

**COMPARACIÓN DE DATOS DE PRECIPITACIÓN OBTENIDOS DE TRMM (Tropical Rainfall
Measure Mission) CON DATOS PROVENIENTES DE ALGUNAS ESTACIONES
PLUVIOMETRICAS DE COLOMBIA Y PERU**

POR :

LILIANA ANDREA MARTINEZ CORRALES

INFORME PRESENTADO A:

**ANDREW JARVIS
JORGE RUBIANO**

**CIAT(Centro Internacional de Agricultura Tropical)
PROYECTO USO DE LA TIERRA
2 DE FEBRERO 2006**

INTRODUCCION

En la actualidad, contar con una gran base de datos de precipitación diaria es costoso para la mayoría de países de Latinoamérica. Por tanto deben buscarse métodos alternativos más económicos para capturar datos en estos países. Una de estas alternativas podría ser el TRRM (Tropical Rainfall Measuring Mission), satélite que fue lanzado el 27 de noviembre de 1997 en una misión conjunta entre Estados Unidos y Japón.

Los datos que nos envía el satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) tienen un enorme valor para los meteorólogos e investigadores en otras áreas, debido a que con ellos se elaboran a diario mapas de grandes áreas del planeta, muchas de las cuales podrían resultar afectadas por inundaciones.

Los mapas están disponibles para su visualización en Internet y suponen un recurso inestimable para los órganos que, en muchos países, deben decidir qué medidas a adoptar para garantizar la seguridad de sus ciudadanos

El TRMM es diferente de la mayoría de satélites de teledetección porque es capaz de observar las nubes y, en función de sus características, estimar la cantidad de precipitación que pueden aportar. Sus compañeros espaciales, en cambio, sólo pueden fotografiar las áreas inundadas por la lluvia, cuando ya no es posible prevenir sus consecuencias.

Los datos obtenidos por el TRMM son siempre actuales, puesto que es capaz de observar casi toda la superficie terrestre cada tres horas. Sus mapas de precipitación futura también sirven a los agricultores para estimar el estado de sus cultivos, a menudo en regiones remotas, sobre todo en los trópicos.

Los mapas del TRMM muestran la Tierra desde la latitud 50 grados norte hasta la latitud 50 grados sur. Se obtienen mediante el uso de radiómetros de microondas y de un radar especial, los cuales miden el contenido de agua de las nubes.

Si queremos estimar la precipitación acumulada, el TRMM ofrece tres tipos de mapas: uno cada 24 horas, que muestra las áreas donde han caído más de 35 mm de lluvia; uno cada 3 días, para acumulaciones de más de 100 mm; y uno cada 7 días, que muestra los lugares donde se han depositado más de 200 mm de lluvia.

Otro producto, actualizado cada tres horas, muestra una “fotografía” global de las precipitaciones. Las imágenes pueden ser unidas entre sí para crear películas animadas que permiten seguir el comportamiento de las tormentas a medida que se desplazan sobre tierra y mar.

OBJETIVO GENERAL:

Verificar la posible concordancia de los datos de precipitación diarios obtenidos en distintas estaciones pluviométricas y meteorológicas de Colombia y el Perú con datos extraídos de TRMM (Tropical Rainfall Measure Mission O Mision para la Medición de Lluvia Tropical)

METODOLOGÍA

Se recolectaron datos de precipitación registrados en estaciones de Perú y Colombia: en los departamentos Valle, Caldas, Risaralda, Huila y Boyacá. Una vez escogidas las estaciones con datos completos en los años 1998 y 1999, se localizaron en un mapa con la ayuda de Arcview gis, donde se seleccionaron las ubicadas dentro de un área de 0.25×0.25 grados, cubierta por un mismo píxel de las imágenes tomadas por el TRMM para ese sitio.

Si se encuentran varias estaciones en un mismo píxel, se calculó la precipitación promedio por método polígonos de Thiessen, en caso de encontrarse solo una estación por píxel, los datos de esta se compararon directamente con los obtenidos del TRMM para esa coordenada, sin embargo también se compararon todas las estaciones con los datos de TRMM para su respectiva coordenada, independiente de estar o no rodeada de mas estaciones, esto con el fin de determinar alguna posible variable que influya en la semejanza o diferencia entre datos del TRMM y las estaciones.

Los datos de la estación pluviométrica diaria, tomados de 7:00am del día analizado, hasta las 7:00 am del día posterior, se comparan con los datos diarios de agua precipitable¹ de TRMM tomados de 12:00 m del día analizado hasta las 12:00 m del día posterior. Esto se debe a la diferencia de horarios existente entre el sistema TRMM (GMT Greenwich meridian time) y Colombia y Peru. Para comparar los datos se empleó una medida de asociación lineal entre dos variables: el R de Pearson.

Una vez comparado los datos, se realizo una prueba de correlación y asociación con la ayuda del la herramienta de Excell XLSTAT 75 .

¹ **Agua precipitable.** Contenido de humedad en la atmósfera; se mide como el espesor vertical que ocuparía si toda el agua cayera

RESULTADOS

Para determinar que tan confiables fueron los coeficientes de variación se tuvieron en cuenta las siguientes ecuaciones:

Un coeficiente es significativo al 1% si su magnitud (+o-) es > a $2.5 * \frac{1}{\sqrt{\text{tamaño de lamuestra}}}$ Ecuación 1

Un coeficiente es significativo al 5% si su magnitud (+o-) es > a $2 * \frac{1}{\sqrt{\text{tamaño de la muestra}}}$ Ecuación 2

Para el presente estudio con un tamaño de muestra igual a 730 (días evaluados), se determinó con las anteriores ecuaciones que el coeficiente de correlación debe ser mayor a 0.092529151 para una significancia del 1% (una confianza del 99 %); o mayor a 0.074023321 para una significancia del 5% (una confianza del 95 %).

Los píxeles de color rojo (Fig 1) representan las estaciones con valores de correlación entre 0 y 0.07 se consideran despreciables y no significativos, los valores de 0.07 a 0.65 se representan con el color amarillo y aunque sean significativos los valores de 0.074023321 en adelante, estos se consideran bajos para algunos autores. (Rowntree 1984). Solo se consideran buenos e importantes los valores de correlación iguales o mayores a 0.65, representados con píxeles de color azul.

- 0.0 a 0.07 no significativos y por tanto despreciables (rojo)
- 0.07 a 0.093 significativos al 95% pero bajos (amarillo)
- 0.093-0.15 significativos al 99% (amarillo)
- 0.15 a 0.65 significativos al 99.99% pero bajos (amarillo)
- >0.65 significativos al 99.99% moderadamente buenos (azul)
- > 0.7 significativos al 99.99%, fuertes, importantes y altos. (azul)

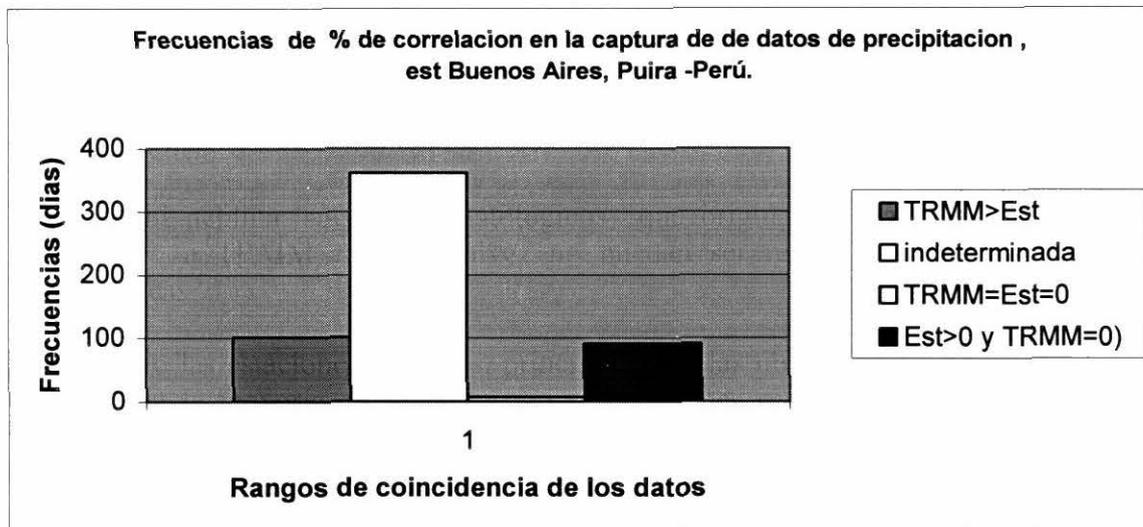
Las estaciones con estos últimos valores son las que poseen datos de precipitación cuyos valores se asemejan más a los valores de los datos obtenidos por las imágenes de TRMM.

Estas estaciones se encuentran en el departamento de Piura, ubicado en el extremo noroccidental del territorio peruano, al sur de la línea ecuatorial, y al oeste de la Cordillera de los Andes. En la Costa de Piura, el clima es cálido y seco, y este factor unido a la alta luminosidad (horas de sol) podrían estar relacionados con la alta correlación entre datos de estaciones y TRMM, debido a que en esta zona posiblemente no se presentan tanta

nubosidad ni neblina, sucesos climatológicos que originarían mayores datos de agua precipitable a TRMM, y que tal vez no puedan ser registrados por las estaciones pluviométricas.

Con respecto las estaciones restantes, principalmente las ubicadas en Colombia, se podría decir que en la mayoría de los casos las correlaciones se encuentran entre 0.3 y 0.6 y aunque estos coeficientes de Pearson no se consideran tan buenos, son significativos estadísticamente, de acuerdo a los test de correlación realizados. Sin embargo debe tenerse en cuenta que gran parte de ellas están ubicadas en zonas con alta nubosidad como Caldas, Risaralda y Boyacá. Lo cual podría influencias de manera directa la captura de datos por el sensor TRMM.

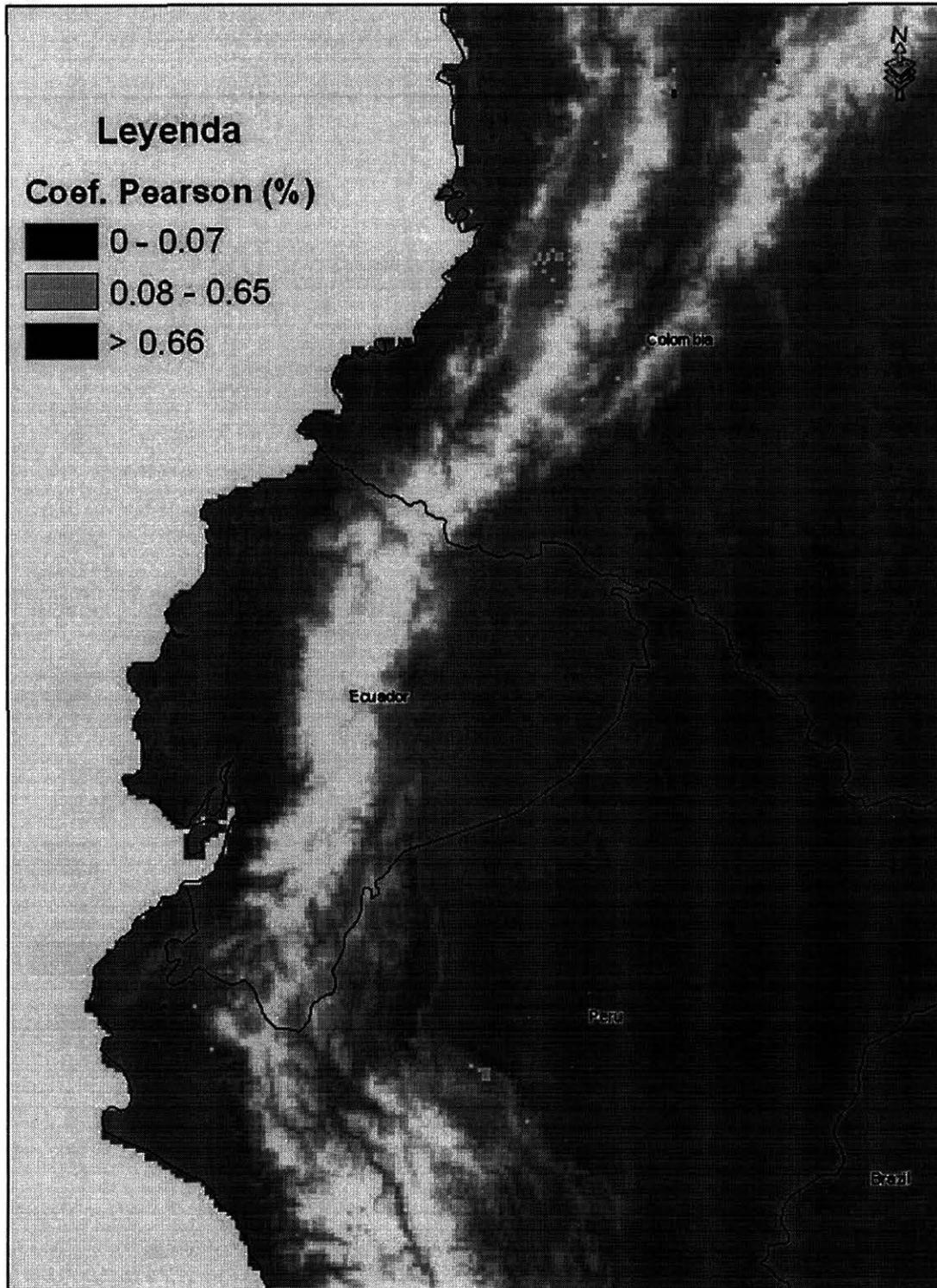
Grafico 1



A manera de ensayo se tomo la estación de buenos aires en Piura Perú para evaluar con que frecuencia el TRMM registraba valores de datos cercanos a los tomados por la estación pluviométrica. Lo que se encontró (grafico 1) fue que hay gran cantidad de datos <-100% debido a que el TRMM captura datos de pp mayores a los datos registrados por las estaciones.

Los valores de 0 se deben a que tanto el TRMM como las estaciones toman valores iguales a 0, los valores entre 0 y 100 se deben a que TRMM toma datos menores que la estación y los valores iguales a 100% se deben a que las estaciones toman datos de algún valor superior a 0 y TRMM los toma iguales a 0.

Figura 1



CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis realizado a los datos de las estaciones pluviométricas en Colombia y Perú frente a datos de TRMM, se puede decir que:

- En las estaciones con altitudes menores a 500 msnm, se obtuvieron los datos de precipitación que más correlación presentaron frente a los datos de TRMM. Sin embargo debe mencionarse que fue este grupo el que obtuvo la desviación Standard mas alta de todas, dado que aunque los datos de correlación de cada estación fueron altos, estos difieren entre si considerablemente.
- Las estaciones con altitudes mayores a 2500 msnm, presentaron los promedios más bajos de correlación de Pearson, esto lleva a considerar que elementos hidrológicos y climatológicos como neblina y la temperatura local baja pueden influenciar la captación de datos de TRMM y/o estaciones.
- Se recomienda hacer un estudio mas extenso, el cual incluya análisis estadístico a un mayor numero de estaciones en distintas zonas, y de esta manera verificar en que condiciones climáticas y topográficas las precipitaciones registradas por las estaciones y el TRMM presenta una mayor correlación entre si.

Tabla 1. Correlacion entre datos de estaciones y TRMM

CLASIFICACION POR ALTURAS	ZONA O DPTO	ESTACION	LAT	LONG	ALTITUD	R de Pearson para cada estacion	Variables estadistica	Valores	p valor	Resultado del test de correlacion
0-500 msnm	PIUIRA (PER)	Miraflores	-5.1670	-80.6140	30	0.666871539	R Max	0.743869	< 0.0001	>99.99%
	PIUIRA (PER)	Chilaco	-4.6960	-80.5050	90	0.743868556	R Min	0.408195	< 0.0001	>99.99%
	PIUIRA (PER)	Morropon	-5.1830	-79.9830	140	0.431702865	Promedio	0.5627	< 0.0001	>99.99%
	PIUIRA (PER)	Rep. San Lorenzo	-4.6790	-80.2170	300	0.408195231	Desv Standard	0.168033	< 0.0001	>99.99%
							Rango	0.335673		>99.99%
500-1000 msnm	CALDAS	Vergel	5.6167	-74.9500	650	0.380405815	R Max	0.461249	< 0.0001	>99.99%
	ALTOMAYO (PER)	Shimpiyacu	-5.4300	-77.0200	815	0.190258253	R Min	0.096398	< 0.0001	>99.99%
	ALTOMAYO (PER)	Pueblo libre	-5.4600	-77.0500	825	0.129315527	Promedio	0.2547	0.0005	>99%
	CAJAMARCA (PER)	Chilete	-7.1300	-78.5100	850	0.172860064	Desv Standard	0.115262	< 0.0001	>99.99%
	ALTOMAYO (PER)	Monyobamba	-6.0000	-76.5800	860	0.461248523	Rango	0.364851	< 0.0001	>99.99%
	ALTOMAYO (PER)	San José Alto Mayo 1996	-5.4100	-77.1700	874	0.290742865			< 0.0001	>99.99%
	CALDAS	Cañaverál	5.3667	-74.9333	920	0.243084961			< 0.0001	>99.99%
	Valle	AEPTO A.BONILLA	3.5500	-76.3833	961	0.3326928			< 0.0001	>99.99%
	Valle	Univalle	3.3667	-76.5333	970	0.096397889			0.0162	>95%
	Valle	Ing. La Quinta	3.4167	-76.3500	980	0.164876855			< 0.0001	>99.99%
	Valle	CIAT	3.5045	-76.3567	993	0.339386706			< 0.0001	>99.99%
1500 msnm	Valle	Ing. Manuelita	3.5667	-76.2833	1020	0.348036092	R Max	0.415849	< 0.0001	>99.99%

	Valle	Florida	3.3167	-76.2333	1038	0.415848924	R Min	0.013302	< 0.0001	>99.99%
	CALDAS	Cuba	5.3333	-74.9333	1054	0.013302363	Promedio	0.3058	0.7199	<95%
	Huila	Conc. Desarrollo	1.9500	-75.9333	1080	0.192904345	Desv Standard	0.114324	< 0.0001	>99.99%
	Valle	Planta nima	3.5500	-76.2167	1170	0.350773527	Rango	0.402547	< 0.0001	>99.99%
	Risaralda	La Renta	4.7833	-75.7833	1194	0.346121366			< 0.0001	>99.99%
	Valle	San Emigdio	3.5500	-76.2000	1272	0.326306559			< 0.0001	>99.99%
	ALTOMAYO (PER)	Buenos Aires	-5.5200	-77.0200	1277	0.38484425			< 0.0001	>99.99%
	CALDAS	Palma saman	5.4333	-74.9667	1300	0.169352515			< 0.0001	>99.99%
	CAJAMARCA (PER)	Magdalena	-7.1600	-78.4100	1300	0.306473085			< 0.0001	>99.99%
	CALDAS	STA HELENA	5.6167	-75.5500	1395	0.241337845			< 0.0001	>99.99%
	CALDAS	belen	5.5167	-75.0333	1400	0.41459418			< 0.0001	>99.99%
	Huila	Villa Consuelo	2.2000	-75.5667	1450	0.387427413			< 0.0001	>99.99%
	Huila	Guayabal (Mesón)	2.5333	-75.2833	1460	0.384057287			< 0.0001	>99.99%
50 1500-2000 msnm	CALDAS	HOGAR JUVENIL	5.5000	-75.1833	1560	0.287511082	R Max	0.424586	< 0.0001	>99.99%
	CALDAS	Marquetalia	5.3000	-75.0500	1570	0.383236749	R Min	0.16865	< 0.0001	>99.99%
	CALDAS	Higueron	5.3667	-75.0167	1610	0.168650218	Promedio	0.2849	< 0.0001	>99.99%
	CALDAS	SAN DANIEL	5.3333	-75.0167	1660	0.218678815	Desv Standard	0.082694	< 0.0001	>99.99%
	Risaralda	La Esperanza	4.6333	-75.6833	1671	0.22090722	Rango	0.255935	< 0.0001	>99.99%
	Valle	Topacio	3.3167	-76.6500	1676	0.329378582			< 0.0001	>99.99%
	Valle	Yumbillo	3.5833	-76.2333	1730	0.301821314			< 0.0001	>99.99%
	Valle	Austra	3.6000	-76.1000	1750	0.337406804			< 0.0001	>99.99%
	CALDAS	Bolivia	5.3333	-75.0333	1840	0.331587574			< 0.0001	>99.99%
	Valle	Brasilia	3.4333	-76.6500	1864	0.253504588			< 0.0001	>99.99%
	CALDAS	Pensilvania	5.5000	-75.0833	1870	0.42458556			< 0.0001	>99.99%

	Valle	san pablo	3.5000	-76.4500	1871	0.214923868		< 0.0001>	99.99%	
	CALDAS	Granja Kenedy	5.3333	-75.1000	1900	0.192648372		< 0.0001>	99.99%	
	Valle	la teresita	3.4500	-76.0667	1950	0.314128011		< 0.0001>	99.99%	
	Valle	La diana	3.0333	-76.1833	1960	0.169892183		< 0.0001>	99.99%	
	CALDAS	Manzanares	5.2500	-75.1700	1970	0.410261965		< 0.0001>	99.99%	
2000-2500 msnm	CALDAS	Palma pensilvania	5.4167	-74.9667	2150	0.310310949	R Max	0.440104	< 0.0001>	99.99%
	Valle	la soledad	3.4000	-76.1000	2160	0.275763852	R Min	0.059504	< 0.0001>	99.99%
	FUQUENE	Buenavista	5.5333	-73.9333	2200	0.188502839	Promedio	0.2798	< 0.0001>	99.99%
	CAJAMARCA (PER)	San Juan	-7.1800	-78.2900	2224	0.41458511	Desv Standard	0.102855	< 0.0001>	99.99%
	CAJAMARCA (PER)	Asuncion	-7.1960	-78.3100	2229	0.386535201	Rango	0.3806	< 0.0001>	99.99%
	MANIZALES	Olivares	5.0660	-75.4480	2252	0.195974863			< 0.0001>	99.99%
	CALDAS	pastorita	5.3167	-74.9500	2270	0.059503589			0.1084	<95%
	FUQUENE	raquirá	5.5333	-73.6333	2290	0.23454454			< 0.0001>	99.99%
	CAJAMARCA (PER)	San Pablo	-7.0500	-78.5000	2290	0.324533804			< 0.0001>	99.99%
	Valle	Los Alpes	3.2667	-76.1000	2380	0.33634971			< 0.0001>	99.99%
	MANIZALES	Romerales	4.9898	-75.4330	2402	0.206678289			< 0.0001>	99.99%
	Valle	Boloblanco	3.4333	-76.0667	2410	0.440103697			< 0.0001>	99.99%
	CAJAMARCA (PER)	Contumaza	-7.2200	-78.4900	2452	0.320590982			< 0.0001>	99.99%
	MANIZALES	San Antonio	4.9865	-75.4296	2454	0.223451455			< 0.0001>	99.99%
2500-3000 msnm	FUQUENE	saboyala granja	5.6833	-73.7833	2550	0.047776109	R Max	0.363447	0.2032	<95%
	FUQUENE	Gja ubate	5.0333	-73.8000	2555	0.271724295	R Min	0.047776	< 0.0001>	99.99%
	FUQUENE	Cucunuba 1	5.2333	-73.7833	2562	0.239836764	Promedio	0.2228	< 0.0001>	99.99%
	FUQUENE	Isla santuario	5.4667	-73.7333	2580	0.25193693	Desv Standard	0.091223	< 0.0001>	99.99%
	FUQUENE	simijaca	5.0500	-73.8500	2590	0.193895891	Rango	0.315671	< 0.0001>	99.99%

CAJAMARCA (PER)	San Miguel	-6.5900	-78.5100	2590	0.36344743	< 0.0001 > 99.99%
FUQUENE	Susa	5.4500	-73.8167	2600	0.225157532	< 0.0001 > 99.99%
FUQUENE	Cucunuba	5.2500	-73.7667	2620	0.257217361	< 0.0001 > 99.99%
MANIZALES	Mirador	5.0757	-75.4367	2632	0.087055541	0.0188 > 95%
FUQUENE	Ieticia	5.2833	-73.7167	2650	0.167250722	< 0.0001 > 99.99%
FUQUENE	guacheta	5.3833	-73.6833	2690	0.250982789	< 0.0001 > 99.99%
MANIZALES	La fe	5.0090	-75.3929	2782	0.099664014	0.0074 > 99%
CAJAMARCA (PER)	Llapa	-6.5900	-78.4900	2798	0.336102063	< 0.0001 > 99.99%
Valle	Bellavista	3.6333	-76.0000	2875	0.323876607	< 0.0001 > 99.99%
FUQUENE	Camen de canupa	5.3500	-73.9167	2970	0.225344939	< 0.0001 > 99.99%
CAJAMARCA (PER)	Granja Porcon	-7.0200	-78.3800	3000	0.306473085	R Max < 0.0001 > 99.99%
MANIZALES	Martinica	5.0671	-75.3780	3568	0.220824176	R Min < 0.0001 > 99.99%
Valle	Santa Teresa	3.4833	-76.0333	3690	0.107143178	Promedio 0.2486
Valle	La sirena	3.5167	-76.1167	3800	0.360019391	Desv Standard 0.110371
					Rango	0.252876

> 3000 msnm

Bibliografía consultada

Rowntree. Derek. Introducción a la estadística.editorial norma .1984

www.amazings.com/ciencia/noticias

www.lake.nascom.nasa.gov/tovas/3B42/

www.tut tiempo.net

www.ideam.gov.co

www.aguasdemanizales.com.co

AGUAS DE MANIZALES S.A. E.S.P. estudios hidroclimaticos y estaciones
NOTA

Toda la información disponible se encuentra en la carpeta
D:\DatosProyecto\COMPARACIONES ENTRE EST Y TRMM_r correlación, del
computador 70 del proyecto USO DE LA TIERRA en CIAT