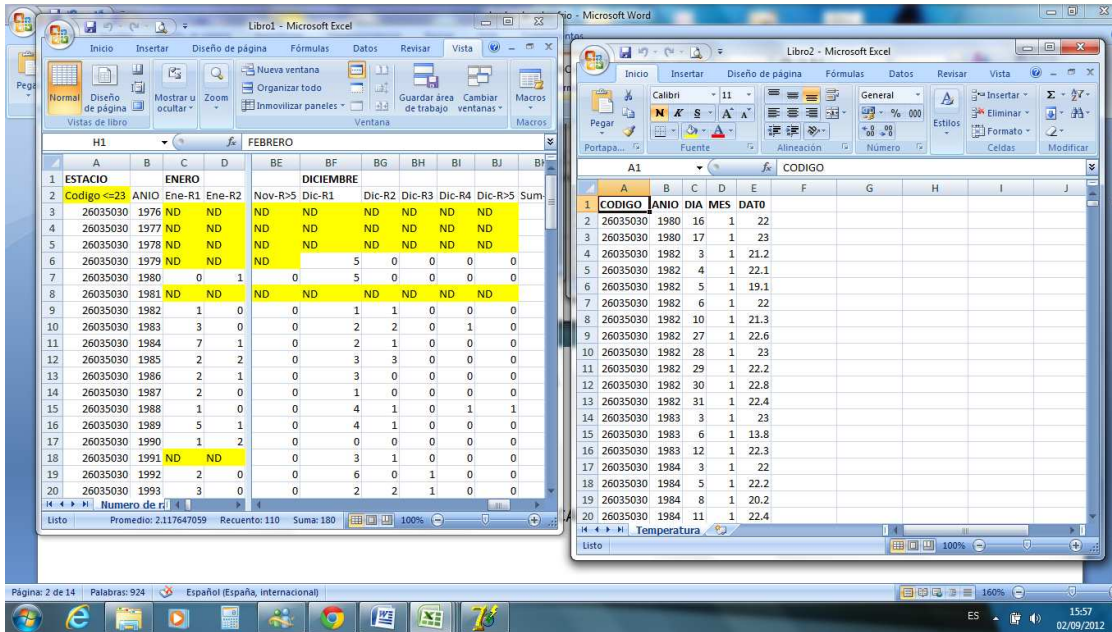


Fig. 2. Archivos de salida del programa RACHAS

La determinación gráfica de las tendencias aparece en las figuras 3 a 48. Las figuras 3 a 25, corresponden a las olas de calor (rachas y número de días con temperaturas por encima del nivel crítico). Las figuras 26 a 48, corresponden a las olas de frío (rachas y número de días con temperaturas por debajo del nivel crítico)

CONCLUSIONES

En el cuadro 1, se resumen los resultados obtenidos para cada subregión hidroclimática, con base en el comportamiento de estaciones representativas. En el cuadro aparecen las tendencias para días calientes y días fríos. Los indicadores que representan a cada columna corresponden a las rachas con 5 o más días con temperaturas cálidas o frías y el total de días cálidos o días fríos, durante el año. A partir del cuadro, se extraen las siguientes conclusiones:

En el caso de días calientes, la tendencia general es al aumento. Se aprecia un aumento de las rachas de días consecutivos con temperaturas altas, así como el aumento del número total de días al año, con altas temperaturas. En algunas regiones sin embargo, se observan desviaciones a esta tendencia general: en la alta Guajira, las rachas de 5 ó más días registra una ligera tendencia a la disminución. Sin embargo, el número total de días calientes, se conserva estable. Igual tendencia a la disminución de días cálidos se registra en sectores del sur del país, como el alto Magdalena a la altura de Neiva; sin embargo otros puntos tomados de la misma región, se ajustan a las condiciones predominantes de aumento de días calientes. En Bogotá, de acuerdo con la información del aeropuerto, no se aprecia una tendencia apreciable, en cambio la estación Tibaitatá, ubicada en la misma zona geográfica y con una buena confiabilidad, muestra la tendencia predominante hacia el aumento tanto de rachas, como del total de días calientes.

En el caso de días fríos, los resultados son más variables. La tendencia general es a la disminución en la mayor parte de la región Caribe y norte y centro de la región Andina. Se aprecia disminución de las rachas de días consecutivos con bajas temperaturas, así como disminución del número total de días con bajas temperaturas, es decir, estos dos indicadores son consistentes con el aparente calentamiento de la atmósfera durante los últimos decenios. Sin embargo, la situación no es tan clara en el oriente y sur del país en donde se aprecian desviaciones a este comportamiento. En la cuenca del Sinú, los días fríos aparentemente aumentan. Este resultado sin embargo, debe verificarse en el futuro, dado que por el momento, la estación tiene una serie relativamente corta. Igual situación e igual explicación se puede

considerar en el caso de Buenaventura en la cual aumentarían los días fríos. Al sur del país, la situación de aumento de días y rachas frías, parece estar mejor sustentada, dado que varias estaciones de alta confiabilidad localizadas en Nariño y piedemonte amazónico, coinciden en el resultado. La tendencia al aumento también se registra en sectores de la Orinoquia, en la cual estaciones de buena calidad como Gaviotas y Puerto Carreño, coinciden en detectar una posible tendencia al aumento de los días fríos.

REGIÓN	ESTACIÓN REPRESENTATIVA	OLAS DE CALOR		OLAS DE FRÍO	
		TENDENCIA RACHAS 5 O MÁS DÍAS CALIENTES	TENDENCIA NO.TOTAL DÍAS CALIENTES	TENDENCIA RACHAS 5 O MÁS DÍAS FRÍOS	TENDENCIA NO.TOTAL DÍAS FRÍOS
ALTA GUAJIRA	APTO RIOHACHA	Disminuye	Estable	Disminuye	Disminuye
CUENCA CESAR	APTO VALLEDUPAR	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
LITORAL CENTRAL CARIBE	APTO STA MARTA	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
	APTO BARRANQUILLA	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
	APTO CARTAGENA	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
BAJO MAGDALENA	PRADO SEVILLA	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
SINÚ, SAN JORGE, BAJO NECHÍ	APTO MONTERÍA	Aumenta	Aumenta	Aumenta	Aumenta
PACÍFICO NORTE Y CENTRAL	APTO QUIBDÓ	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
	APTO B/TURA			Estable	Aumenta
PACÍFICO SUR	EL MIRA-TUMACO	Disminuye	Disminuye	Disminuye	Disminuye
MONTAÑA NARIÑENSE	APTO PASTO	Aumenta	Aumenta	Aumenta	Aumenta
	APTO IPIALES	Aumenta	Aumenta	Aumenta	Estable
ALTO CAUCA	APTO PALMIRA	Aumenta	Aumenta	Estable	Estable
MEDIO CAUCA	APTO MEDELLÍN	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
	APTO ARMENIA	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
	APTO PEREIRA	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
ALTO MAGDALENA	APTO NEIVA	Disminuye	Estable	Aumenta	Estable
	APTO IBAGUÉ	Aumenta	Aumenta	Aumenta	Aumenta
	APTO POPAYÁN	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
MEDIO MAGDALENA	APTO BARRANCA	Aumenta	Estable	Estable	Disminuye
SABANA DE BOGOTÁ	APTO BOGOTÁ	Estable	Estable	Disminuye	Disminuye
	TIBAITATÁ-MOSQ.	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
CUENCA SOGAMOSO	APTO BUCARAMANGA	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
CATATUMBO	APTO CÚCUTA	Aumenta	Aumenta	Estable	Disminuye
CUENCAS ARAUCA Y META	APTO ARAUCA	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
PIEDEMONTE LLANERO	APTO VILLAVICENCIO	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
ORINOQUIA ORIENTAL	APTO PTO CARREÑO	Aumenta	Aumenta	Aumenta	Estable
ORINOQUIA CENTRAL	GAVIOTAS	Estable	Aumenta	Aumenta	Aumenta
SURORIENTE AMAZÓNICO	APTO LETICIA	Aumenta	Aumenta	Disminuye	Disminuye
AMAZONIA CENTRAL					
PIEDEMONTE AMAZÓNICO	APTO FLORENCIA	Estable	Aumenta	Aumenta	Aumenta
ALTO PATÍA	LA FONDA	Estable	Aumenta	Aumenta	Estable
SAN ANDRÉS Y PROV.	APTO SAN ANDRÉS	Estable	Aumenta	Aumenta	Aumenta
	APTO PROVIDENCIA	Aumenta	Aumenta	Aumenta	Aumenta

Cuadro 1. Resumen de tendencias de olas de calor y frío por subregiones

TENDENCIAS A LARGO PLAZO DE LAS OLAS DE CALOR

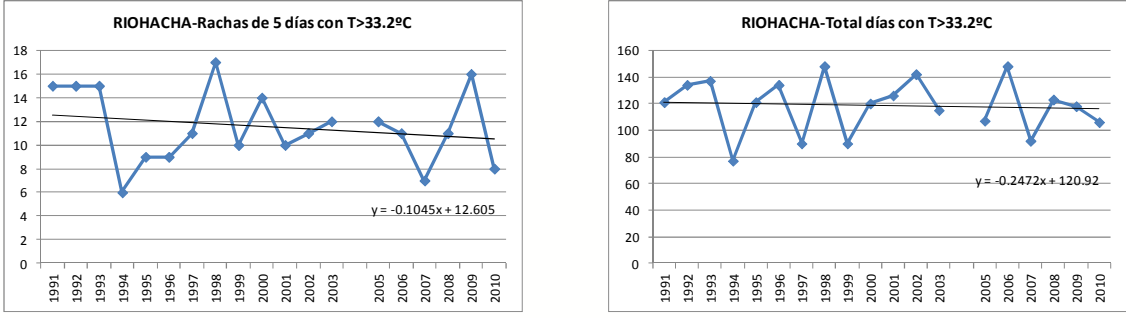


Fig. 3- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en la Alta Guajira

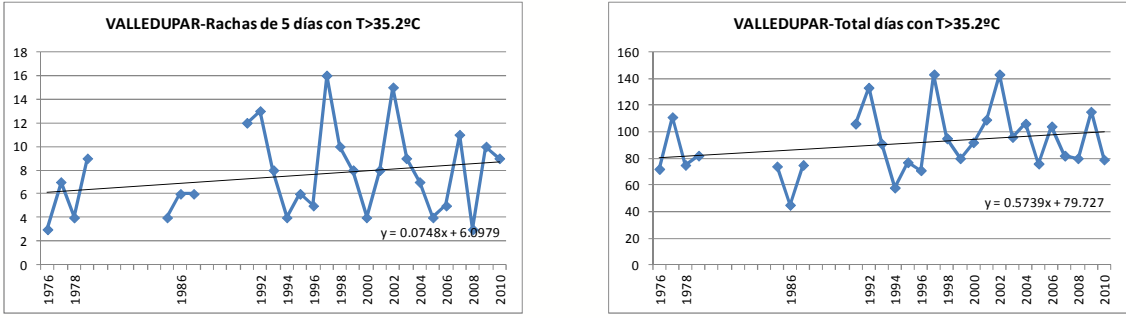
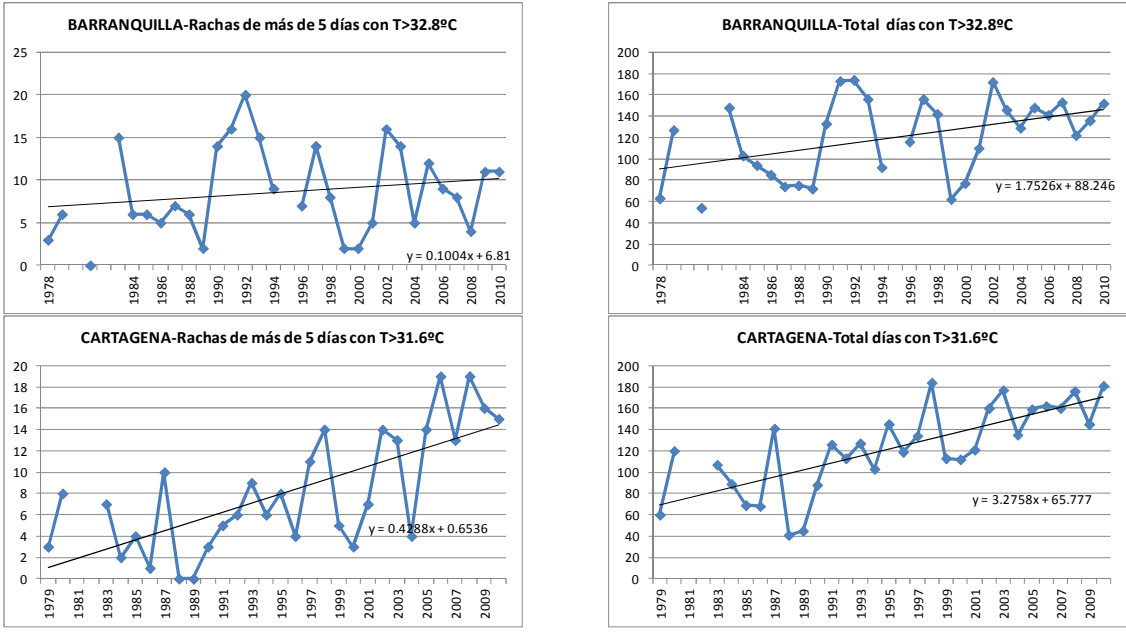


Fig. 4- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en la Cuenca Cesar



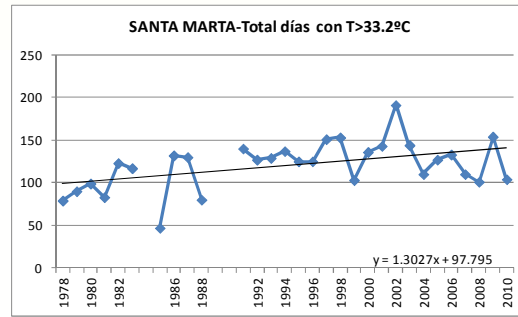
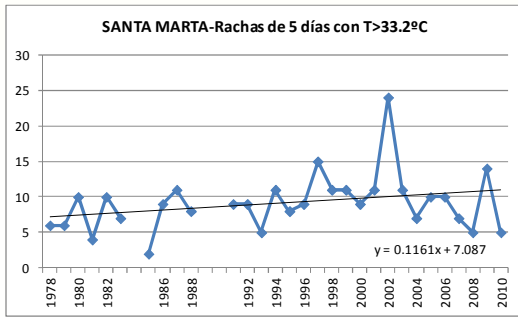


Fig. 5- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el litoral central Caribe

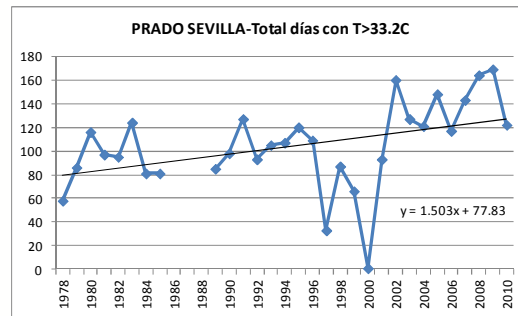
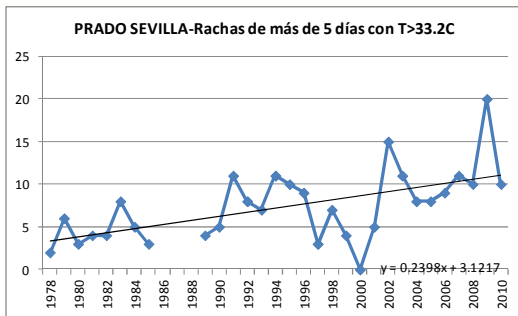


Fig. 6- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el bajo Magdalena

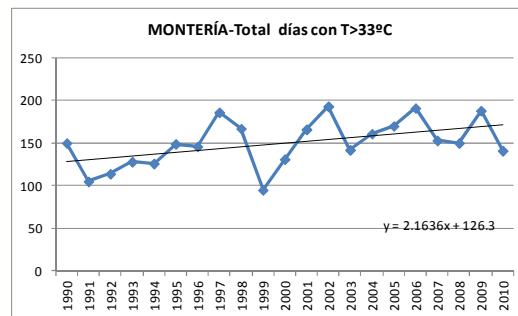
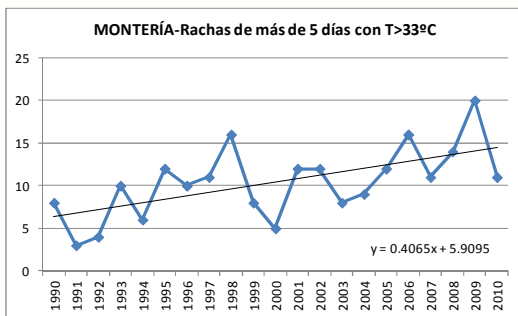


Fig. 7- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en las cuencas Sinú, San Jorge

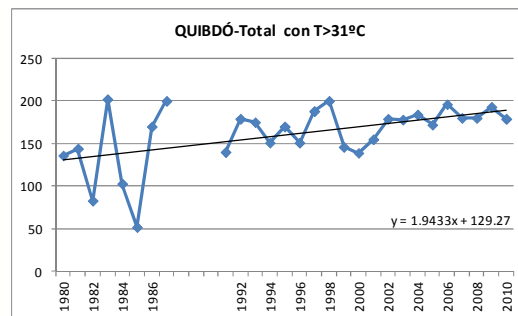
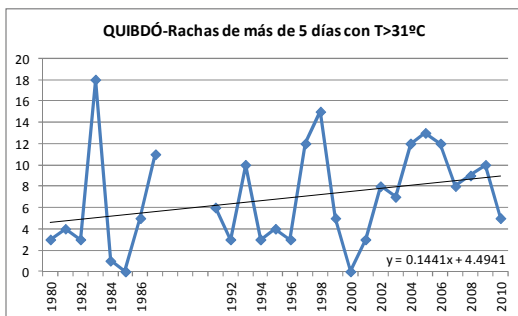


Fig. 8- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el Pacífico norte y central

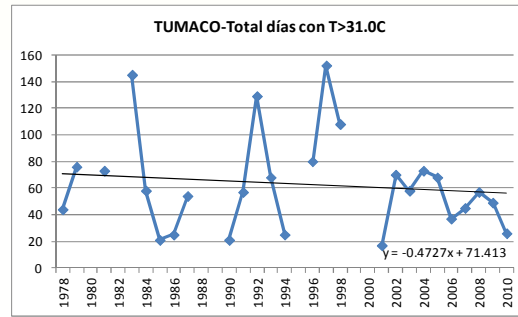
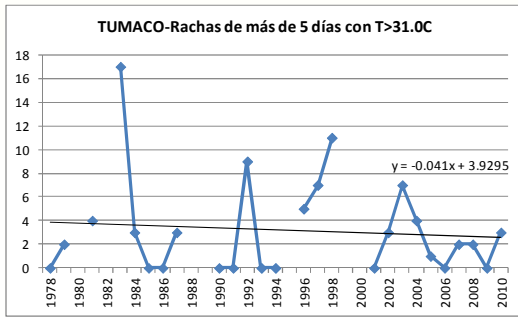


Fig. 9- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el Pacífico Sur

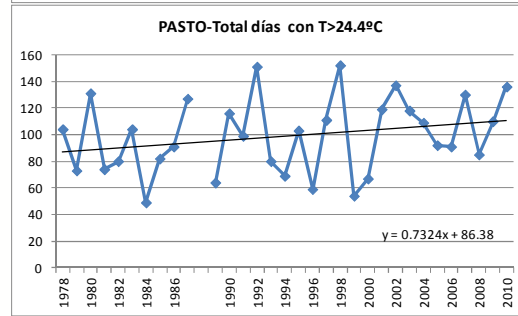
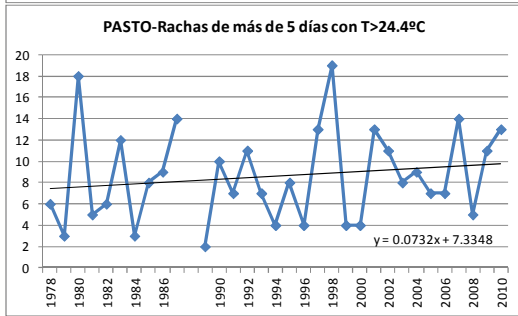
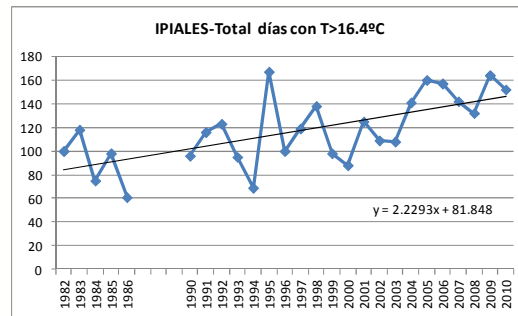
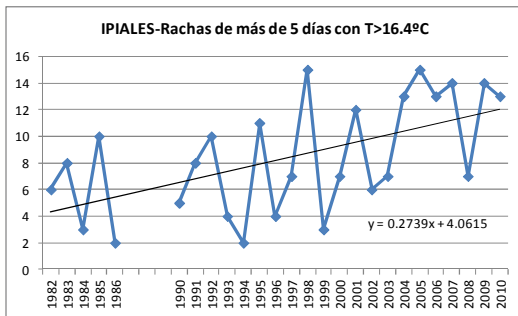


Fig. 10- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en la montaña nariñense

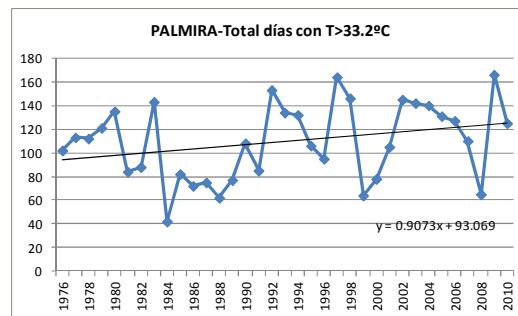
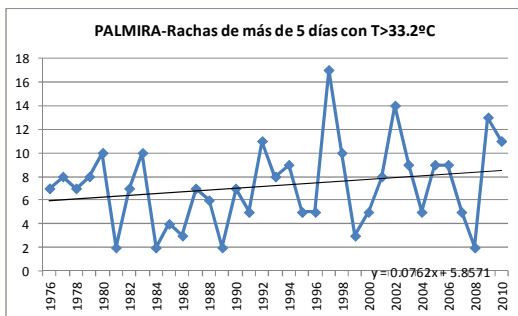


Fig. 11- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el alto Cauca

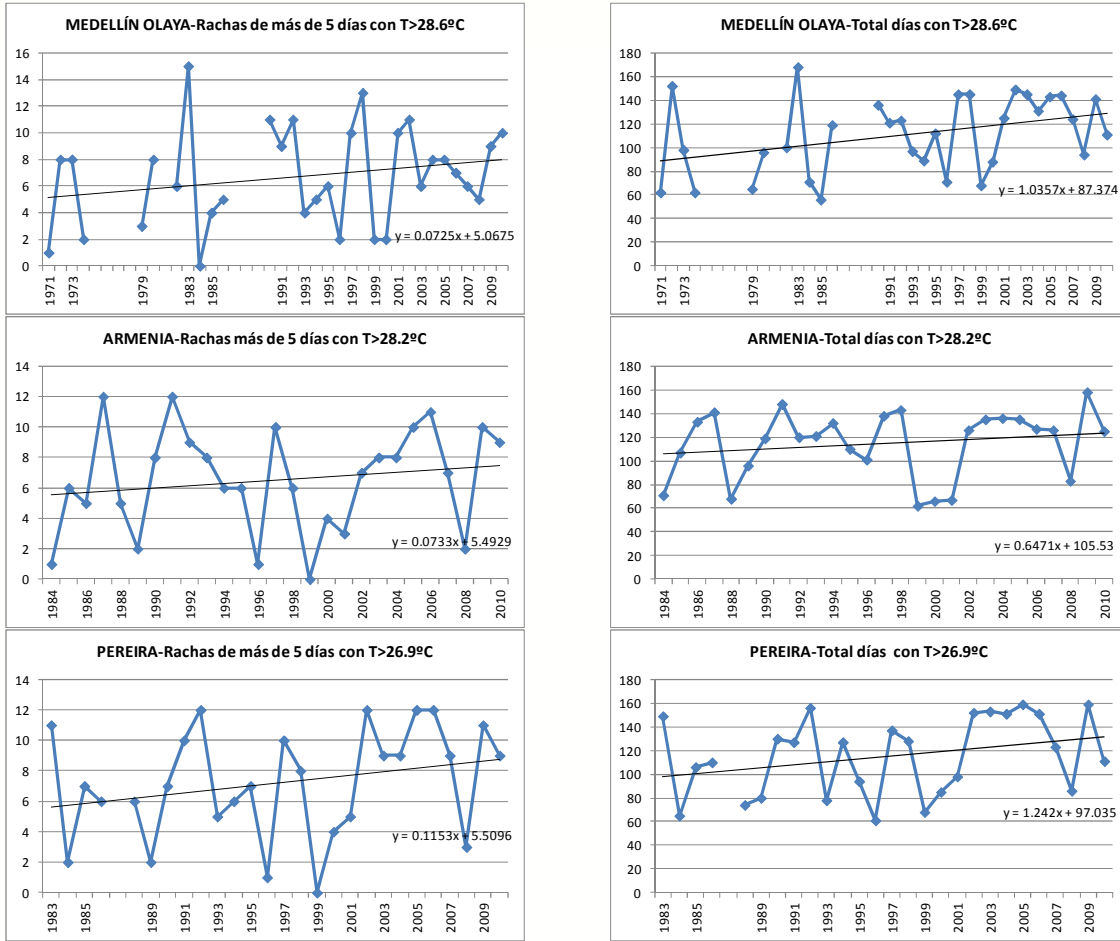
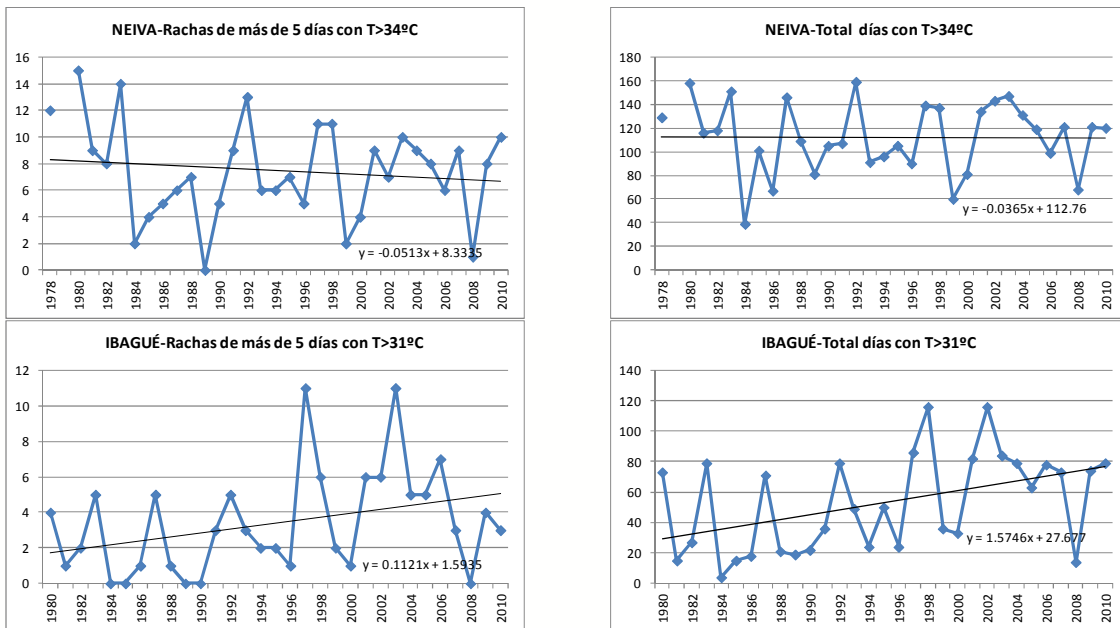


Fig. 12- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el medio Cauca



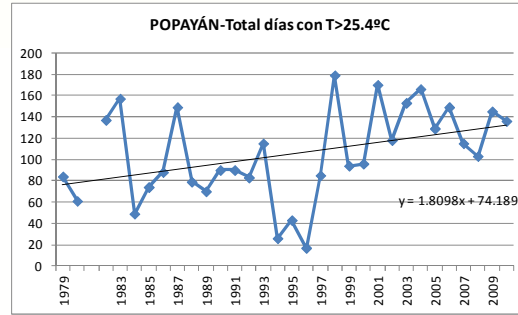
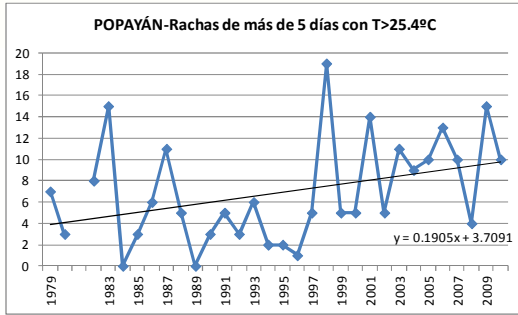


Fig. 13- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el alto Magdalena

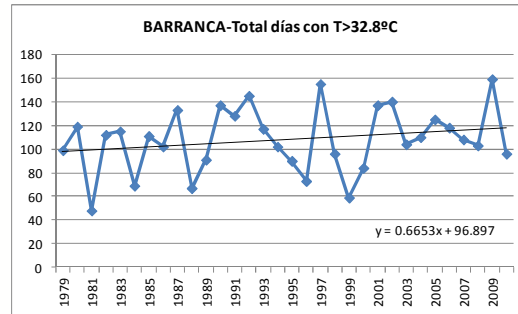
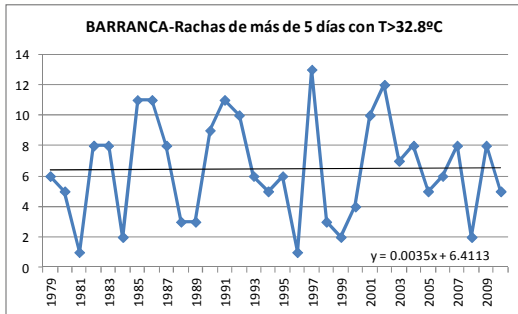


Fig. 14- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el medio Magdalena

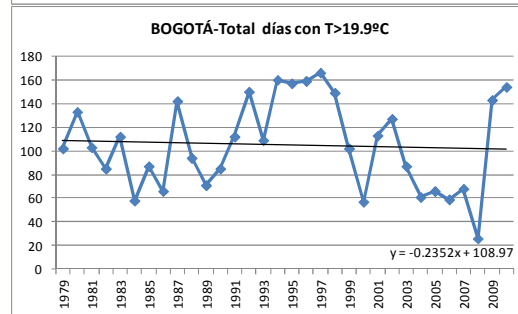
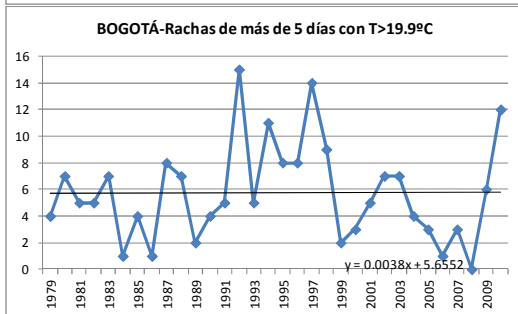
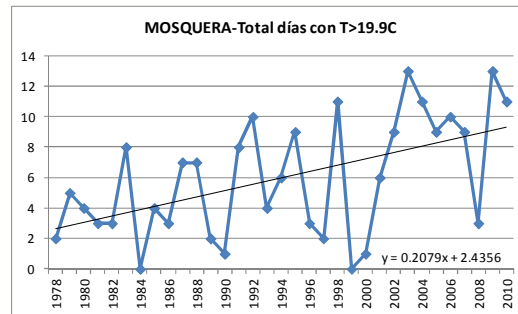
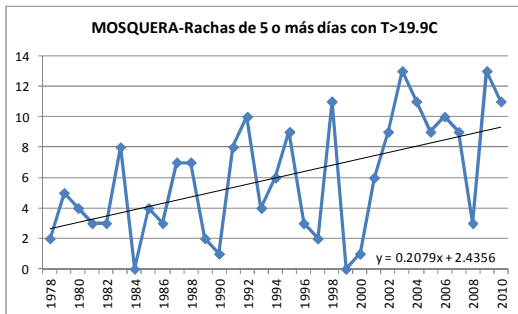


Fig. 15- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en la Sabana de Bogotá

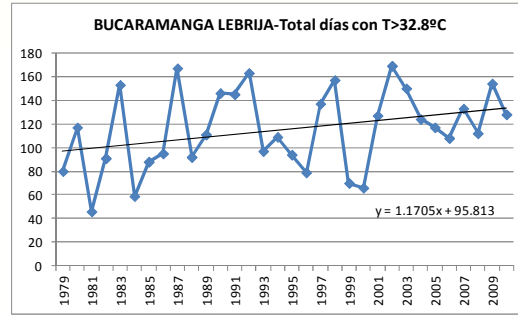
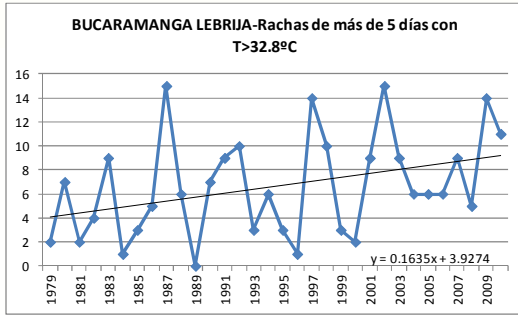


Fig. 16- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en la Cuenca del Sogamoso

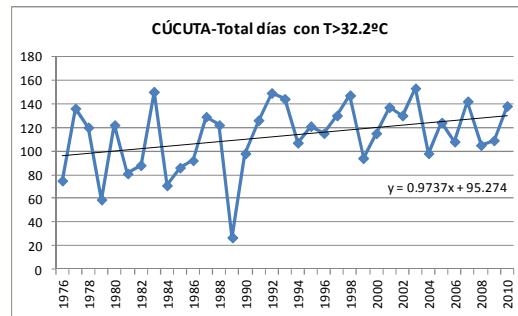
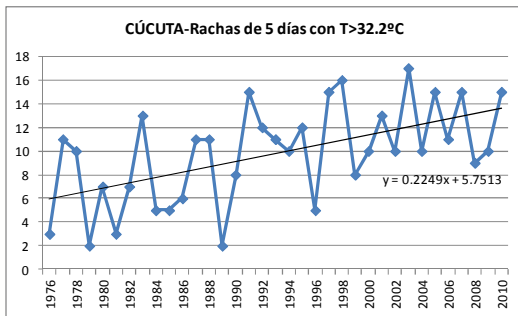


Fig. 17- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en la Cuenca del Catatumbo

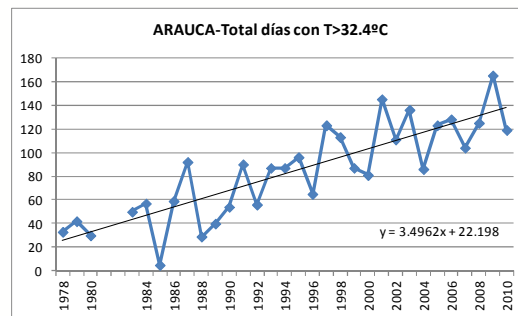
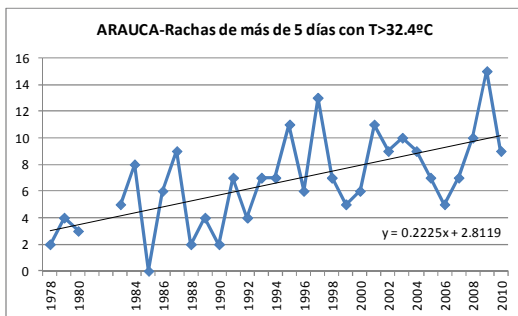


Fig. 18- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en la Cuenca del Arauca y Meta

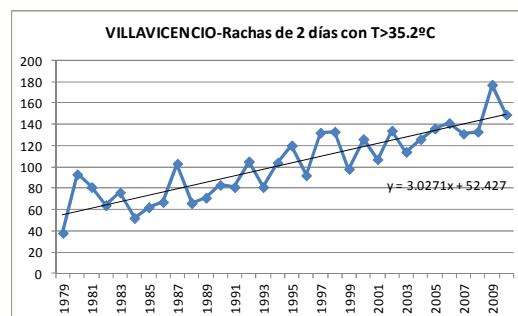
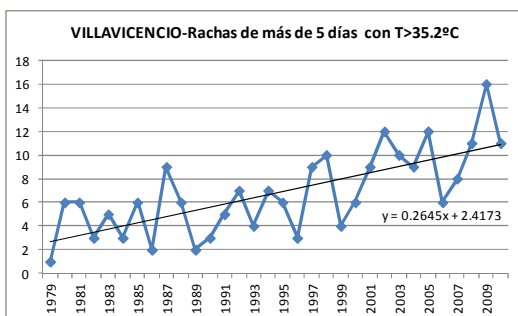


Fig. 19- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el Piedemonte llanero

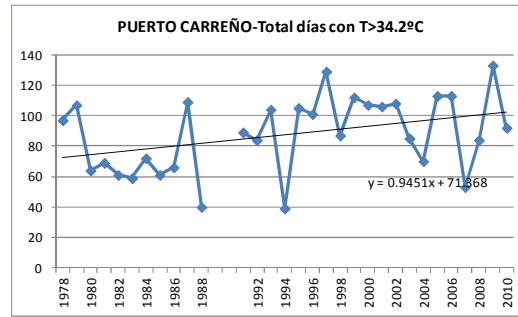
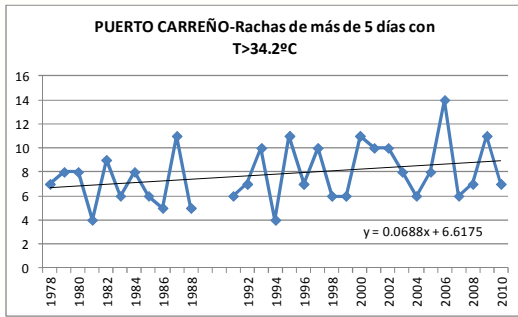


Fig. 20- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en la Orinoquia oriental

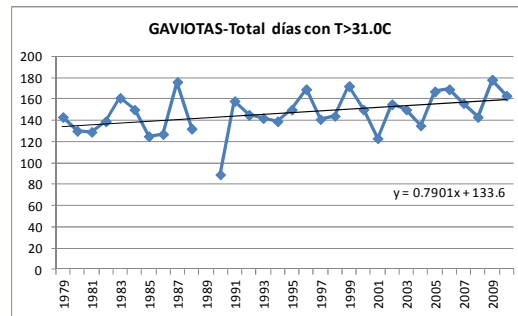
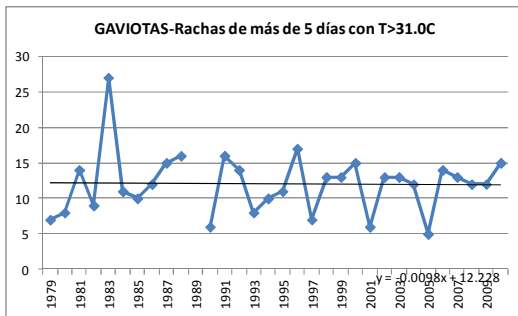


Fig. 21- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en la Orinoquia central

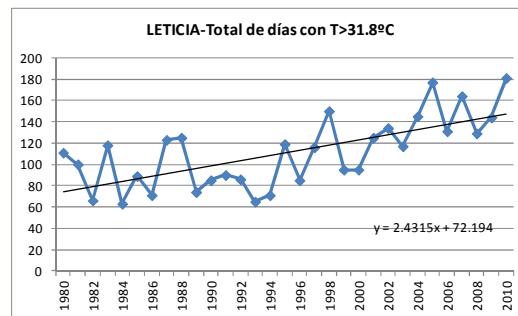
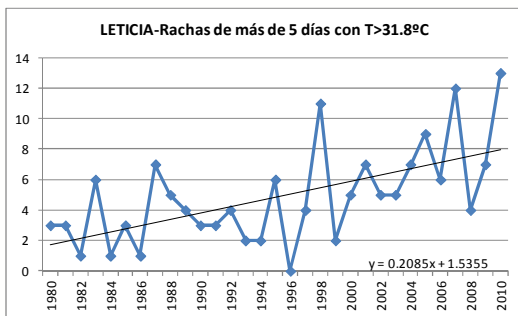


Fig. 22- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el suroriente amazónico

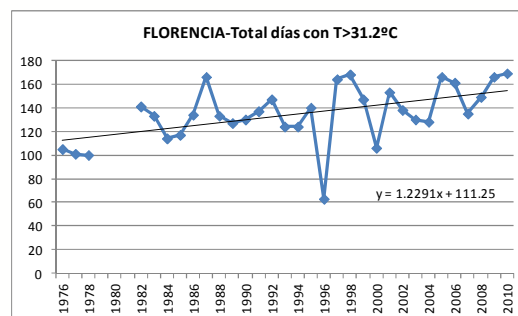
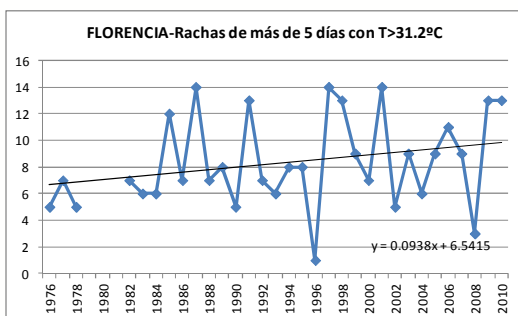


Fig. 23- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el piedemonte amazónico

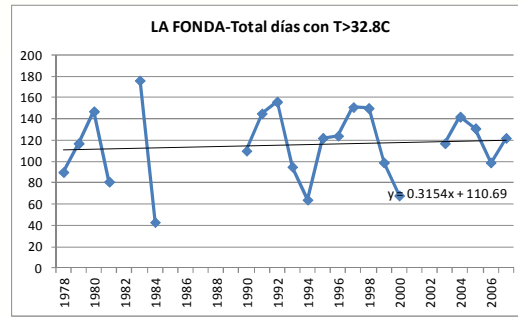
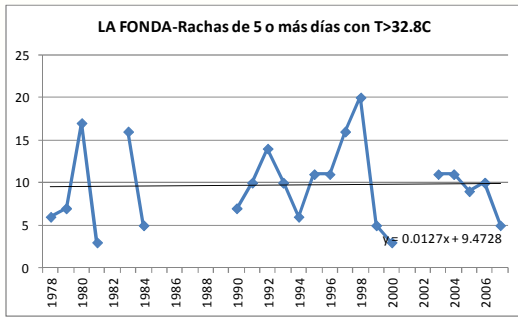


Fig. 24- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en el alto Patía

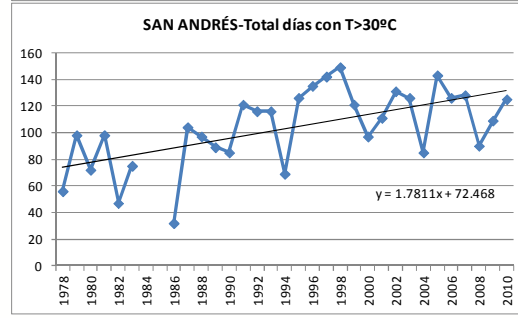
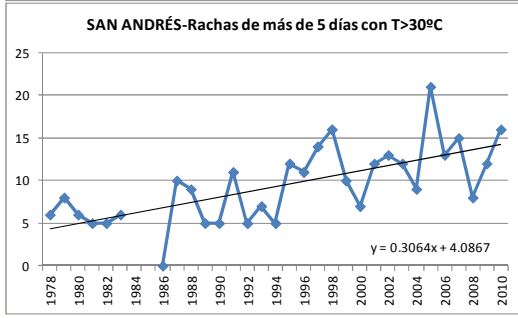
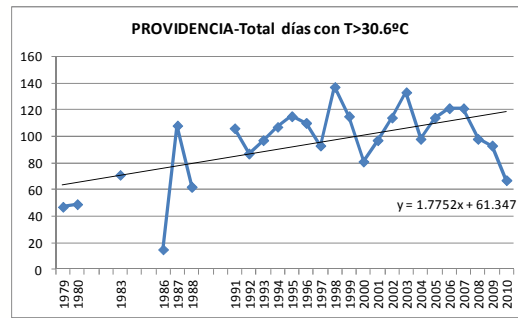
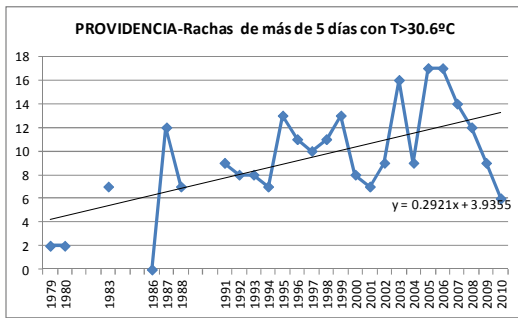


Fig. 25- Tendencia de olas de calor y días con altas temperaturas en San Andrés

TENDENCIAS A ALARGO PLAZO DE LAS OLAS DE FRÍO

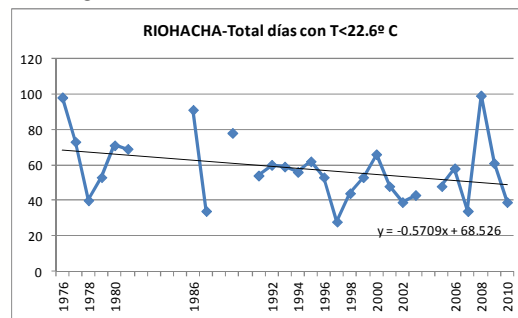
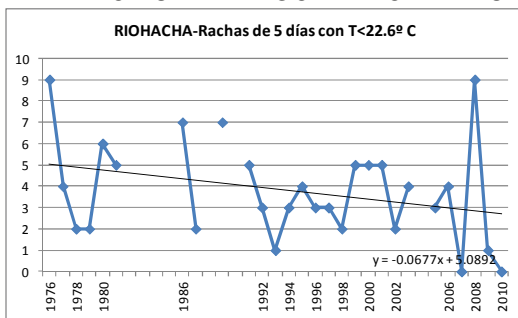


Fig. 26- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en la Alta Guajira

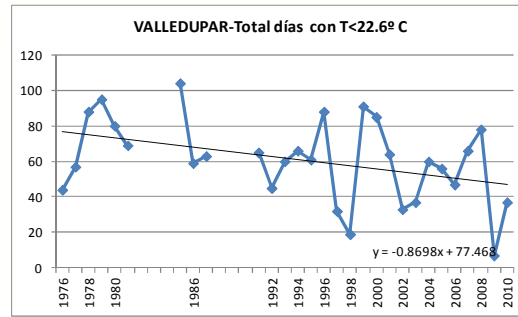
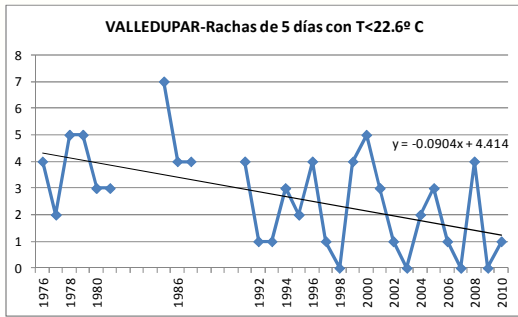


Fig. 27- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en la Cuenca Cesar

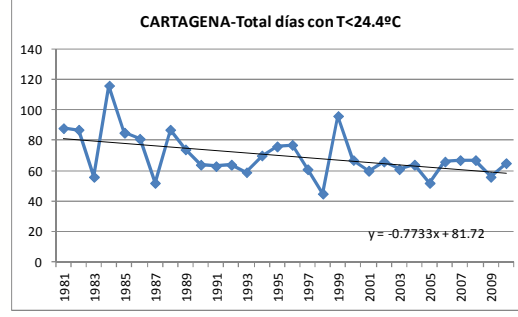
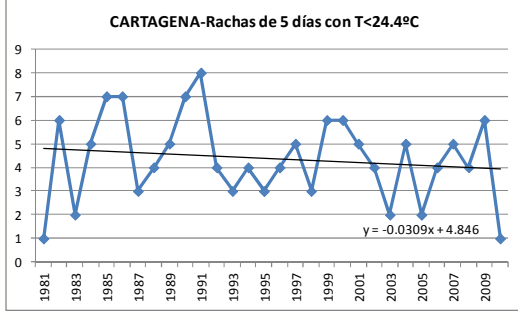
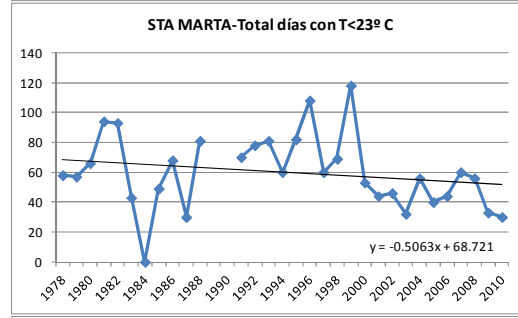
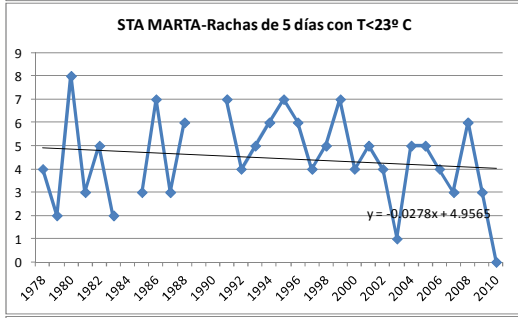
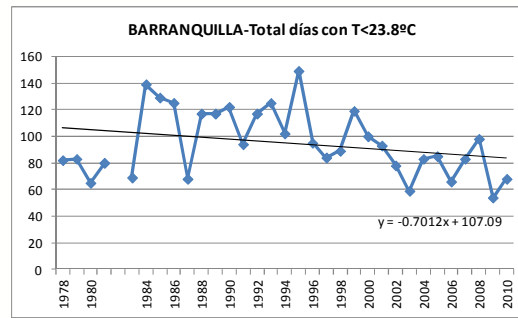
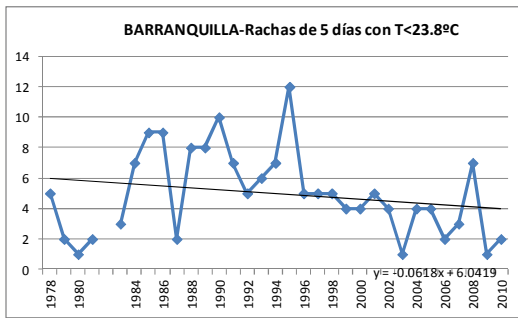


Fig. 28- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el litoral central Caribe

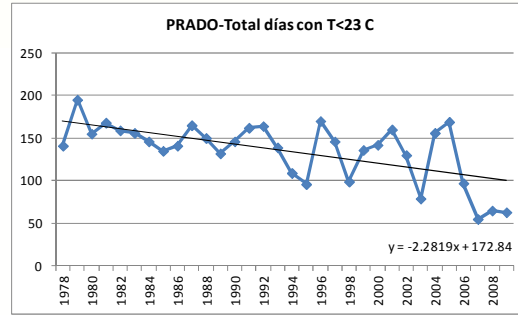
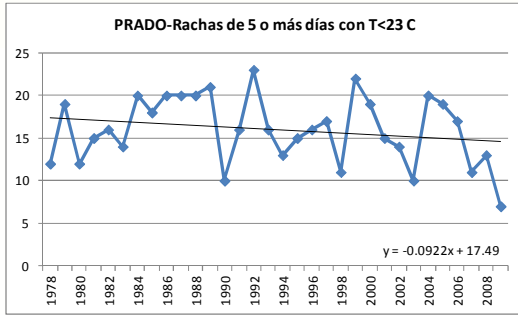


Fig. 29- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en bajo Magdalena

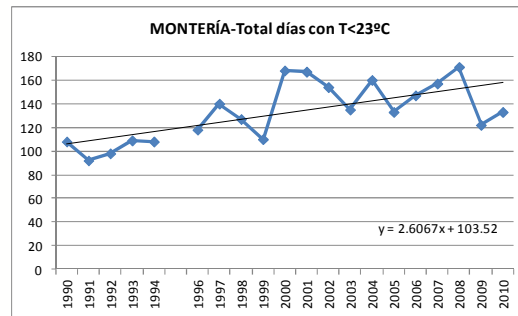
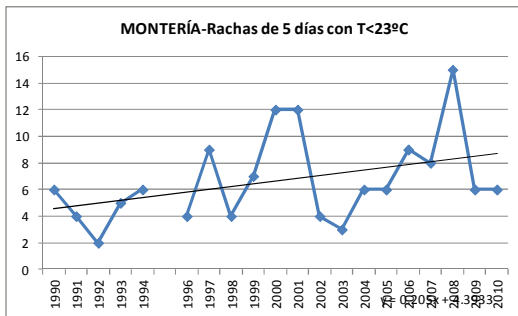


Fig. 30- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en la cuenca del Sinú

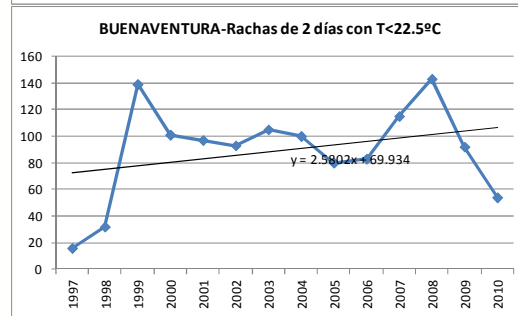
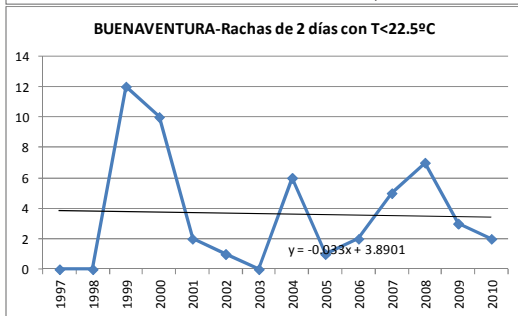
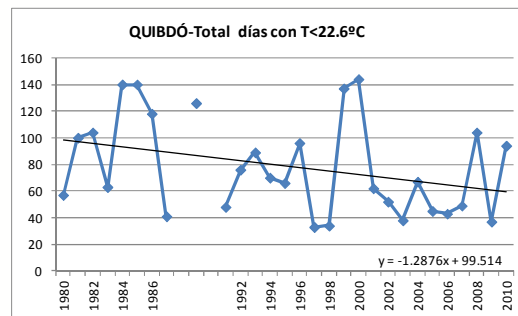
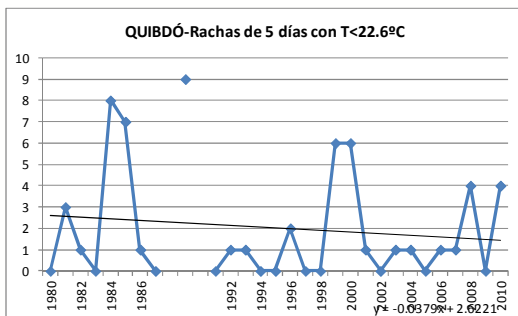


Fig. 31- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el Pacífico norte y central

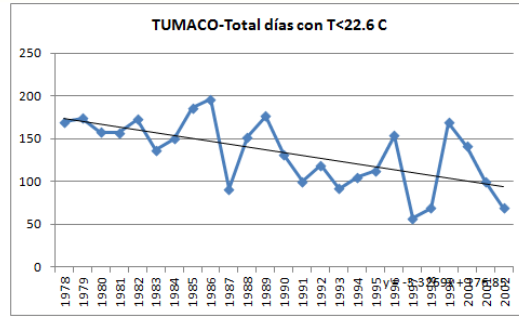
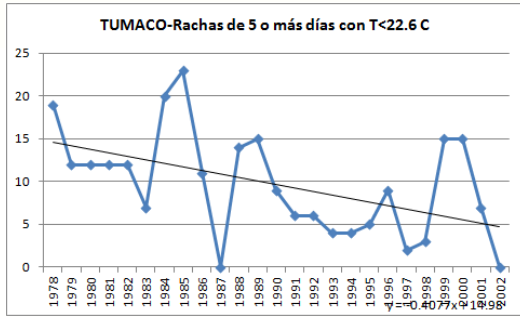


Fig. 32- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el Pacífico sur

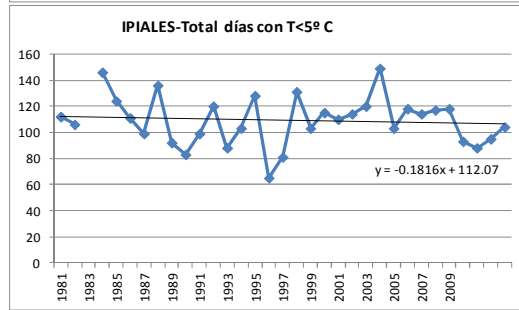
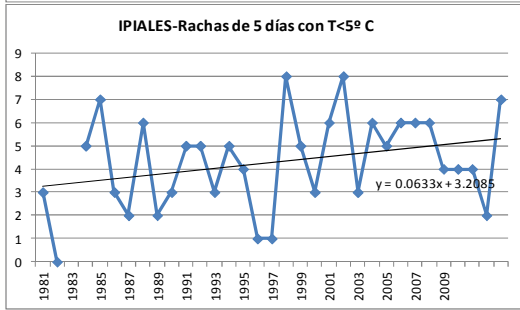
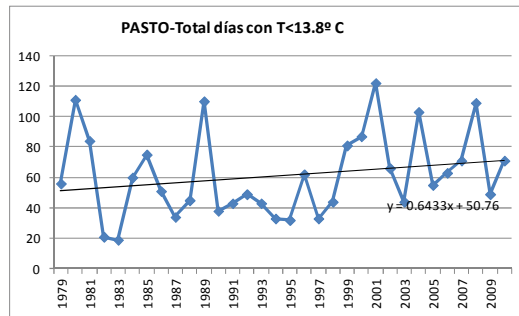
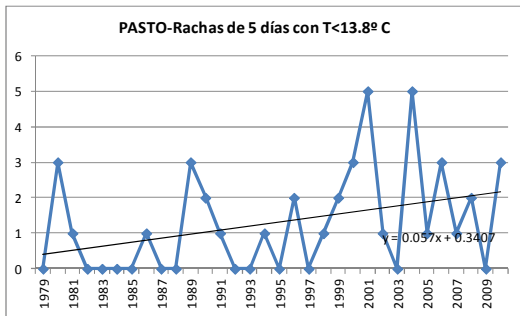


Fig. 33- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en la montaña nariñense

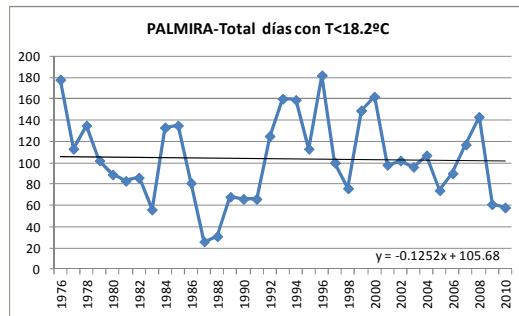
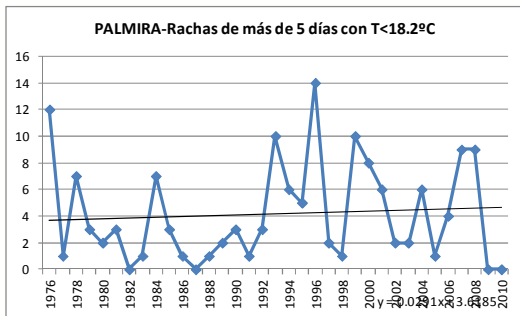


Fig. 34- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el alto Cauca

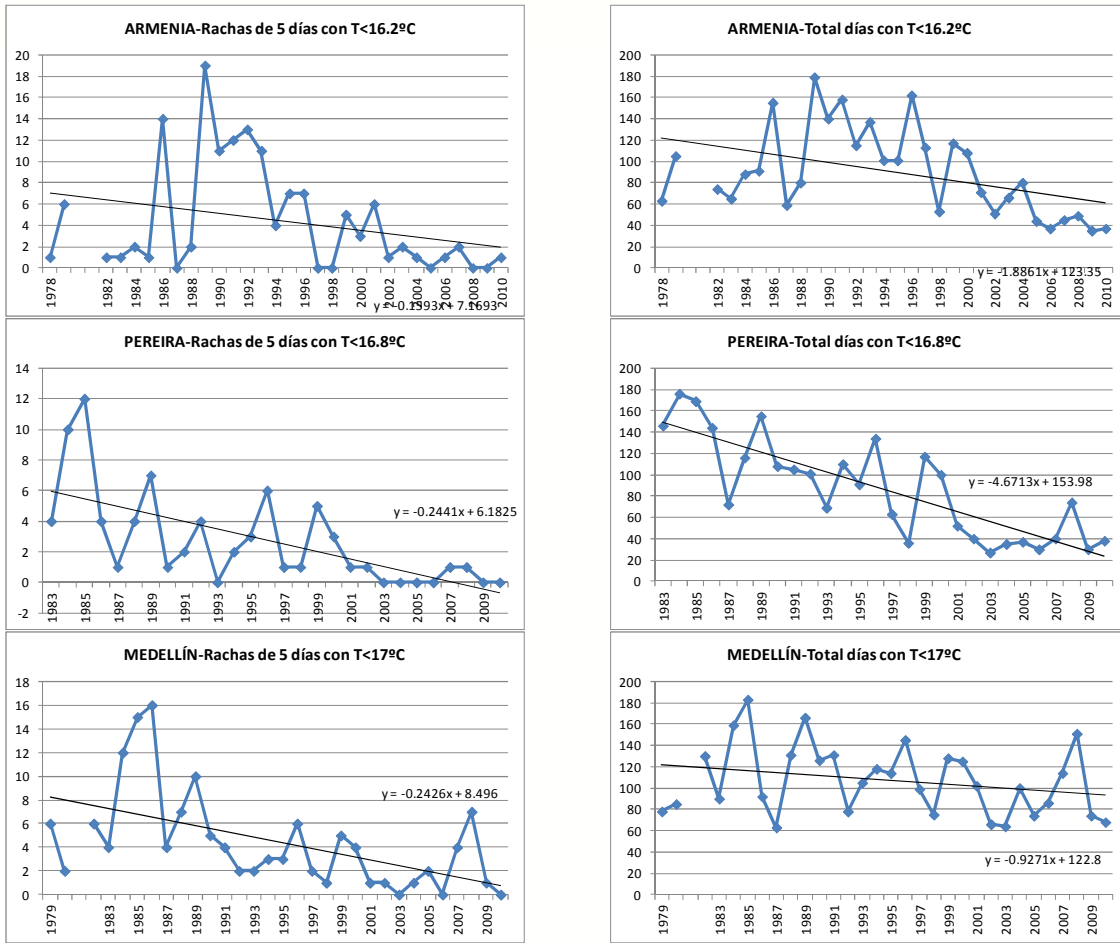
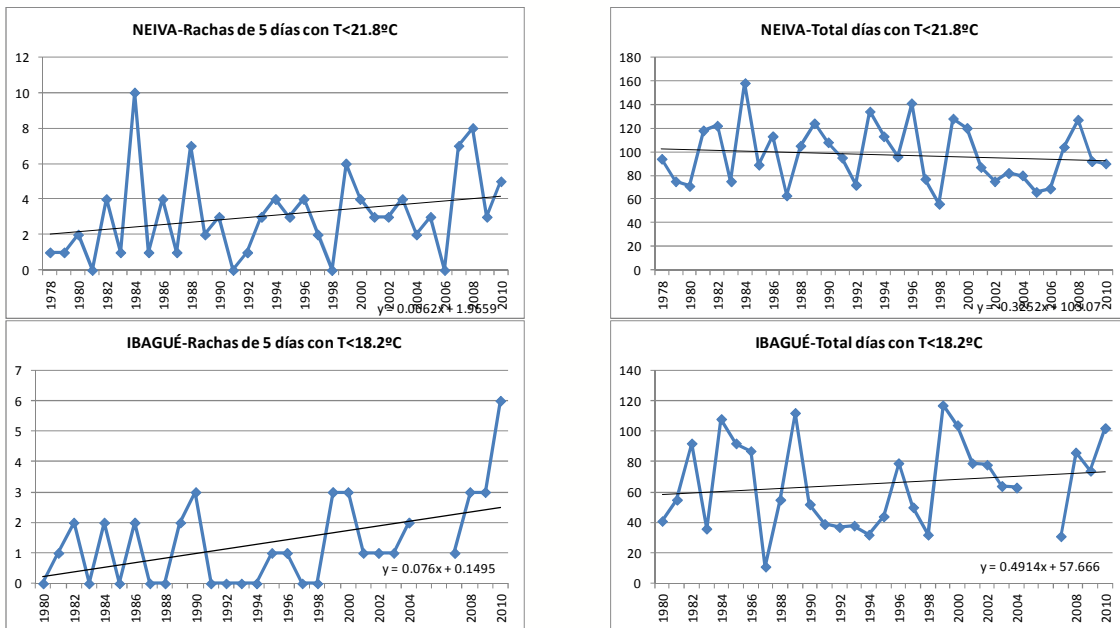


Fig. 35- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el medio Cauca



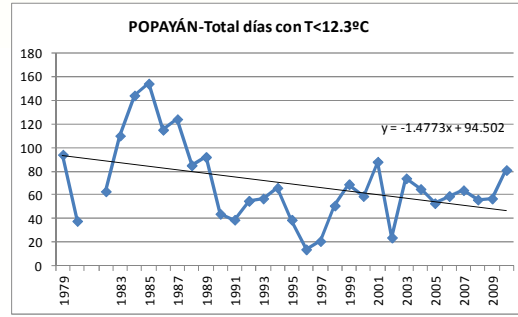
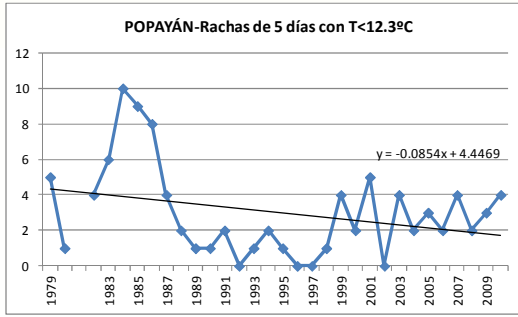


Fig. 36- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el alto Magdalena

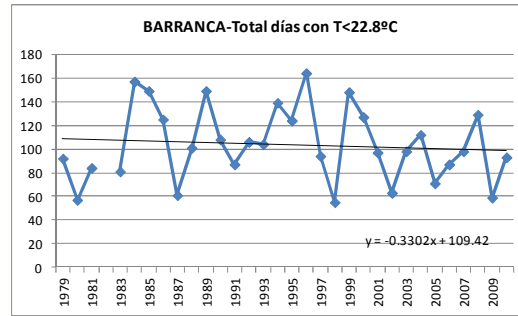
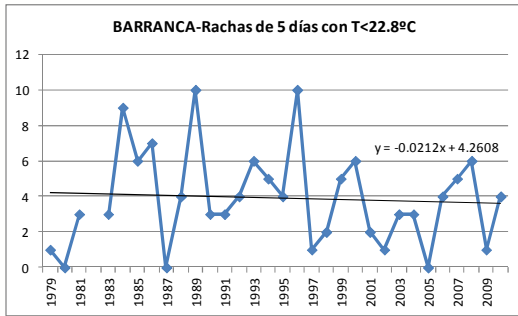


Fig. 37- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el medio Magdalena

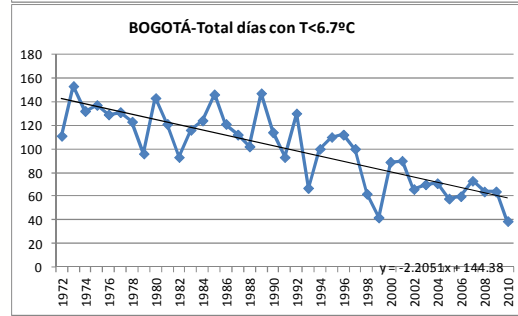
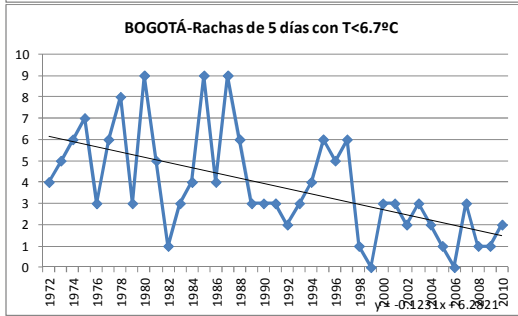
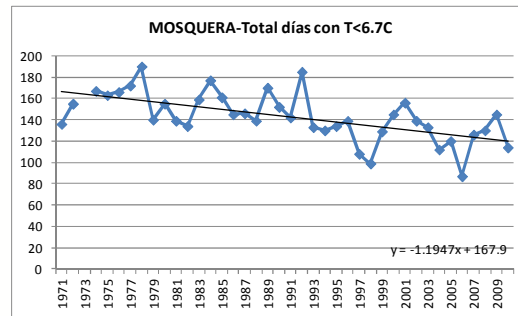
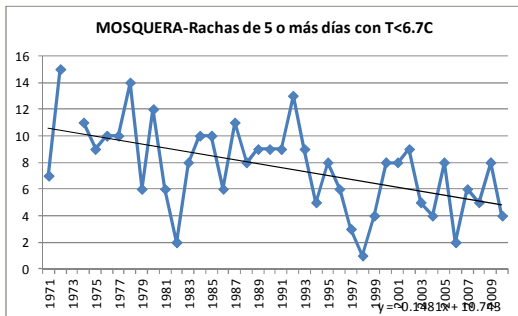


Fig. 38- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en la Sabana de Bogotá

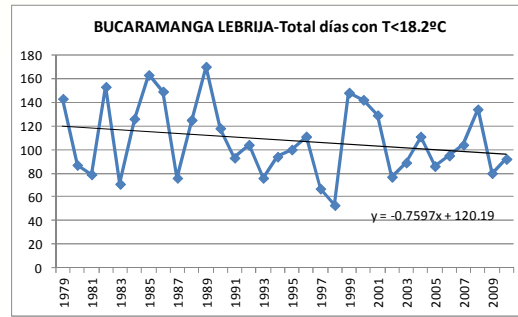
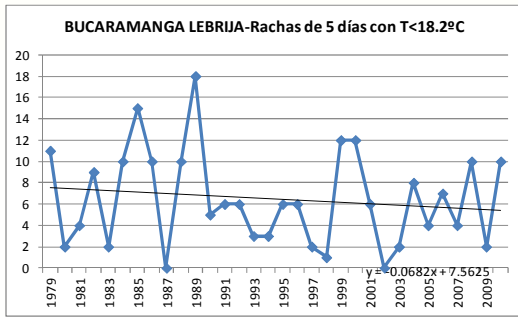


Fig. 39- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en la Cuenca del Sogamoso

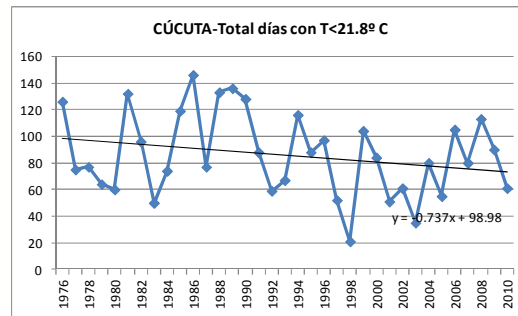
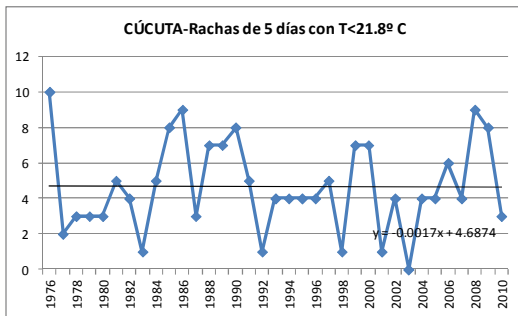


Fig. 40- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en la Cuenca del Catatumbo

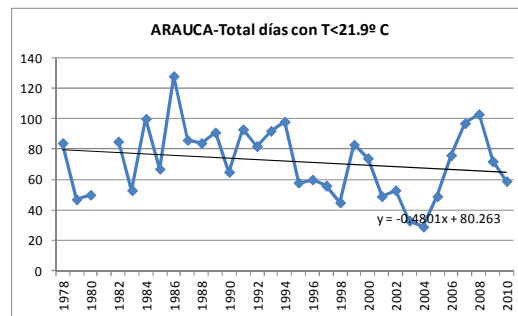
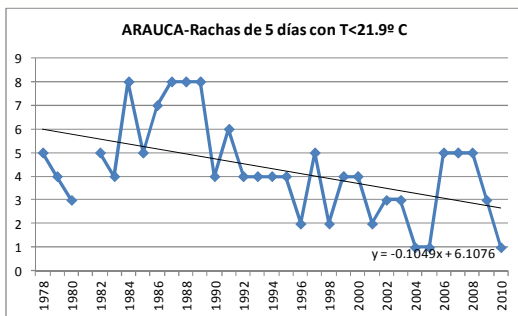


Fig. 41- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en la Cuenca del Arauca y Meta

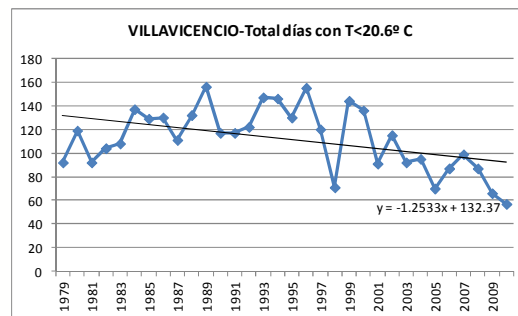
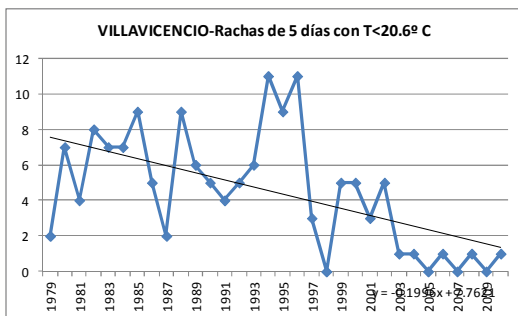


Fig. 42- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el Piedemonte llanero

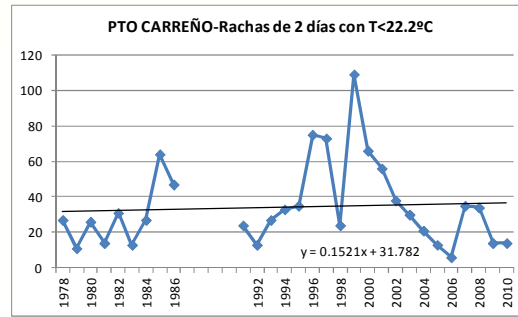
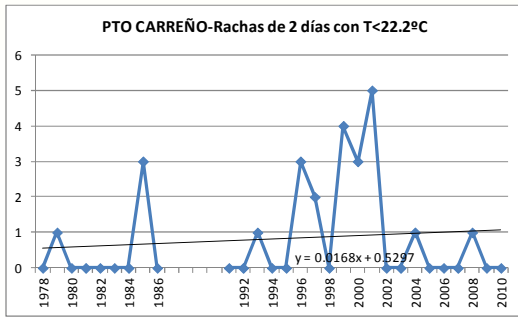


Fig. 43- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en la Orinoquia oriental

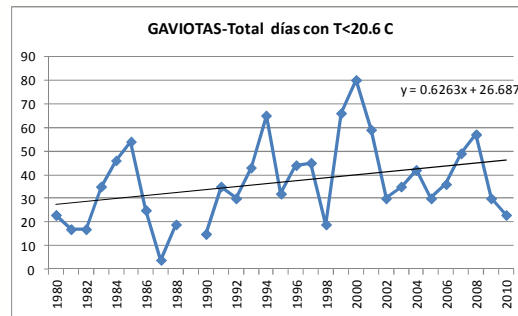
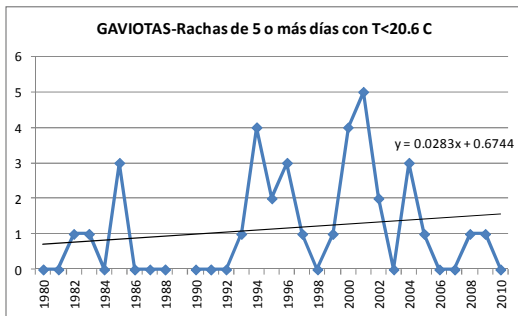


Fig. 44- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en la Orinoquia central

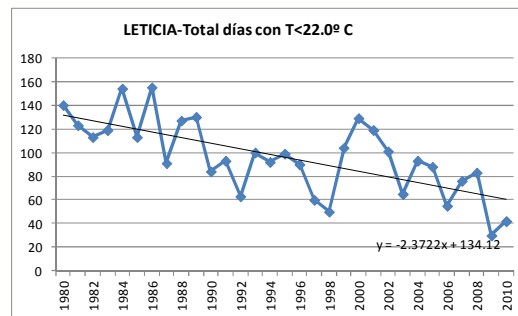
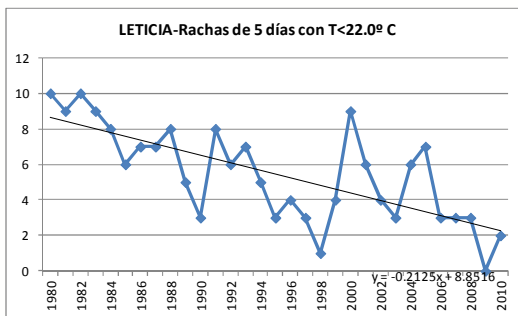


Fig. 45- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el suroriente amazónico

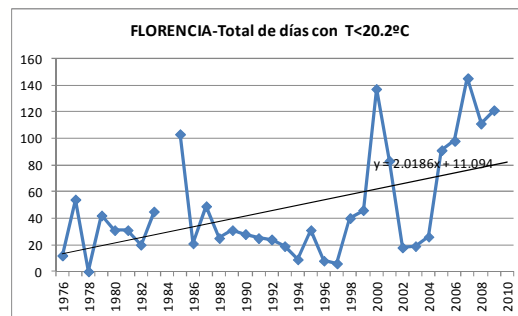
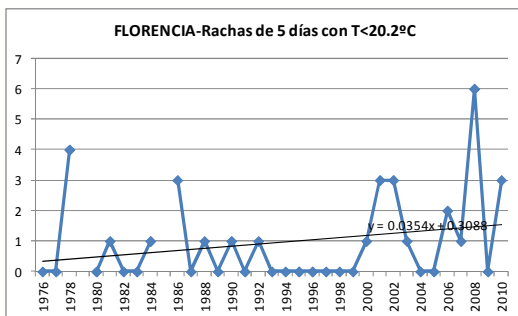


Fig. 46- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el piedemonte amazónico

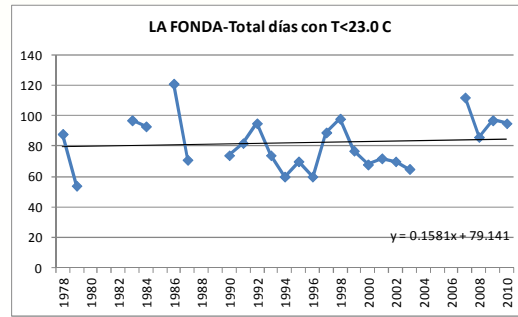
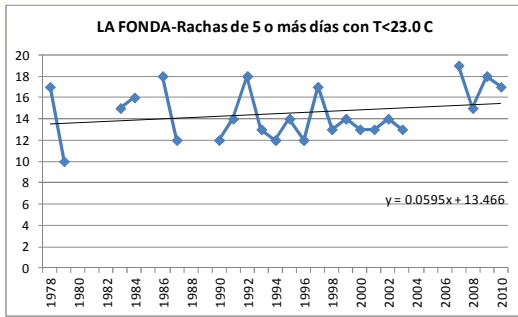


Fig. 47- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en el alto Patía

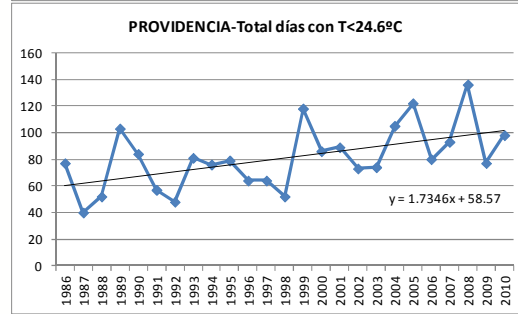
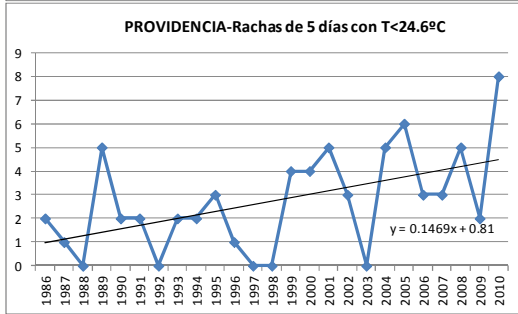
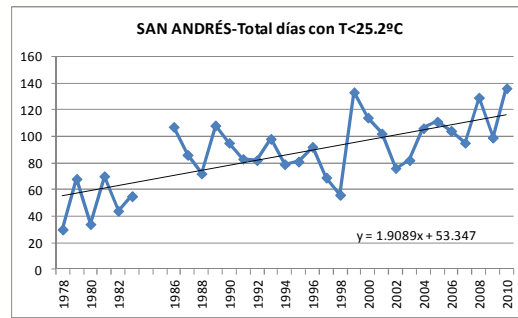
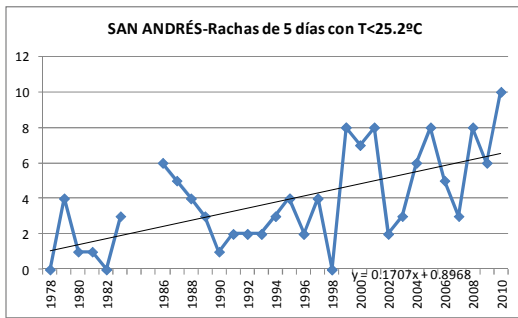


Fig. 48- Tendencia de olas de frío y días con bajas temperaturas en San Andrés