

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS

NATURALES RENOVABLES



**TENDENCIAS DE LA TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD
RELATIVA EN TINGO MARÍA PARA EL PERÍODO 1940-2007**

Tesis para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

LALÉ SCAGLIONI, María Rosa

PROMOCIÓN 2006 II

Tingo María – Perú

2008

P40

L19

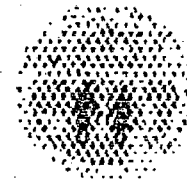
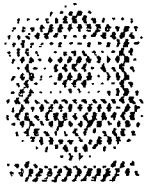
Lale Scaglioni, María R.

Tendencias de la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en Tingo María para el Periodo 1940 – 2007. Tingo María, 2008

87 h.; 23 cuadros; 65 grfs.; 16 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Conservación de Suelos y Agua) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

METEOROLOGÍA / CLIMA / METODOLOGÍA / TEMPERATURA
/ PRECIPITACIÓN / HUMEDAD / AMAZONÍA / TINGO MARÍA
/ RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 13 de octubre de 2008, a horas 07:00 p.m. en la Sala de Conferencias de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

“TENDENCIAS DE LA TEMPERATURA, PRECIPITACION Y HUMEDAD RELATIVA EN TINGO MARIA PARA EL PERIODO 1940-2007”

Presentado por la Bachiller: **MARIA ROSA LALE SCAGLIONI**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de “MUY BUENO”.

En consecuencia el sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 15 de diciembre de 2008

.....
Ing. Mg. **WILFREDO ALVA VALDIVIEZO**
Presidente



.....
Ing. **LUZ ELITA BALCAZAR TERRONES**
Vocal

.....
Blgo. MSc. **EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE**
Vocal

.....
Ing. M.Sc. **LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ**
Asesor

DEDICATORIA

A mi madre Helen,

la persona más importante en mi vida, quien me aconsejó y guió con su sabiduría y entendimiento, por su constante apoyo y preocupación de verme profesional.

A mi hermana Igea,

por enseñarme a ser paciente y ayudarme en estos largos años de estudios.

A mi hermano Luigi,

por darme aliento en los momentos difíciles de mi carrera.

A la madre María del Carmen, *ssj*

por sus oraciones, su valioso apoyo y estimulación en la creación de algo positivo y bello.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional Agraria de la Selva que me acogió y me brindó la oportunidad de aprender y superarme.

Mi gentil agradecimiento a las personas que colaboraron en la realización de la presente tesis.

Al Ingeniero Msc. Lucio Manrique de Lara Suárez, por brindarme su asesoramiento didáctico y educativo.

Al Econ. Barland Huamán Bravo, por su valiosa ayuda en el análisis estadístico.

Al Meteorólogo Sr. Santos Moran. Feria, quien me inspiró en la idea y colaboró en ésta investigación.

Así también agradezco al Gabinete de Meteorología y Climatología en el que se me permitió realizar la investigación y a las personas que de una u otra manera colaboraron en su elaboración.

Tingo María, 9 de Diciembre del 2008.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. El clima	2
2.1.1. El clima amazónico.....	4
2.2. Variación temporal de la temperatura del aire	5
2.3. Variación temporal de humedad relativa	7
2.4. Variación espacial y temporal de precipitación	7
2.4.1. Clasificación de lluvias	8
2.5. El equilibrio del sistema climático	8
2.5.1. Modelos climáticos	10
2.6. Impacto del cambio climático.....	11
2.7. Cambios climáticos.....	11
2.7.1. Evidencias de cambios climáticos en la época actual.....	12
2.8. Método para hallar tendencias.....	12
2.8.1. Pasos para la prueba de hipótesis	13
2.8.2. Prueba aumentada de Dickey Fuller (ADF).....	13
2.8.3. Vector auto regresivo (VAR).....	14
2.8.4. Metodología de Johansen	14

III.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
	3.1. Lugar de la investigación	16
	3.2. Componentes en estudio.....	16
	3.2.1. Recopilación de información preliminar	17
	3.3. Análisis estadísticos	17
IV.	RESULTADOS	20
V.	DISCUSIÓN.....	75
VI.	CONCLUSIONES.....	79
VII.	RECOMENDACIONES.....	82
	ABSTRACT.....	83
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
	ANEXO.....	87
	GLOSARIO.....	110

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Normal mensual de temperatura máxima (°C), período 1940-2007.....	20
2. Promedios anuales de temperatura máxima (°C), período 1940-2007.....	20
3. Normal mensual de temperatura mínima (°C), período 1940-2007.....	22
4. Promedios anuales de temperatura mínima (°C), período 1940-2007.....	22
5. Normal mensual de temperatura media (°C), período 1940-2007.....	24
6. Promedios anuales de temperatura media (°C), período 1940-2007.....	24
7. Normal mensual de precipitación (mm.) período 1940-2007.....	38
8. Promedios anuales de precipitaciones (mm.), período 1940-2007.....	38
9. Porcentaje (%) de humedad relativa, normal mensual, período 1940-2007.....	46
10. Porcentaje (%) de humedad relativa, promedios anuales, período 1940-2007.....	46
11. Normal mensual de temperatura máxima (°C) período 1948-1977.....	55

12. Normal mensual de temperatura máxima (°C) período 1978-2007.....	55
13. Normal mensual de temperatura mínima (°C) período 1948-1977.....	55
14. Normal mensual de temperatura mínima (°C) período 1978-2007.....	55
15. Normal mensual de temperatura media (°C) período 1948-1977.....	56
16. Normal mensual de temperatura media (°C) período 1978-2007.....	56
17. Normal mensual de precipitación (mm.) período 1948-1977.....	64
18. Normal mensual de precipitación (mm.) período 1978-2007.....	64
19. Porcentaje (%) de humedad relativa, normal mensual, período 1948-1977.....	69
20. Porcentaje (%) de humedad relativa, normal mensual, período 1978-2007.....	69
21. Valor estadístico para determinar si las variables meteorológicas son estacionarias en el tiempo.....	74
22. Ecuaciones obtenidas con el modelo de corrección de errores en el programa EVIEWS, de cada variable meteorológica.....	74
23. Tendencia de largo plazo para obtener la proyección a largo plazo de cada variable meteorológica.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Normal mensual de temperatura máxima período 1940-2007 (68 años).....	26
2. Comparación de la media mensual (1940-1949) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).....	26
3. Comparación de la media mensual (1950-1959) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).....	26
4. Comparación de la media mensual (1960-1969) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).....	26
5. Comparación de la media mensual (1970-1979) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).....	27
6. Comparación de la media mensual (1980-1989) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).....	27
7. Comparación de la media mensual (1990-1999) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).....	27
8. Comparación de la media mensual (2000-2007) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).....	27
9. Normal mensual de temperatura mínima período 1940-2007 (68 años).....	28
10. Comparación de la media mensual (1940-1949) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).....	28

11. Comparación de la media mensual (1950-1959) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).....	28
12. Comparación de la media mensual (1960-1969) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).....	28
13. Comparación de la media mensual (1970-1979) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).....	29
14. Comparación de la media mensual (1980-1989) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).....	29
15. Comparación de la media mensual (1990-1999) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).....	29
16. Comparación de la media mensual (2000-2007) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).....	29
17. Normal mensual de temperatura media período 1940-2007 (68 años).....	30
18. Comparación de la media mensual (1940-1949) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).....	30
19. Comparación de la media mensual (1950-1959) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).....	30
20. Comparación de la media mensual (1960-1969) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).....	30
21. Comparación de la media mensual (1970-1979) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).....	31
22. Comparación de la media mensual (1980-1989) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).....	31
23. Comparación de la media mensual (1990-1999) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).....	31

24. Comparación de la media mensual (2000-2007) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).....	31
25. Comportamiento multianual de temperaturas período 1940-2007 (68 años).....	32
26. Anomalía multianual de temperaturas período 1940-2007 (68 años).....	34
27. Variación media anual de temperaturas período 1940-2007 (68 años).....	35
28. Normal mensual de precipitación período 1940-2007 (68 años)	40
29. Comparación de la media mensual (1940-1949) con su normal mensual de precipitación (1940-2007)	40
30. Comparación de la media mensual (1950-1959) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).....	40
31. Comparación de la media mensual (1960-1969) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).....	40
32. Comparación de la media mensual (1970-1979) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).....	41
33. Comparación de la media mensual (1980-1989) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).....	41
34. Comparación de la media mensual (1990-1999) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).....	41
35. Comparación de la media mensual (2000-2007) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).....	41
36. Comportamiento multianual de precipitación período 1940-2007 (68 años).....	42

37. Anomalía multianual de precipitación período 1940-2007 (68 años).....	43
38. Variación media anual de precipitación período 1940-2007 (68 años).....	44
39. Normal mensual de humedad relativa período 1940-2007 (68 años).....	48
40. Comparación de la media mensual (1940-1949) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).....	48
41. Comparación de la media mensual (1950-1959) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).....	48
42. Comparación de la media mensual (1960-1969) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).....	48
43. Comparación de la media mensual (1970-1979) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).....	49
44. Comparación de la media mensual (1980-1989) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).....	49
45. Comparación de la media mensual (1990-1999) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).....	49
46. Comparación de la media mensual (2000-2007) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).....	49
47. Comportamiento multianual de humedad relativa período 1940-2007 (68 años).....	50
48. Anomalía multianual de humedad relativa período 1940-2007 (68 años).....	51
49. Variación media anual de humedad relativa período 1940-2007 (68 años).....	52

50. Comparación de normales de temperatura máxima de ambos períodos; Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.....	57
51. Comparación de normales de temperatura máxima de los tres períodos; Normal período 1940-2007, Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.....	57
52. Comparación de normales de temperatura mínima de ambos períodos; Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007....	58
53. Comparación de normales de temperatura mínima de los tres períodos; Normal período 1940-2007, Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.....	58
54. Comparación de normales de temperatura media de ambos períodos; Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007....	59
55. Comparación de normales de temperatura media de los tres períodos; Normal período 1940-2007, Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.....	59
56. Anomalías multianuales de temperaturas (máxima, mínima y media) período 1948-1977 (30 años).....	61
57. Anomalías multianuales de temperaturas (máxima, mínima y media) período 1978-2007 (30 años).....	62
58. Comparación de normales de precipitación de ambos períodos; Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.....	65
59. Comparación de normales de precipitación de los tres períodos; Normal período 1940-2007, Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.....	65
60. Anomalías multianuales de precipitación período 1948-1977 (30 años).....	66

61. Anomalías multianuales de precipitación período 1978-2007(30 años).....	67
62. Comparación de normales de humedad relativa de ambos períodos; Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.....	70
63. Comparación de normales de humedad relativa de los tres períodos; Normal período 1940-2007, Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.....	70
64. Anomalías multianuales de humedad relativa período 1948-1977 (30 años).....	71
65. Anomalías multianuales de humedad relativa período 1978-2007 (30 años).....	72

RESUMEN

Disponer de registros históricos desde el año 1940, promedios mensuales y anuales de variables meteorológicas temperatura, precipitación y humedad relativa, conlleva a demostrar si registran variaciones en el clima y hasta qué punto estas inducen a un cambio climático o responden a oscilaciones o alteraciones temporales del clima, planteando por objetivo, determinar comportamiento y tendencia de cada variable meteorológica en el período 1940-2007 en Tingo María y obtener el clima durante este periodo; utilizando registros históricos de promedios mensuales y anuales de las variables meteorológicas y temas de investigación a fines.

Para determinar el comportamiento estacional y el clima se halla la normal mensual proveniente de un record de 68 años y cada 30 años para determinar si existe oscilación climática.

Se hallan variaciones mediante el método de anomalías. Se aplica la prueba de Dickey Fuller aumentado, el Modelo de Corrección de Errores, para obtener la ecuación de cointegración que es la tendencia a largo plazo, utilizando el programa EVIEWS.

Obteniendo comportamiento estacional, meses calurosos por temperatura máxima, estaciones de otoño a fines de invierno, meses fríos por temperatura mínima, en otoño, inicios de invierno, meses lluviosos, primavera inicios de verano, poco lluviosos, otoño inicios de invierno, meses húmedos, primavera y verano, poco húmedos, invierno.

Se obtiene anomalías positivas y negativas, rangos de -3.41°C a 3.54°C para temperatura máxima, de -4.06°C a 1.84°C para temperatura mínima, de -94.2 mm. a 182.6 mm. para precipitación, y de -23% a 12% para humedad relativa .

Con los valores medios mensuales y anuales de cada treintenio, se observa disminución de temperatura máxima de -0.7°C a 0.1°C , aumento de temperatura mínima de 0°C a 0.2°C , aumento de precipitación de -19 mm. a 101.6 mm., aumento de humedad relativa de 6% a 8% , en los últimos 30 años.

Las variables meteorológicas registran variaciones anómalas en el clima, trayendo como consecuencia oscilación climática, por lo tanto son alteraciones temporales, siendo corregidas con el Modelo de Corrección de Errores nos da la tendencia a largo plazo, induciendo a un cambio climático.

Tingo María presenta, según la clasificación climática tradicional clima cálido ecuatorial; según la fórmula de Köppen Afa ecuatorial; según Strahler clima ecuatorial lluvioso, siendo la normal anual de temperatura máxima $29,76^{\circ}\text{C}$, temperatura mínima $19,4^{\circ}\text{C}$, temperatura media 25°C , precipitación $3\ 357,1$ mm., y humedad relativa 78% ; y las normales mensuales de temperatura media superiores a $24,2^{\circ}\text{C}$, precipitaciones superiores a 123 mm., y humedad relativa superiores a 76% .

I. INTRODUCCIÓN

El poder disponer de registros térmicos, pluviométricos, psicrométricos, a lo largo del periodo 1940-2007 de la estación meteorológica principal Tingo María y en momentos como los actuales en los que tanto se habla de cambio climático, conlleva a estudiar a las variables meteorológicas como temperatura, precipitación, humedad relativa, por ser estos elementos aparentemente más influyentes en la biósfera y porque además existen registros históricos completos desde el año 1940, lo que nos permitió realizar el presente estudio; demostrando si registran variaciones en los parámetros meteorológicos y hasta qué punto éstas inducen a un cambio climático o si solo responden a variaciones, fluctuaciones, o alteraciones temporales del clima.

Obtenida y procesada ésta información nos servirá para una buena planificación en agricultura, urbanismo, ingeniería o en ordenación del territorio, para evitar desastres naturales.

En el presente trabajo se plantea como objetivo determinar el comportamiento y la tendencia de temperatura, precipitación y humedad relativa en el periodo 1940-2007 en Tingo María, así como determinar el clima de ésta zona durante el periodo de estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El clima

Según SEOÁNEZ (2001), el clima de un lugar es el conjunto de manifestaciones atmosféricas y meteorológicas que en él suceden.

El clima define numerosos elementos y factores condicionantes del medio ambiente, por lo que ambos están íntimamente ligados.

Para la determinación de los climas se emplean los valores medios de los distintos elementos meteorológicos medidos durante un periodo de tiempo que, según lo acordado en la Conferencia Internacional de Directores de Servicios Meteorológicos celebrada en Varsovia en 1935, ha de ser de 30 años. De esta manera si los valores medios hallados para dos treintenos distintos resultan diferentes, se habla de la aparición de una oscilación climática.

Según Landberg y Jacob (1951), citado por VALDIVIA (1977), el tiempo necesario de observaciones (en años) para obtener normales climatológicas representativas es:

	Regiones Tropicales			
	Isla	Costa	Llanura	Sierra
Temperatura	5	8	10	15
Humedad	1	2	3	6
Precipitación	30	40	40	50

En varias conferencias internacionales se ha tratado sobre la necesidad de considerar series normales de los diversos elementos climatológicos y es así que en la Conferencia Internacional de Varsovia, en

1935 se estableció como valor climático normal para los elementos climáticos, el tiempo transcurrido desde 1901 hasta 1930. Solamente para las precipitaciones se ha tomado desde 1891 hasta 1930. Sin embargo debido a ciertas dificultades, en una conferencia de la Organización Meteorológica Mundial, en 1957, se aceptó como valor normal el comprendido entre 1931 y 1960.

Los componentes en que se descompone el clima para su estudio se denomina elementos climatológicos, estos elementos son la radiación solar e irradiación terrestre, la temperatura, la humedad del aire, el viento, las nubes, las precipitaciones, la temperatura y humedad del suelo, etc.

La lista de elementos climatológicos, es larga y compleja, y por ello a efectos prácticos, suelen obviarse la mayor parte de ellos, centrándose las observaciones básicas en la temperatura del aire y en las precipitaciones, que son los elementos aparentemente más influyentes en la biosfera, aunque últimamente se están tomando datos mucho más completos referentes a humedad relativa, vientos, etc.

Los elementos climatológicos son las variables que componen el clima, y es preciso diferenciarlos de los factores climatológicos, que son características fijas y determinantes del clima de un lugar. Los factores climatológicos son, por tanto, los responsables de los valores tomados por los elementos climatológicos, tanto puntuales como promedio, y en definitiva serán el principio causal del clima de un lugar.

Dentro de estos factores climatológicos, tal vez el de mayor importancia sea la latitud geográfica. Conviene recordar que la causa fundamental del tiempo atmosférico es la posición relativa de la Tierra respecto al Sol.

Otro factor climático significativo es la altitud, tanto referida al nivel del mar como a los lugares circundantes al punto de observación. Con la altitud van variando la temperatura y la humedad, así como la turbulencia de la atmósfera.

También las características del suelo constituyen un factor climatológico importante. La composición geológica, la cubierta vegetal o las capas de nieve pueden por ejemplo, modificar el albedo, o las condiciones de humedad.

Un cuarto factor digno de consideración es la orientación del suelo y su grado de exposición. Al igual que ocurría con la latitud geográfica, la colocación del suelo frente al Sol modifica la incidencia de la radiación solar y puede dar lugar a un calentamiento mayor o menor.

El último factor climatológico que consideraremos es la continentalidad o grado de alejamiento del lugar de observación respecto a océanos, mares y otras grandes masas de agua. Cuanto mayor sea el aislamiento del lugar respecto a los vientos marinos, cargados de humedad, más marcadas serán las oscilaciones estacionales (SEOÁNEZ, 2001).

2.1.1. El clima amazónico

Las características generales del clima de la Amazonía son propias de un clima tropical con altas temperaturas, constante humedad atmosférica y abundantes precipitaciones concentradas durante el verano austral.

Estas características meteorológicas varían con la altitud, se tiene, el clima de ceja de selva se da entre 1000 y 3900 m.s.n.m., el de selva alta entre 400 y 1000 m.s.n.m. y el de selva baja entre 70 y 400 m.s.n.m.

El clima tropical de selva alta (400 a 1000 m.s.n.m.), el clima de esta región amazónica se caracteriza por la variabilidad de temperaturas entre el día y la noche, aunque esta es menor que en la ceja de selva.

Los días son calurosos y las noches frescas, como sucede por ejemplo en la ciudad de Tingo María, a orillas del río Huallaga, donde el descenso de la temperatura nocturna favorece la condensación de la humedad atmosférica en forma de rocío sobre las hojas de hierbas, gramíneas. Las temperaturas medias anuales son menores a 24.5 °C (PEÑAHERRERA, 2004).

2.2. Variación temporal de la temperatura del aire

Este elemento tiene variabilidad temporal y espacial por lo que su estudio, es necesario enfocar desde este punto de vista:

Resulta de gran importancia analizar los factores que modifican la onda térmica diurna, anual y los ciclos climáticos, esto es (GARCIA, 1994):

- a. La variación o comportamiento horario en el periodo de 24 horas, conocido como ciclo diurno de temperatura u onda térmica diurna.
- b. La marcha mensual en el periodo de 12 meses que da origen al ciclo anual de temperatura u onda térmica anual.
- c. Comportamiento multianual, donde se analizan los ciclos climáticos o trenes.
- d. Comportamiento mensual-anual que permite conocer los ciclos climáticos estacionales.

La temperatura media mensual se halla sumando las medias diarias y dividiendo entre el número de días del mes; y la temperatura media anual se obtiene sumando y promediando las doce medias mensuales.

Cuando se desea representar las temperaturas que caracterizan el clima de una región se recurre a los promedios llamados "temperaturas normales", que son índices fundamentales climatológicos que sirven para estudiar, comparar y clasificar los climas y que puede decirse que son las temperaturas medias que debieran registrarse en un lugar determinado si el tiempo no acusara diferencias de un año a otro. Estando el Perú en la región tropical se requiere, por lo menos, 10 años de observaciones continuas para establecer la normal de temperatura.

La temperatura normal mensual es la temperatura que debiera registrarse cada mes. Esta se consigue sumando las temperaturas medias mensuales correspondiente a un mes dado (enero por ejemplo) de una serie de años y dividiendo el total entre ese número de años de dicha serie. En la misma forma se procede con los restantes once meses. Así, al finalizar cada

mes, por comparación de la media mensual con su normal mensual se conocerá si ha sido más frío o más caluroso de lo que corresponde.

La temperatura normal anual es la temperatura media que debiera registrarse cada año. Se obtiene sumando y promediando las temperaturas medias anual del número de años registrados. Es un valor muy usado para comparar climas de diversas regiones.

La cobertura vegetativa de la tierra afecta el valor de la amplitud de la temperatura atenuándola especialmente cuando ésta es más abundante como en los bosques y las selvas.

La variación diaria de la temperatura depende de la presencia de otros elementos o fenómenos meteorológicos como la precipitación, nubosidad (Anexo B, del Apéndice 4), evaporación condensación, etc. (VALDIVIA, 1977).

Uno de los factores que condicionan la temperatura son las masas de aire del frente Antártico originando bruscos descensos de temperatura en la selva alta (Anexo A y B, del Apéndice 3) que se manifiestan en las bajas mínimas absolutas de temperatura para Puerto Maldonado, Pucallpa, Iquitos y Tingo María (Anexo C, del Apéndice 3). Es de solo unos pocos días, que es lo que tarda la masa de aire frío en pasar. Se presenta con mayor intensidad a fines de Junio. Hoy en día se sabe que los friajes se producen todo el año, pero que solo aquellos que se producen en el invierno dejan sentir fuertemente sus efectos (PEÑAHERRERA, 2004).

La variación más importante de temperatura en las regiones tropicales y ecuatoriales es la diurna, pero en latitudes superiores, la variación anual es mayor.

Normalmente la época más calurosa del año se presenta unas cuatro semanas después del solsticio de verano y la más fría unas cuatro semanas después del solsticio de invierno. Desviaciones de más de tres

semanas con respecto a esta fecha, se consideran anormales (BATTAN, 1976).

Actualmente los equinoccios ocurren el 21 de marzo y 23 de setiembre, mientras los solsticios ocurren el 21 de junio (solsticio de invierno) y 21 de diciembre (solsticio de verano) (GARCIA, 1994).

2.3. Variación temporal de humedad relativa

Como la humedad relativa es función de la temperatura su comportamiento temporal indica valores máximos en las horas frías de la mañana o meses fríos de invierno y los valores mínimos en las horas calurosas de la tarde y meses calurosos de verano. De manera semejante se explica su variación latitudinal, es decir en las latitudes con temperaturas altas se darán los valores bajos y viceversa (GARCIA, 1994).

La humedad relativa del aire depende de la temperatura, de forma que las variaciones diarias de temperatura hacen que aumente durante la noche y disminuya durante el día. También existe una variabilidad estacional, siendo mayor la humedad relativa en invierno que en verano, pues las bajas temperaturas hacen que la cantidad máxima de agua que pueda contener al aire sea menor. Al depender directamente de la temperatura, también pueden existir variaciones locales en la humedad del aire en función de las condiciones meteorológicas (SEOÁNEZ, 2002).

2.4. Variación espacial y temporal de precipitación

En la Sierra del país, el régimen de precipitación indica que la mayor precipitación ocurre en los meses de verano pero que generalmente se inician en los meses de agosto y setiembre para ir incrementándose en los meses siguientes, con excepción del mes de noviembre que generalmente presenta una disminución, hasta alcanzar valores máximos en los meses de febrero o marzo a partir del cual disminuye para desaparecer en los meses de mayo y junio. La pluviosidad anual oscila entre 75 mm en los inicios de las vertientes occidentales a 800 mm en las vertientes orientales. Esto hace que la sierra sea semiárida.

En la selva peruana el régimen es similar al de la sierra diferenciándose solo en la pluviosidad anual, la cual oscila entre 800 mm a más de 2500 mm.

La precipitación muestra cambios temporales con ocurrencias de inundaciones y sequías (GARCIA, 1994).

2.4.1. Clasificación de lluvias

Puede clasificarse en convectivas, orográficas o de convección forzada, ciclónicas, frontales, etc.

En la selva se tiene en la mayoría de los casos precipitaciones de origen convectiva, es decir, producto del ascenso por diferencia de densidad del aire cálido y húmedo de superficie. Por lo general ocurre en las horas del medio día y después del medio día. Son de naturaleza tormentosa. Por el contrario en la sierra del Perú predominan las precipitaciones de origen orográfico (Anexo D, del Apéndice 3).

En el Perú los principales factores que condicionan la precipitación son la presencia de los Andes, el Anticiclón del pacífico Sur, la corriente de Humboldt y la perturbaciones de la circulación general de la atmósfera (GARCIA, 1994).

En la Amazonía afecta el Anticiclón del Atlántico Sur, las masas de aire caliente y húmedo llega a nuestra Amazonía penetrando por la depresión transversal Amazónica, incrementando la humedad de la región y la intensidad de las lluvias en los flancos orientales de los Andes (PEÑAHERRERA, 2004).

2.5. El equilibrio del sistema climático

Se dice que hay un cambio climático cuando se produce una variación significativa y permanente de los elementos climáticos (temperatura, humedad, presión del aire, etc.) y que afecta a un amplio espacio geográfico. Se diferencia de la anomalía climática en que en esta última la duración de la variación es corta y tras ella se restablecen las condiciones habituales. Así por

ejemplo, se considera anomalía climática la sequía que puede padecer una determinada área geográfica durante unos cuantos años seguidos, mientras que se consideran como verdaderos cambios climáticos la sucesión de periodos glaciares e interglaciares (con duraciones de 100.000 y 10.000 años , respectivamente). La duda entre anomalía y cambio surge en escalas intermedias, como, por ejemplo, la sequía del Sahel africano que se viene produciendo insistentemente desde finales de los años 60.

De cualquier forma, cualquiera que sea la intensidad de las variaciones (en el espacio y en el tiempo), todas ellas están generadas por el peculiar funcionamiento del sistema climático, que es donde hay que buscar la dinámica de estas fluctuaciones.

La diversidad de los climas terrestres es el resultado del funcionamiento del sistema climático, cuyos componentes básicos (atmósfera, hidrosfera, criosfera, biosfera y litosfera) se conectan en interacciones complejas, a través de las cuales circula la energía procedente del Sol. Al final del proceso toda la energía entrante en el sistema es devuelta al espacio exterior, con lo cual el sistema climático permanece en equilibrio con el exterior y las temperaturas medias del planeta permanecen constantes.

Este equilibrio se produce a partir de otros desequilibrios producidos entre los distintos componentes del sistema y entre las distintas latitudes. Es por tanto, un equilibrio dinámico que garantiza la estabilidad de los climas terrestres y determina sus variaciones. Por consiguiente, la estabilidad de los climas actuales tiene solo una validez temporal, como lo demuestra el hecho del que el mosaico de climas terrestres tuvo en épocas pasadas una configuración distinta a la actual.

El equilibrio dinámico se consigna a través de flujos de calor y de humedad entre los distintos componentes del sistema y entre las latitudes. Ese equilibrio, que se logra a escala planetaria en un periodo de tiempo más o menos largo, no impide la aparición coyuntural de fenómenos anómalos, que no son más que reacciones del sistema ante desequilibrios zonales que es

preciso corregir. Así, por ejemplo, una fuerte ola de calor en un lugar implica la existencia de una ola de frío en otro lugar, una sequía prolongada en una determinada zona se compensa con lluvias torrenciales en otras zonas, la presión atmosférica en un área varía en relación inversa con la existente en otra área, etc. Estas anomalías compensatorias son precisamente las que garantizan el equilibrio global del sistema.

El cambio climático se produce cuando surge en uno de los componentes del sistema una anomalía de suficiente entidad para alterar su equilibrio, lo cual genera otra anomalía en otro componente, y así sucesivamente, lo que da lugar a un nuevo equilibrio del sistema (FUENTES, 2000).

2.5.1. Modelos climáticos

Para determinar si una anomalía tiene suficiente entidad para alterar el equilibrio del sistema climático se recurre a modelos de simulación, los cuales posibilitan la previsión de climas futuros.

Un modelo climático es una representación simplificada del funcionamiento del sistema climático. Está constituido por ecuaciones matemáticas que expresan y simulan las leyes y procesos que gobiernan el sistema climático, con el fin de predecir los efectos derivados de los cambios que ocurren en esos procesos (Anexo D, del Apéndice 4).

Para conocer la validez de un modelo se comprueba si representa bien las características del clima actual y de un clima del pasado que sea bien conocido. Si los resultados no son satisfactorios se modifica el modelo hasta que se consigan resultados válidos.

La introducción de modificaciones en alguno de los componentes del sistema permite simular los posibles cambios climáticos (FUENTES, 2000).

2.6. Impacto del cambio climático

Los modelos de cambio climático prevén para el siglo XXI un aumento general de la temperatura.

El cambio climático producirá un desplazamiento hacia latitudes más altas, tanto del bosque boreal (situado por encima de 50° de latitudes norte y sur) como del bosque templado (situado entre 25° y 50° en ambos hemisferios). El bosque tropical (situado en una franja 25° al norte y sur del Ecuador) saldrá beneficiado, aunque el mayor riesgo estará asociado al incremento de la población de estas zonas (en la actualidad la deforestación alcanza al 50% del bosque tropical africano y al 40% del bosque tropical de América del Sur) (FUENTES, 2000).

2.7. Cambios climáticos

La década de los 80 ha sido calificada como la más anómala del siglo XX, y los acontecimientos meteorológicos acaecidos durante la década de los 90 confirman la continuidad de esas condiciones extremas, e incluso parece que tienden a incrementarse.

Los datos meteorológicos disponibles desde hace 150 años nos muestran cambios sistemáticos en las precipitaciones medias, sino únicamente secuencias de años más lluviosos o más secos. En cambio, los análisis estadísticos sí que han puesto de manifiesto un aumento de 0.5° C en la temperatura media global durante el siglo XX, debido sobre todo, el aumento del efecto invernadero causado por el dióxido de carbono de las combustiones (FUENTES, 2000).

Para el estudio de los cambios climáticos en el pasado, los periodos de tiempo y las evidencias asociadas a ellos pueden ser agrupados en tres grandes categorías (GARCIA, 1994):

1. Periodos de orden de millones de años: Para el estudio de Paleo climas a través de la Paleo climatología.

2. Períodos en últimos miles de años, cuyo significado puede ser interpretado en términos de formas de vida de épocas geológicas recientes: Estos son en las provincias de Geocronología.

3. Series de tiempo, categoría correspondiente a los años más recientes para los cuales se disponen de records climáticos (datos).

2.7.1. Evidencias de cambios climáticos en la época actual.

En la época actual la hipótesis predominante, concordante con los hechos, es la de existencia de oscilaciones climáticas alrededor de unas condiciones medias; períodos de clima cálido alternados con otros fríos y períodos secos alternados con otros húmedos. Algunos hechos que confirman estos cambios son los siguientes (GARCIA, 1994):

- Datos sobre inundaciones y sequías.
- Datos sobre las épocas de siembra y recolección.
- Datos referentes a puertos y ríos que se elevan.
- Variaciones en el grosor de las capas concéntricas de los troncos de los árboles.
- Existencia de bosques en regiones que en la actualidad no reciben suficiente lluvia para sostenerlos; análogamente, turbas en tierras demasiadas secas en el presente.
- Obras de irrigación en sitios que disfrutaban en nuestros tiempos de lluvias suficientes. Acueductos y reservorios donde actualmente no hay agua para recoger.
- Depósito de sal, procedente de antiguos lagos desecados.
- Avances y retrocesos de glaciares.

2.8. Método para hallar tendencias.

Prueba de Dickey-Fuller (DF) Dickey y Fuller (1979), citado por GUJARATI (1997), sugieren las siguientes ecuaciones para determinar la presencia o no de raíces unitarias.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \delta Y_{t-1} + u_t$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta T + \delta Y_{t-1} + u_t$$

La diferencia entre estas tres regresiones envuelve la presencia de componentes determinísticos: **Intercepto (drift) y tendencia (T)**. La primera es un modelo puramente aleatorio. La segunda añade un intercepto o término de deriva, **drift** y la tercera incluye intercepto y un término de tendencia. El parámetro de interés en las 3 regresiones es δ .

2.8.1. Pasos para la prueba de hipótesis (GUJARATI, 1997):

1. Planteamiento de hipótesis:
 $H : \delta = 0$ La Serie es no estacionaria : Tiene una raíz unitaria
 $H : \delta \neq 0$ La Serie es estacionaria
2. Estadísticos para la prueba
 $t^* = \tau = \text{ADF}$ y los valores críticos de MacKinnon
3. Regla de decisión: Compáren el valor de **tau** con los valores críticos de MacKinnon
Si $|t^| \leq |\text{valor crítico DF}| \Rightarrow \text{Rechace a } H_0 . \text{ Serie estacionaria}$*
Si $|t^| > |\text{valor crítico DF}| \Rightarrow \text{Acepte a } H_0 . \text{ Serie No Estacionaria}$*
4. Conclusión:
PCE ... Como $|t^| > |\text{valor crítico DF}| \dots$ Serie no estacionaria*
PDI ... Como $|t^| > |\text{valor crítico DF}| \dots$ Serie no estacionaria*

2.8.2. Prueba aumentada de Dickey Fuller (ADF)

La prueba Aumentada de Dickey-Fuller (ADF) es una versión de la prueba de DF para modelos de series de tiempo mucho más grandes y complicados.

La ADF es un número negativo. Mientras más negativo sea el estadístico ADF (con respecto a los valores críticos) más fuerte será el rechazo de la hipótesis nula sobre la existencia de una Raíz Unitaria o no estacionariedad.

La ecuación de regresión ADF se basa en las regresiones, pero aumentándolas con términos retardados de la variable.

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta T + \delta Y_{t-1} + \gamma \sum_{i=0}^p Y_{t-1} + e_t$$

Use este estadístico cuando la prueba de DF no pueda corregir la correlación serial en los residuos (GUJARATI, 1997).

2.8.3. Vector auto regresivo (VAR)

Según STOCK y WATSON (2000), un VAR es un modelo lineal de n variables donde cada variable es explicada por sus propios retardos y los valores retardados del resto de variables endógenas.

Los modelos autorregresivos están formados única y exclusivamente por variables endógenas.

Los modelos VARs se utilizan a menudo para predecir sistemas interrelacionados de series temporales y para analizar el impacto dinámico de las perturbaciones aleatorias sobre el sistema de las variables.

2.8.4. Metodología de JOHANSEN (1991)

La especificación de esta metodología se basa en una generalización multivariada del procedimiento de Dickey y Fuller. Si X_t es un vector de n variables que siguen un proceso AR(1):

$$X_t = A_t X_{t-1} + \zeta_t$$

Entonces, restando X_{t-1} en ambos lados de la ecuación se obtiene:

$$\Delta X_t = A_t X_{t-1} - X_{t-1} + \zeta_t = (A_t - 1) X_{t-1} + \zeta_t = \Pi X_{t-1} + \zeta_t$$

Si Π es una matriz de ceros de tal forma que $\rho(\pi)=0$, entonces todas las variables son proceso con raíz unitaria ($\Delta X_t = \zeta_t$) y no hay combinaciones lineales estacionarias de X_t , entonces las variables no cointegran. Si $\rho(\pi) = \phi$, entonces todas las variables son estacionarias.

Como el Dickey-Fuller aumentado (ADF) se puede generalizar, el modelo para un proceso de mayor orden se obtendría reparametrizando de la siguiente manera:

$$X_t = A_1 X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + \dots + \zeta_t$$

restando X_{t-1} de ambos lados: $\Delta X_t = (A_1 - I) X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + \dots + A_p X_{t-p} + \zeta_t$

sumando y restando $(A_1 - I) X_{t-2}$ a la derecha:

$$\Delta X_t = (A_1 - I) X_{t-1} + (A_2 + A_1 - I) X_{t-2} + A_3 X_{t-3} + \dots + A_p X_{t-p} + \zeta_t$$

sumando y restando $(A_2 + A_1 - I) X_{t-3}$ a la derecha:

$$\Delta X_t = (A_1 - I) \Delta X_{t-1} + (A_2 + A_1 - I) \Delta X_{t-2} + (A_3 + A_2 + A_1 - I) X_{t-3} + \dots + A_p X_{t-p} + \zeta_t$$

Sumando y restando sucesivamente se obtiene el algoritmo:

$$\Delta X_t = \sum_{i=1}^p \Delta X_{t-i} + \Pi X_{t-p} + \zeta_t,$$

$$\text{donde } \Pi = -[I - \sum_{i=1}^p A_i]; \Pi$$

Esta es la fórmula general, que no es otra cosa que el llamado Modelo de Corrección de Errores (MCE), en el que el ajuste se produce con "p" rezagos. Así note que el término de corrección hacia la relación de largo plazo es ΠX_{t-p} , es decir un ajuste de dicha relación en el período t-p tiene efectos "p" períodos después. Esto lleva a que en general la especificación de este modelo tenga más bien un "p" bajo.

Dado que la determinación del número de vectores de cointegración depende del rango de Π y, por ende, del número de raíces características distintas de cero de dicha matriz, se requiere utilizar un test para verificar dicho número. Si se tienen las "n" raíces de la matriz $\Pi(\lambda_i)$ donde $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_n$, se puede plantear dos test:

(1) H_0 : el número de vectores de Cointegración es $\leq r$

$$\lambda_{TRACE}(R) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i), \text{ cuanto mayor número de } \lambda_s \text{ sean}$$

iguales a cero, menor será el λ_{TRACE} .

(2) H_0 : número de vectores de Cointegración = r.

(3) H_1 : número de vectores de Cointegración = r + 1.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de la investigación

Gabinete de Meteorología y Climatología Estación Base Tingo María, se encuentra ubicado en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Distrito Rupa- Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco.

Con las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: Sur 09° 18'00''

Longitud: Oeste 76° 01'00''

Altitud: 660 m.s.n.m.

3.2. Componentes en estudio

Los materiales básicos para este tipo de investigación lo constituyen las diversas fuentes de investigación que se encuentran a nuestro alcance, tales como:

a. Registros históricos de los promedios acumulados y promedios mensuales de las variables meteorológicas del período 1940 - 2007.

b. Boletines climáticos emitidos por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI.

c. Publicaciones emitidas por el Gabinete de Meteorología y Climatología de la Facultad de Recursos Naturales Renovables- UNAS.

d. Temas de investigación a fines realizados en las universidades, ONG, y otros.

3.2.1. Recopilación de información preliminar

Se procedió a tomar los datos del registro histórico de los promedios acumulados y promedios mensuales de las variables meteorológicas, como Temperaturas (máxima, mínima, media), Precipitación y Humedad Relativa, del período 1940-2007, registro que se encuentra en el Gabinete de Meteorología y Climatología; siendo procesados a la PC en el programa Excel, obteniendo así un banco de datos.

3.3. Análisis estadísticos

Con este banco de datos se procedió a determinar las variaciones hallando las anomalías de cada variable meteorológica, que viene a ser la diferencia entre el promedio mensual de observaciones de cada año y la normal respectiva, para las variables de temperatura (máxima, mínima, media) y humedad relativa.

Para la medición de anomalía de las precipitaciones acumuladas se ha calculado las variaciones porcentuales con respecto a sus normales.

La normal es el valor promedio de una variable meteorológica proveniente de un record extenso de años (30 años según la O.M.M.).

En este caso, se tomó datos de un período de 68 años y de cada 30 años, por lo tanto los valores serán analizados de la siguiente manera:

Enero de 1940 hasta Diciembre del 2007 (período 1940-2007).

Enero de 1948 hasta Diciembre de 1977 (período 1948-1977).

Enero de 1978 hasta Diciembre del 2007 (período 1978-2007); respectivamente.

Anomalía para Temperaturas y Humedad Relativa ($A_{T,HR}$):

$A_{T,HR} = \text{Promedio mensual de cada año} - \text{Normal}$

Anomalía para precipitación (A_p):

$$A_p = ((\text{Acumulado mensual de cada año} / \text{Normal}) - 1) * 100$$

Así mismo a partir del banco de datos y el análisis de Regresión, mediante el Proceso Generador de Datos, y utilizando el Modelo de Corrección de Errores (Modelos ARIMA) o auto regresivos, se efectuó el cálculo para indagar sobre las tendencias o ciclos existentes, en las variables utilizadas; obteniendo lo siguiente:

$$Y_t = a + bX_t + e_t$$

e_t = Error

Para que a y b sean consistentes Y_t y X_t deben ser estacionarios en niveles.

Es decir su media y varianza deben ser constantes en el tiempo.

Para lo cual se realizará la prueba de Dickey Fuller Aumentado.

Donde \hat{e}_t es el error estimado, si \hat{e}_t es estacionario

$$Y - a - bX_t = e_t$$

Para obtener el vector de cointegración.

H_0 : La serie no es estacionaria

H_1 : La serie es estacionaria

Aplicando el Modelo de corrección de errores, en el programa EViews, se obtiene la siguiente ecuación:

$$X_t = A_1 X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + \dots + \zeta_t$$

restando X_{t-1} de ambos lados:

$$\Delta X_t = (A_1 - 1) X_{t-1} + A_2 X_{t-2} + \dots + A_p X_{t-p} + \zeta_t$$

sumando y restando $(A_1 - 1) X_{t-2}$ a la derecha:

$$\Delta X_t = (A_1 - 1) X_{t-1} + (A_2 + A_1 - 1) X_{t-2} + A_3 X_{t-3} + \dots + A_p X_{t-p} + \zeta_t$$

sumando y restando $(A_2 + A_1 - 1) X_{t-3}$ a la derecha:

$$\Delta X_t = (A_1 - 1) \Delta X_{t-1} + (A_2 + A_1 - 1) \Delta X_{t-2} + (A_3 + A_2 + A_1 - 1) X_{t-3} + \dots + A_p X_{t-p} + \zeta_t$$

$$\Delta Y_t = -a [y_{t-1} - b X_{1,t-1} + c X_{2,t-1} - d] - e \Delta Y_{t-1} - f \Delta X_{1,t-1} + g \Delta X_{2,t-1} + h - i DU$$

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$\Delta X1_t = a_1[Y_{t-1} - bX1_{t-1} + cX2_{t-1} - d] + e_1\Delta Y_{t-1} - f_1\Delta X1_{t-1} + g_1\Delta X2_{t-1} + h_1 - i_1 * DU$$

$$\Delta X1_t = X1_t - X1_{t-1}$$

$$\Delta X2_t = -a_2[Y_{t-1} - bX1_{t-1} + cX2_{t-1} - d] + e_2\Delta Y_{t-1} + f_2\Delta X1_{t-1} - g_2\Delta X2_{t-1} + h_2 - i_2 * DU$$

$$\Delta X2_t = X2_t - X2_{t-1}$$

Donde: Y_t = Temperatura Media

$X1$ = Humedad Relativa

$X2$ = Precipitación

t = período

$t - 1$ = período anterior

$DU = 1$ en los meses de Julio y Agosto

$DU = 0$ en los otros meses

Ecuación de cointegración:

$$Y_{t-1} = -bX1_{t-1} + cX2_{t-1} - d + \hat{E}_{t-1}$$

$$Y_{t-1} = d + bX1_{t-1} - cX2_{t-1} + \hat{E}_{t-1} \quad \text{en } t-1$$

$$Y_t = d + bX1_t - cX2_t + \hat{E}_t \quad \text{en } t$$

$Y_t \rightarrow$ Tendencia de largo plazo.

IV. RESULTADOS

4.1. Banco de datos

Cuadro 1. Normal mensual de temperatura máxima (°C), período 1940-2007.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	1998	1978	1999	2025	2030	2001	2004	2050	2074	2059	2039	2024
PROM.	29.81	29.5	29.8	30.2	30.3	29.86	29.9	30.6	31	30.7	30.4	30.2
S D	1.18	1.05	0.93	0.78	0.71	0.86	0.93	0.92	1.01	0.92	1.01	1.01
C v	3.958	3.557	3.116	2.581	2.344	2.88	3.11	3.006	3.262	2.994	3.319	3.344

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 2. Promedios anuales de temperatura máxima (°C), período 1940-2007.

AÑOS	TOTAL	PROM.	S D	C v
1940	369.5	30.8	0.86	0.23
1941	362.4	30.2	1.17	0.32
1942	367.4	30.6	1.01	0.27
1943	383.4	32.0	1.32	0.34
1944	377.2	31.4	0.6	0.16
1945	364.2	30.4	0.92	0.25
1946	365.9	30.5	0.98	0.27
1947	360.8	30.1	0.64	0.18
1948	357.2	29.8	0.87	0.24
1949	358.1	29.8	1.2	0.34
1950	362.4	30.2	0.61	0.17
1951	361.3	30.1	0.69	0.19
1952	363.7	30.3	0.55	0.15
1953	360.1	30.0	1.11	0.31
1954	362.4	30.2	0.77	0.21
1955	356.3	29.7	1.18	0.33
1956	358.8	29.9	0.46	0.13
1957	364.1	30.3	0.8	0.22
1958	368.1	30.7	0.48	0.13
1959	358.7	29.9	0.88	0.25
1960	361.4	30.1	0.43	0.12

Cuadro 2 (continuación)

1961	356.8	29.7	0.78	0.22
1963	359.2	29.9	1.21	0.34
1964	355.5	29.6	0.81	0.23
1965	356.3	29.7	0.55	0.15
1966	361	30.1	0.96	0.27
1967	351.2	29.3	0.86	0.24
1968	353.9	29.5	0.55	0.16
1969	357.2	29.8	0.63	0.18
1970	360.1	30.0	0.63	0.17
1971	352.6	29.4	0.57	0.16
1972	354.5	29.5	0.55	0.16
1973	353.8	29.5	0.6	0.17
1974	348.1	29.0	0.81	0.23
1975	351.1	29.3	0.67	0.19
1976	350.6	29.2	0.77	0.22
1977	348	29.0	0.44	0.13
1978	356.8	29.7	1	0.28
1979	351.4	29.3	0.74	0.21
1980	354.8	29.6	0.77	0.22
1981	351.3	29.3	0.63	0.18
1982	349.3	29.1	0.34	0.10
1983	358.8	29.9	0.5	0.14
1984	351.9	29.3	1.16	0.33
1985	355.3	29.6	0.76	0.21
1986	347.8	29.0	1.09	0.31
1987	358.4	29.9	0.54	0.15
1988	353	29.4	0.74	0.21
1989	347.2	28.9	0.63	0.18
1990	350.9	29.2	0.59	0.17
1991	350.2	29.2	0.62	0.18
1992	351.7	29.3	0.54	0.15
1993	350.3	29.2	0.33	0.09
1994	350.3	29.2	0.78	0.22
1995	356.3	29.7	0.56	0.16
1996	351	29.3	0.63	0.18
1997	353.4	29.5	0.83	0.23
1998	362.3	30.2	0.41	0.11
1999	350.3	29.2	0.93	0.27
2000	351.1	29.3	0.92	0.26
2001	354.2	29.5	0.8	0.23
2002	354.1	29.5	0.55	0.16
2003	357.2	29.8	0.63	0.18
2004	352.2	29.3	0.72	0.20
2005	362	30.2	0.62	0.17
2006	357.1	29.8	0.61	0.17
2007	358.4	29.9	0.49	0.14

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 3. Normal mensual de temperatura mínima (°C), período 1940-2007.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	1349	1349	1350	1351	1327	1277	1242	1263	1292	1332	1347	1351
PROM.	20.14	20.1	20.1	20.2	19.8	19.06	18.5	18.8	19.3	19.9	20.1	20.16
S D	0.86	0.84	0.8	0.84	0.93	0.94	0.93	0.93	0.8	0.87	0.91	1.03
C v	4.271	4.172	3.97	4.166	4.694	4.93	5.019	4.935	4.148	4.375	4.525	5.108

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 4. Promedios anuales de temperatura mínima (°C), período 1940-2007.

AÑOS	TOTAL	PROM.	S D	C v
1940	220.4	18.4	0.96	5.22
1941	219	18.3	0.92	5.03
1942	219.8	18.3	0.92	5.03
1943	212.7	17.7	1.35	7.63
1944	213.4	17.8	1.27	7.13
1945	222.4	18.5	0.82	4.43
1946	221.3	18.4	1.01	5.49
1947	212.8	17.7	0.94	5.31
1948	213.9	17.8	0.62	3.48
1949	219.2	18.3	0.55	3.01
1950	237.5	19.8	0.67	3.38
1951	235.8	19.7	0.78	3.96
1952	235	19.6	0.67	3.42
1953	233.9	19.5	1.01	5.18
1954	236.9	19.7	0.61	3.10
1955	233	19.4	0.69	3.56
1956	229.2	19.1	0.51	2.67
1957	236.45	19.7	0.75	3.81
1958	244.2	20.4	0.75	3.68
1959	238.4	19.9	0.1	0.50
1960	242.2	20.2	0.73	3.61
1961	242.2	20.2	0.84	4.16
1962	236.9	19.7	0.7	3.55
1963	242.4	20.2	0.78	3.86
1964	242.3	20.2	0.68	3.37
1965	235.8	19.7	0.94	4.77

Cuadro 4 (continuación)

1966	239.8	20	0.99	4.95
1967	234.1	19.5	0.56	2.87
1968	228.8	19.1	0.9	4.71
1969	229.3	19.1	0.92	4.82
1970	233.3	19.4	0.62	3.20
1971	222.7	18.6	0.55	2.96
1972	231.9	19.3	0.51	2.64
1973	234.5	19.5	0.74	3.79
1974	227.7	19	0.67	3.53
1975	230.1	19.2	0.65	3.39
1976	230.8	19.2	0.74	3.85
1977	229.9	19.2	0.77	4.01
1978	229.9	19.2	0.56	2.92
1979	234.4	19.5	0.67	3.44
1980	231.1	19.3	0.83	4.30
1981	231.6	19.3	0.64	3.32
1982	230.3	19.2	0.46	2.40
1983	231.5	19.3	0.38	1.97
1984	226.4	18.9	0.68	3.60
1985	231.1	19.3	0.75	3.89
1986	233.2	19.4	0.54	2.78
1987	242.6	20.2	0.79	3.91
1988	238.8	19.9	0.87	4.37
1989	236.1	19.7	0.75	3.81
1990	238.8	19.9	0.62	3.12
1991	233.2	19.4	1.16	5.98
1992	232	19.3	0.82	4.25
1993	232.1	19.3	0.61	3.16
1994	230.9	19.2	0.97	5.05
1995	237.6	19.8	0.55	2.78
1996	230.3	19.2	1	5.21
1997	237.8	19.8	0.76	3.84
1998	237.9	19.8	1.17	5.91
1999	231.7	19.3	0.53	2.75
2000	239.1	19.9	0.57	2.86
2001	241.2	20.1	0.61	3.03
2002	242.2	20.2	0.55	2.72
2003	241.3	20.1	0.79	3.93
2004	242.77	20.2	0.97	4.80
2005	244.89	20.4	0.73	3.58
2006	244.1	20.3	0.64	3.15
2007	245.9	20.5	0.68	3.32

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 5. Normal mensual de temperatura media (°C), período 1940-2007.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	1674	1664	1675	1689	1680	1640	1624	1658	1684	1696	1694	1688
PROM.	25.0	24.8	25.0	25.2	25.1	24.5	24.2	24.7	25.1	25.3	25.3	25.2
S D	0.75	0.7	0.68	0.61	0.61	0.62	0.65	0.64	0.67	0.72	0.71	0.76
C v	3.002	2.818	2.72	2.42	2.433	2.53	2.682	2.587	2.665	2.845	2.808	3.016

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 6. Promedios anuales de temperatura media (°C), período 1940-2007.

AÑOS	TOTAL	PROM.	S D	C v
1940	295.2	24.6	0.8	3.25
1941	290.9	24.2	0.86	3.55
1942	293.4	24.5	0.86	3.52
1943	297.6	24.8	1.01	4.07
1944	294.9	24.6	0.66	2.69
1945	293	24.4	0.45	1.84
1946	293.4	24.5	0.64	2.62
1947	286.7	23.9	0.53	2.22
1948	285.3	23.8	0.5	2.10
1949	288.6	24.1	0.51	2.12
1950	299.7	25.0	0.41	1.64
1951	298.3	24.9	0.44	1.77
1952	299	24.9	0.34	1.36
1953	297.1	24.8	0.69	2.79
1954	299.9	25.0	0.55	2.20
1955	295	24.6	0.54	2.20
1956	294.2	24.5	0.35	1.43
1957	300.8	25.1	0.72	2.87
1958	306.4	25.5	0.46	1.80
1959	298.8	24.9	0.62	2.49
1960	302	25.2	0.4	1.59
1961	299.9	25.0	0.48	1.92
1962	297.9	24.8	0.61	2.46
1963	301.2	25.1	0.79	3.15
1964	299.6	25.0	0.65	2.60
1965	296.3	24.7	0.47	1.90
1966	300.4	25.0	0.75	3.00
1967	292.9	24.4	0.51	2.09

Cuadro 6 (continuación)

1968	291.5	24.3	0.56	2.31
1969	293.5	24.5	0.59	2.41
1970	297.1	24.8	0.49	1.98
1971	287.9	24.0	0.39	1.63
1972	293.7	24.5	0.39	1.59
1973	294.6	24.6	0.42	1.71
1974	288.2	24.0	0.53	2.21
1975	290.8	24.2	0.38	1.57
1976	291	24.3	0.5	2.06
1977	289.3	24.1	0.48	1.99
1978	293.6	24.5	0.53	2.17
1979	293.7	24.5	0.54	2.21
1980	293.2	24.4	0.28	1.15
1981	290.8	24.2	0.3	1.24
1982	290.2	24.2	0.28	1.16
1983	295.4	24.6	0.37	1.50
1984	289.4	24.1	0.62	2.57
1985	293.6	24.5	0.64	2.62
1986	290.6	24.2	0.5	2.06
1987	300.7	25.1	0.49	1.96
1988	296.3	24.7	0.66	2.67
1989	291.8	24.3	0.59	2.43
1990	295.2	24.6	0.48	1.95
1991	291.9	24.3	0.72	2.96
1992	292.3	24.4	0.64	2.63
1993	291.1	24.3	0.31	1.28
1994	290.8	24.2	0.58	2.39
1995	297.2	24.8	0.35	1.41
1996	290.9	24.2	0.37	1.53
1997	296.1	24.7	0.64	2.59
1998	300.3	25.0	0.65	2.60
1999	291.3	24.3	0.68	2.80
2000	295.4	24.6	0.65	2.64
2001	297.3	24.8	0.57	2.30
2002	298.2	24.9	0.38	1.53
2003	299.2	24.9	0.6	2.41
2004	297.4	24.8	0.81	3.27
2005	303.7	25.3	0.49	1.94
2006	300.3	25.0	0.32	1.28
2007	301.7	25.1	0.29	1.15

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

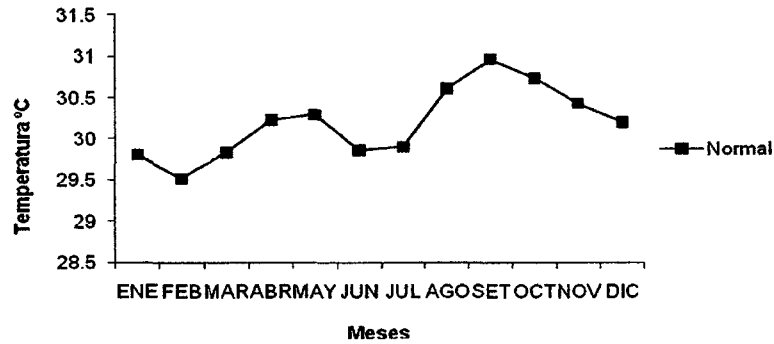


Figura 1. Normal mensual de temperatura máxima período 1940-2007 (68 años).

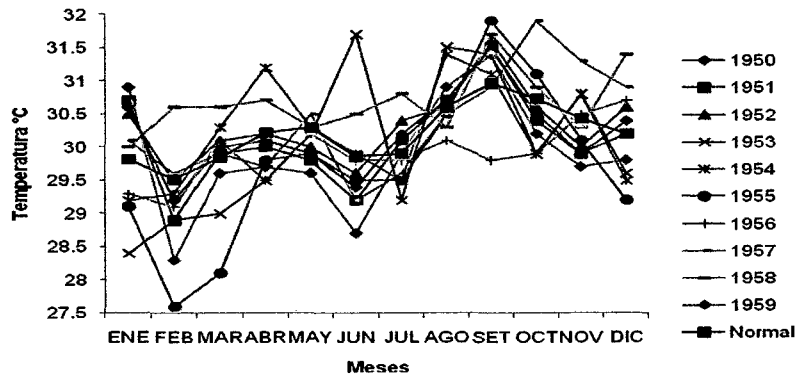


Figura 3. Comparación de la media mensual (1950-1959) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).

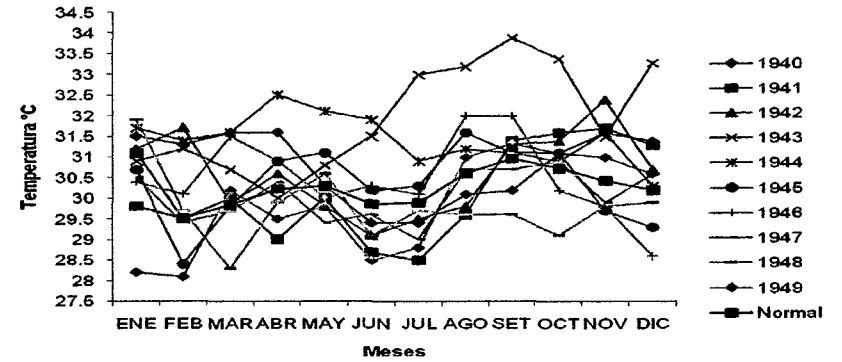


Figura 2. Comparación de la media mensual (1940-1949) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).

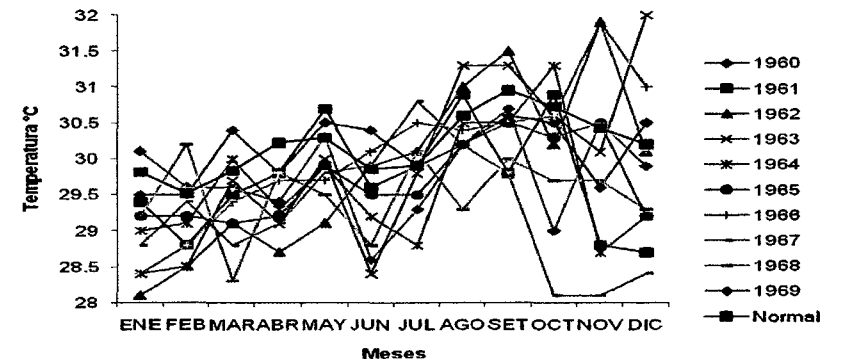


Figura 4. Comparación de la media mensual (1960-1969) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).

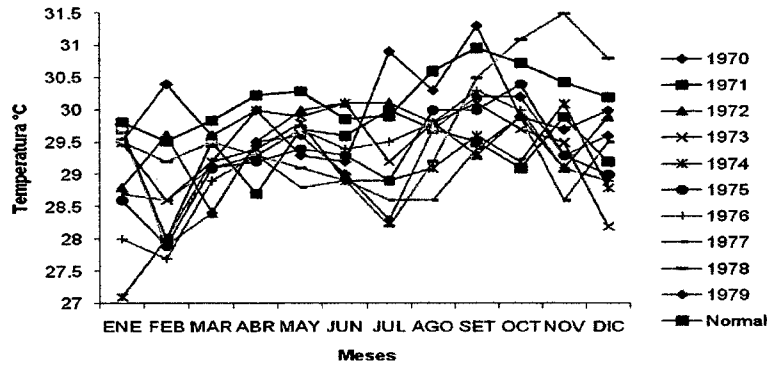


Figura 5. Comparación de la media mensual (1970-1979) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).

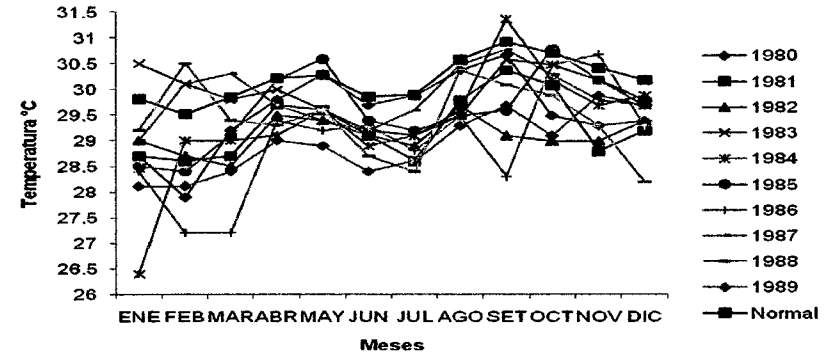


Figura 6. Comparación de la media mensual (1980-1989) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).

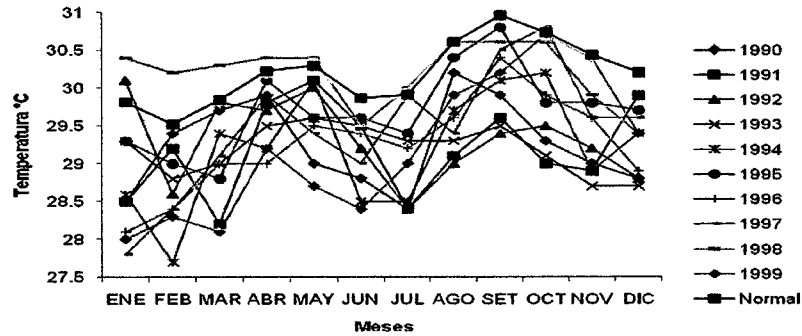


Figura 7. Comparación de la media mensual (1990-1999) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).

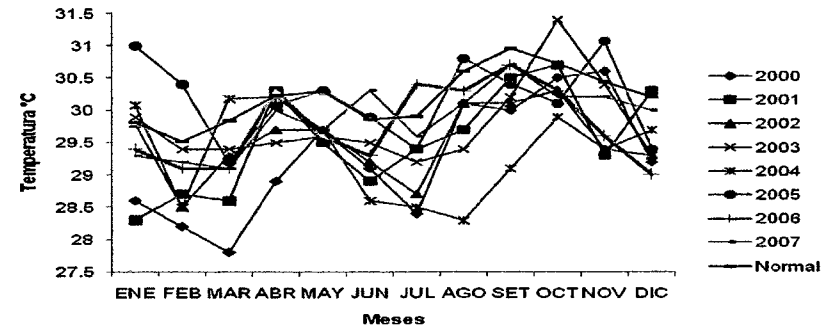


Figura 8. Comparación de la media mensual (2000-2007) con su normal mensual de temperatura máxima (1940-2007).

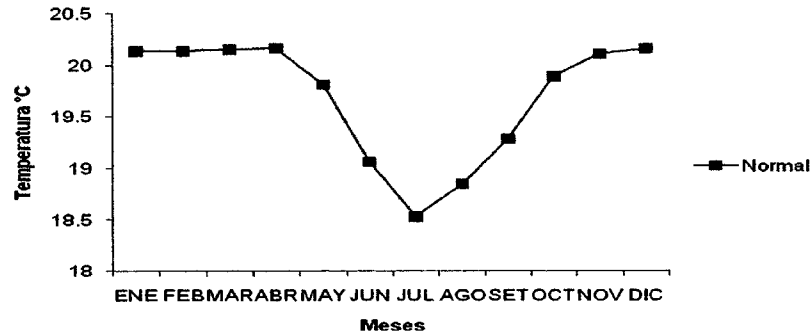


Figura 9. Normal mensual de temperatura mínima período 1940-2007 (68 años).

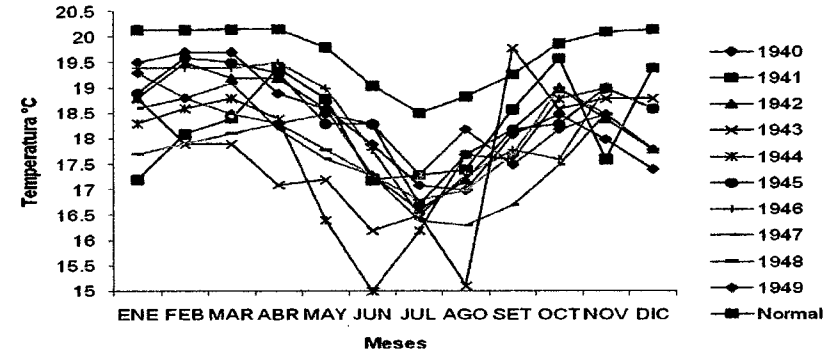


Figura 10. Comparación de la media mensual (1940-1949) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).

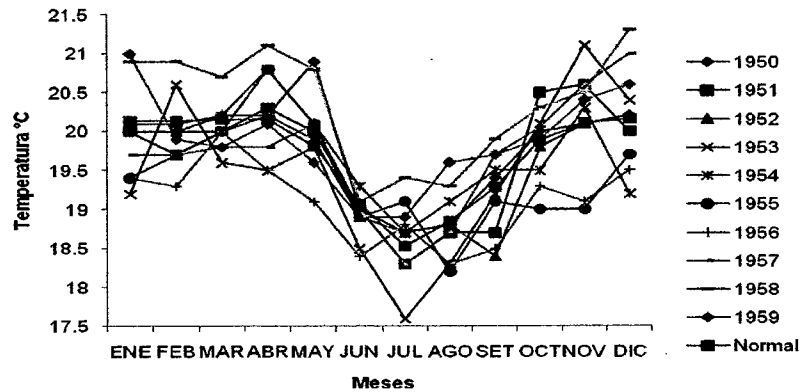


Figura 11. Comparación de la media mensual (1950-1959) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).

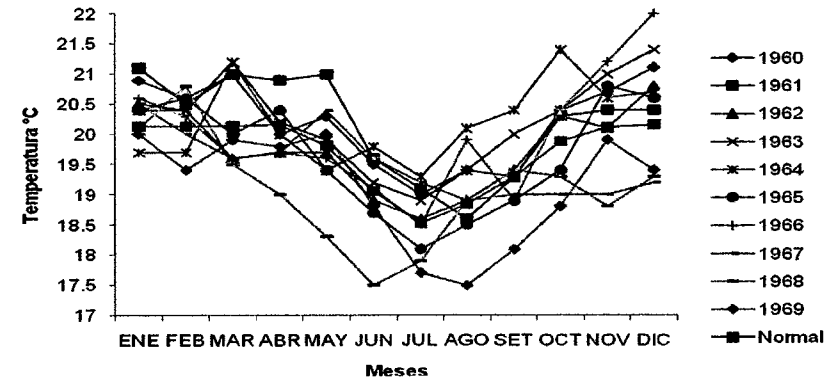


Figura 12. Comparación de la media mensual (1960-1969) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).

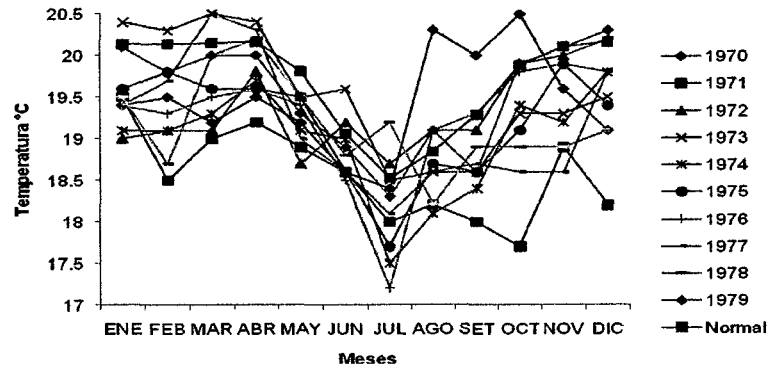


Figura 13. Comparación de la media mensual (1970-1979) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).

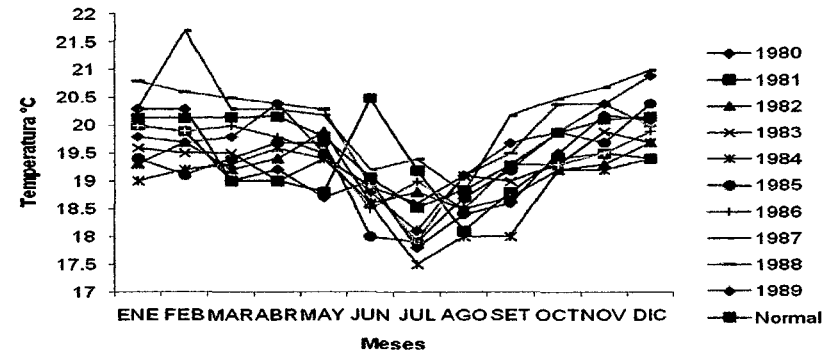


Figura 14. Comparación de la media mensual (1980-1989) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).

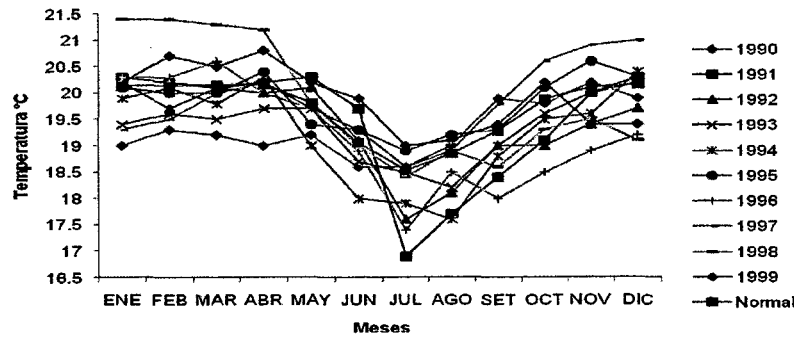


Figura 15. Comparación de la media mensual (1990-1999) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).

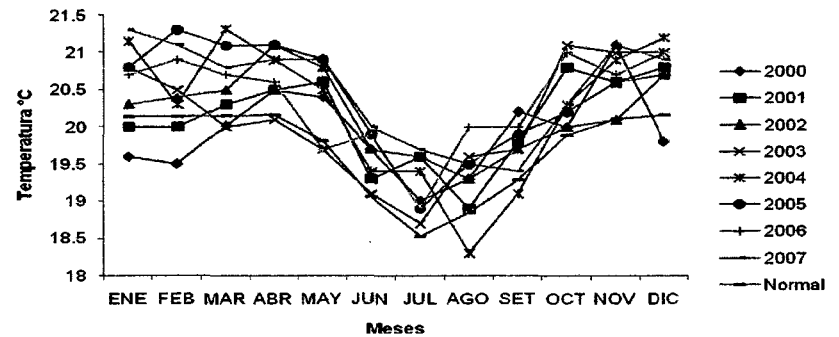


Figura 16. Comparación de la media mensual (2000-2007) con su normal mensual de temperatura mínima (1940-2007).

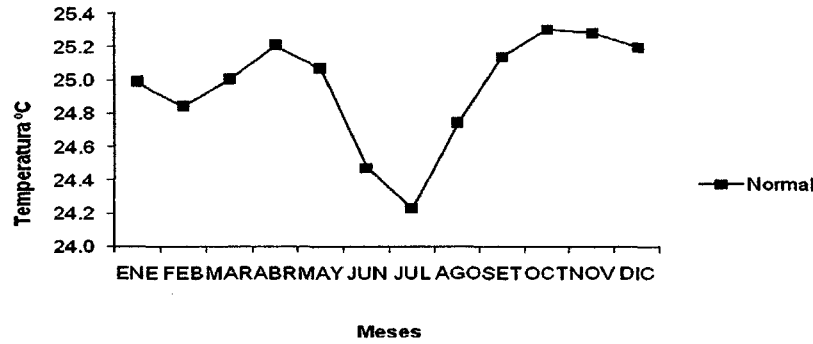


Figura 17. Normal mensual de temperatura media período 1940-2007 (68 años).

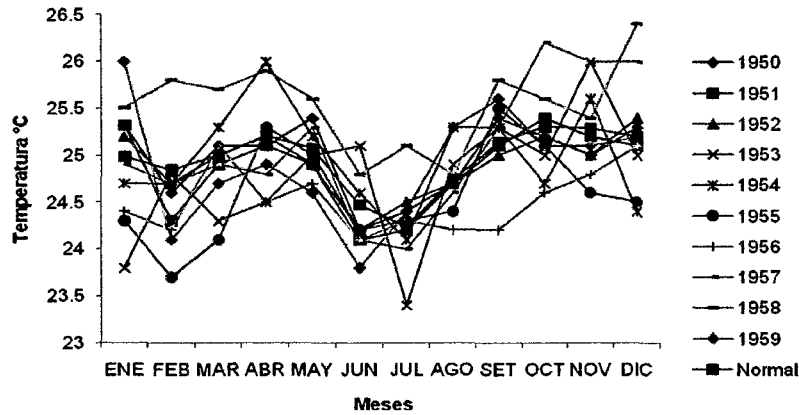


Figura 19. Comparación de la media mensual (1950-1959) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).

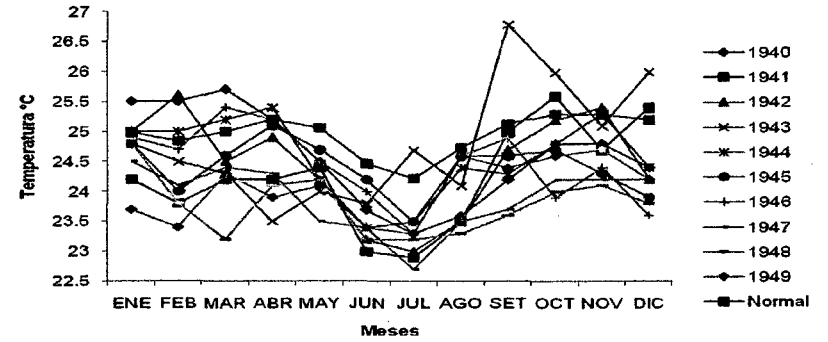


Figura 18. Comparación de la media mensual (1940-1949) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).

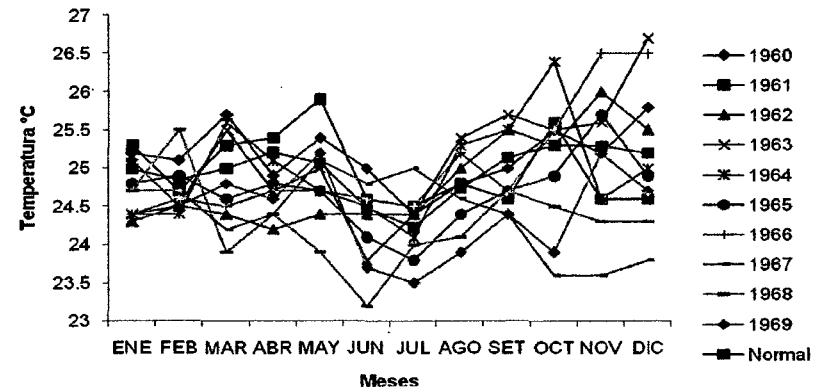


Figura 20. Comparación de la media mensual (1960-1969) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).

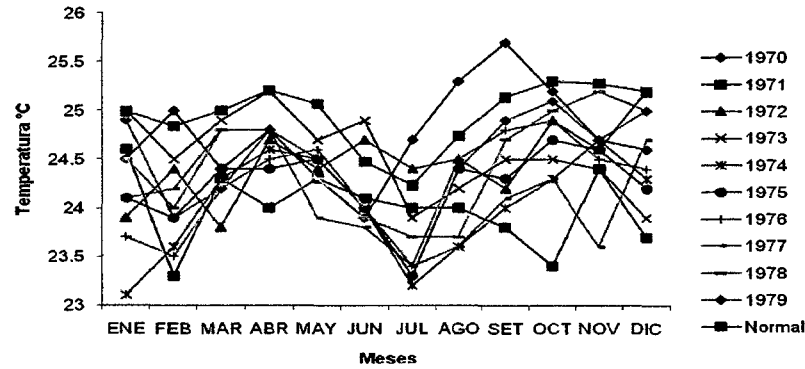


Figura 21. Comparación de la media mensual (1970-1979) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).

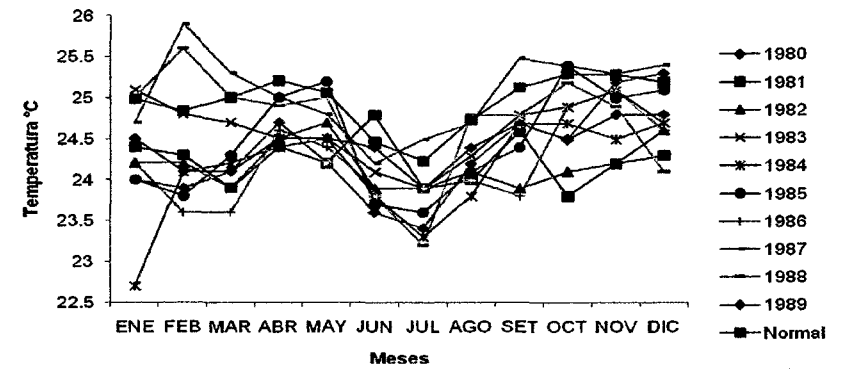


Figura 22. Comparación de la media mensual (1980-1989) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).

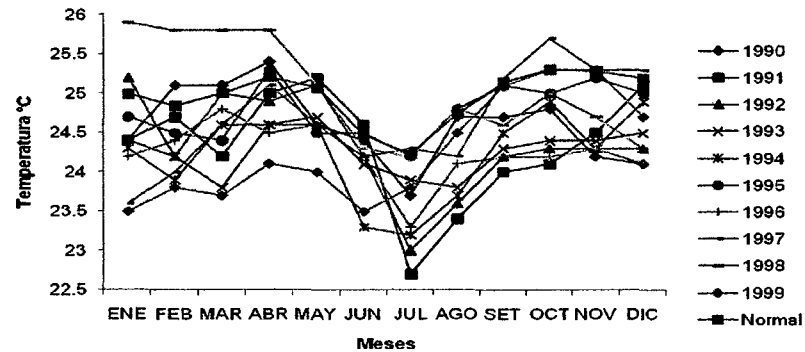


Figura 23. Comparación de la media mensual (1990-1999) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).

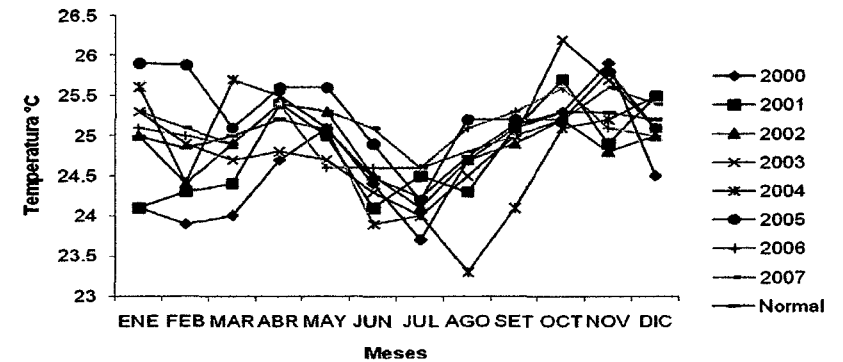


Figura 24. Comparación de la media mensual (2000-2007) con su normal mensual de temperatura media (1940-2007).

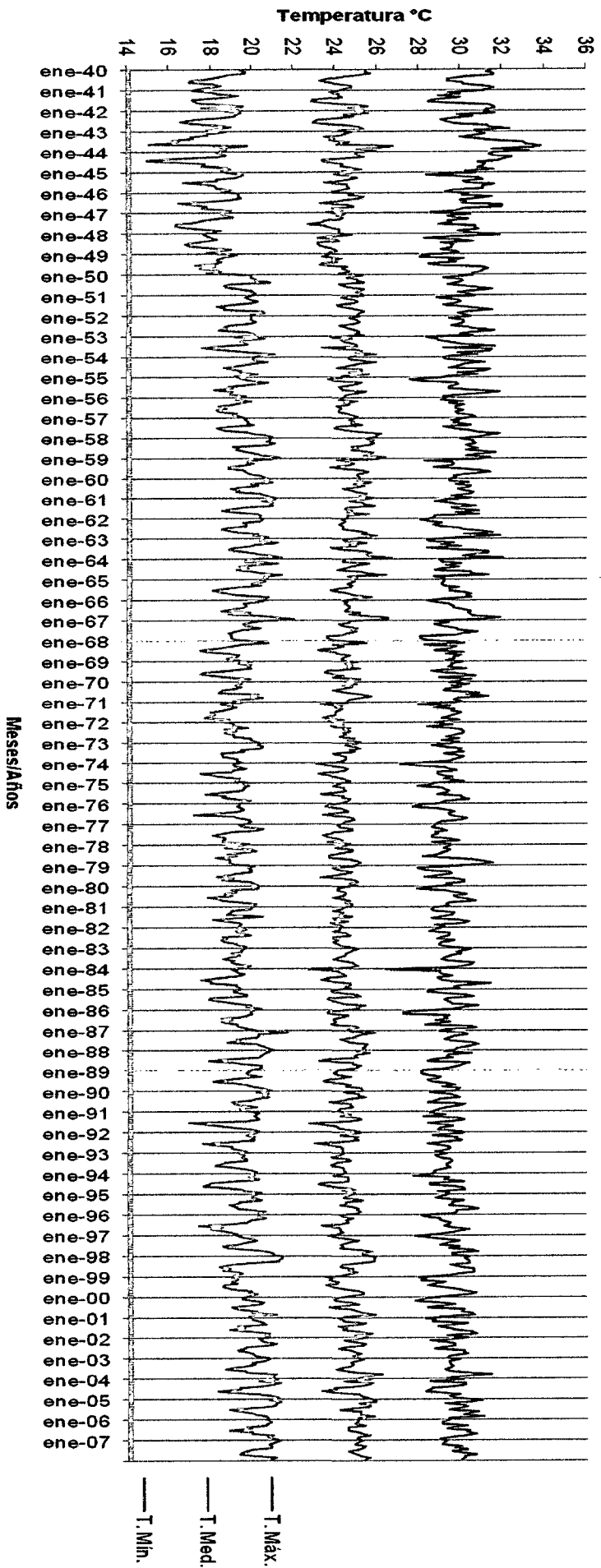


Figura 25. Comportamiento multianual de temperaturas período 1940-2007 (68 años).

Normal mensual y comportamiento multianual de temperatura máxima y mínima, período 1940-2007.

En este caso se halló la normal mensual de un record de 68 años, la normal mensual viene a ser la suma de las medias mensuales correspondientes a un mes dado de una serie de años y dividiendo el total entre ese número de años de dicha serie, en la misma forma se procede con los restantes once meses y tomando en cuenta las estaciones del año (Anexo C, del Apéndice 4), las fechas en que se dan cada una de ellas, primavera (22-23 de setiembre al 21 de diciembre), verano (21 de diciembre al 21 de marzo), otoño (20-21 de marzo al 21 de junio), invierno (21 de junio al 21 de setiembre) se observa el comportamiento de cada variable durante el año.

Podemos decir, para el caso de la temperatura máxima en el lugar de estudio se observa que en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, junio y julio los valores de temperatura máxima son descendentes, es decir en las estaciones de final primavera, inicios de verano y a inicios de invierno; mientras que en los meses de marzo, abril, mayo, agosto y setiembre los valores son ascendentes en otoño y fines de invierno (Figura 1).

Para la temperatura mínima los valores son ascendentes en los meses de enero, febrero, marzo, abril, agosto, setiembre, octubre, noviembre, y diciembre, en verano, inicios de otoño, fines de invierno y en primavera, mientras que en los meses de mayo, junio y julio los valores tienden a descender, fines de otoño y a inicios de invierno (Figura 9).

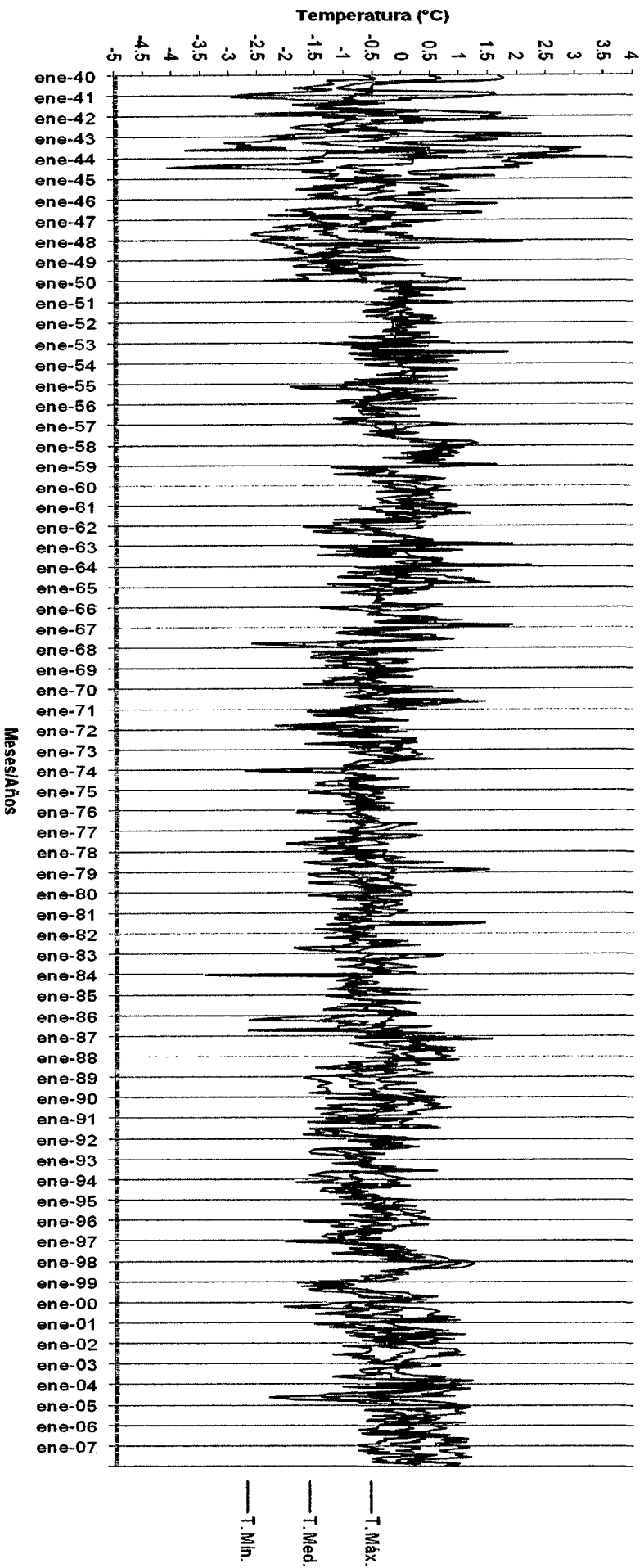


Figura 26. Anomalía multiannual de temperaturas periodo 1940-2007 (68 años).

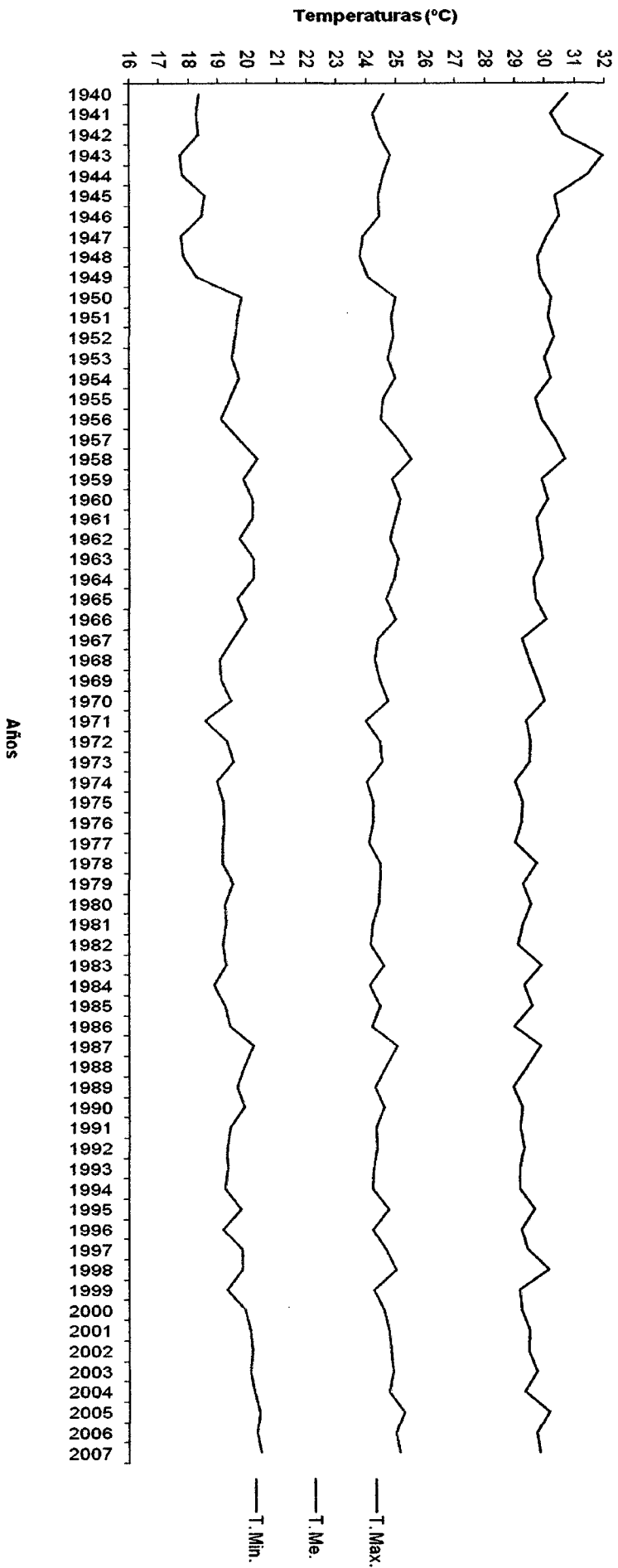


Figura 27. Variación media anual de temperaturas período 1940-2007 (68 años).

Anomalía multianual de temperatura máxima y mínima, período 1940-2007.

Se observa los promedios mensuales de cada año, donde encontramos picos altos y bajos, promedios mensuales que no tendrán el mismo comportamiento cada año, comparando con su normal mensual respectiva se conoce qué mes y en qué año se encuentra por encima o debajo de su normal, cuales vienen a ser los meses anómalos que son la diferencia entre estos, para cada variable; es decir se conocerá meses calurosos y meses fríos de lo que corresponde, con temperatura máxima (Figuras 2 al 8) y mínima (Figuras 10 al 16).

Es decir se obtiene anomalías positivas y negativas, rangos de 0.1°C a 3.54°C , de -0.1°C a -3.41°C , en el caso de temperatura máxima, se toma en cuenta las anomalías positivas y las más representativas se presentan:

En los meses de enero a marzo, noviembre, diciembre del año 1940; noviembre, diciembre de 1941; febrero, noviembre de 1942; febrero, junio a diciembre de 1943; de enero a junio, noviembre de 1944; marzo de 1946; enero de 1948; junio de 1953; noviembre de 1962; diciembre de 1963; noviembre de 1978; anomalías positivas representativas rangos tomados de 1.50°C a 3.54°C (Figura 26).

En el caso de temperatura mínima se toma en cuenta las anomalías negativas y las más representativas se tomaron en un rango de -1.50°C a -4.06°C , se presentan:

En los meses de agosto, noviembre, diciembre del año 1940; de enero a marzo, junio, noviembre de 1941; de junio a agosto, noviembre, diciembre de 1942; de febrero a agosto de 1943; enero, febrero, abril a julio, diciembre de 1944; de mayo a julio, octubre, diciembre de 1945; de julio a octubre, diciembre de 1946; de enero a diciembre de 1947; de enero a setiembre, noviembre, diciembre de 1948; marzo, abril, setiembre a diciembre de 1949; febrero, octubre, diciembre de 1971; noviembre de 1977 (Figura 26).

Variación media anual de temperatura máxima y mínima, período 1940-2007.

En promedio anual el valor máximo de temperatura máxima se dio en el año 1943 y el mínimo en el año 1989 (Figura 27).

En el caso de la temperatura mínima el valor máximo de promedio anual fue en el año 1958 y 2007, el mínimo en los años 1943 y 1947 (Figura 27).

Cuadro 7. Normal mensual de precipitación (mm.), período 1940-2007.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	29293	27186	26211	20020	15012	10067	9796	8242	11991	19369	23942	27155
PROM.	437.21	405.75	391.2	298.81	224.06	150.26	146.2	123	178.97	289.09	357.3	405.3
S D	144.13	111.8	123.9	105.5	83.42	75.44	69.9	73.27	68.09	114.2	125.9	153.3
C v	32.966	27.55	31.67	35.31	37.23	50.21	47.8	59.56	38.04	39.51	35.23	37.83

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 8. Promedios anuales de precipitaciones (mm.), período 1940-2007.

AÑOS	TOTAL	PROM.	S D	C v
1940	3676	306.33	147.42	48.12
1941	3608.7	300.73	168.29	55.96
1942	3191.8	265.98	103	38.72
1943	3369.8	280.82	156.9	55.87
1944	3075.9	256.33	175.2	68.35
1945	3967.3	330.61	152.8	46.22
1946	3404.1	283.68	125.1	44.10
1947	3288	274.00	104.4	38.10
1948	3853.3	321.11	160.7	50.05
1949	3831	319.25	206.7	64.75
1950	3360.8	280.07	111.6	39.85
1951	3405.1	283.76	93.2	32.84
1952	3304.5	275.38	121	43.94
1953	3682	306.83	200.7	65.41
1954	2401.5	200.13	149.8	74.85
1955	2364	197.00	103.2	52.39
1956	3038.5	253.21	131.4	51.89
1957	3360.8	280.07	111.6	39.85
1958	3405.1	283.76	93.2	32.84
1959	3304.5	275.38	121	43.94
1960	3081.2	256.77	123.4	48.06
1961	2998.6	249.88	141.5	56.63
1962	2889	240.75	148.2	61.56
1963	2861.6	238.47	172.9	72.50
1964	2838.2	236.52	131.7	55.68
1965	3108	259.00	158.6	61.24
1966	2786.4	232.20	143.3	61.71
1967	3023.4	251.95	113.2	44.93
1968	3386.5	282.21	161.9	57.37

Cuadro 8 (continuación)

1969	3089	257.42	120.7	46.89
1970	3391.2	282.60	101.2	35.81
1971	2900.1	241.68	100.8	41.71
1972	3507.6	292.30	140.7	48.14
1973	4094.3	341.19	157.1	46.04
1974	3996.6	333.05	149.2	44.80
1975	3339.9	278.33	122.3	43.94
1976	2768.2	230.68	140.9	61.08
1977	3786.6	315.55	235.7	74.69
1978	2874	239.50	145.7	60.84
1979	2987.1	248.93	160.2	64.36
1980	3262.4	271.87	147.6	54.29
1981	4472.1	372.68	262.6	70.46
1982	4721.8	393.48	245.9	62.49
1983	4242.2	353.52	217.4	61.50
1984	3829.3	319.11	165.2	51.77
1985	3640	303.33	178.8	58.95
1986	3290.2	274.18	156.3	57.01
1987	3262.3	271.86	179.4	65.99
1988	2877.5	239.79	147.1	61.34
1989	2977.6	248.13	149.6	60.29
1990	3280.5	273.38	147.9	54.10
1991	3106.2	258.85	141.5	54.66
1992	4181.6	348.47	122	35.01
1993	3723	310.25	141.1	45.48
1994	3776.6	314.72	235.4	74.80
1995	2587.6	215.63	117.7	54.58
1996	3125.9	260.49	132.8	50.98
1997	3433.1	286.09	167.6	58.58
1998	3295.8	274.65	140.6	51.19
1999	3463.9	288.66	175.2	60.69
2000	3198.2	266.52	146.5	54.97
2001	3239.7	269.98	158.1	58.56
2002	3886.6	323.88	154.4	47.67
2003	3667.2	305.60	125.6	41.10
2004	3043.8	253.65	124.3	49.00
2005	2711.57	225.96	172.7	76.43
2006	3833.2	319.43	183.3	57.38
2007	3554.15	296.18	189.4	63.95

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

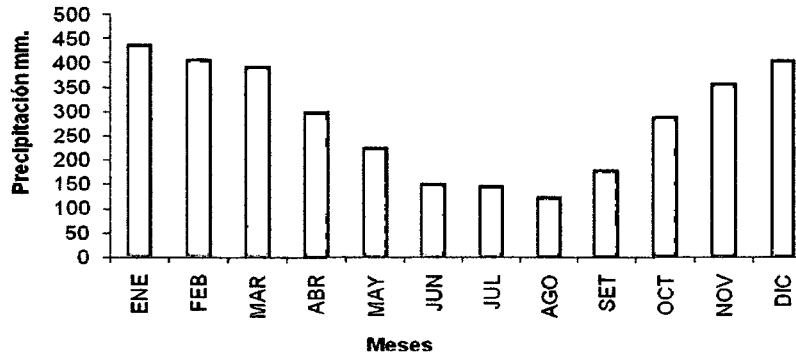


Figura 28. Normal mensual de precipitación período 1940-2007 (68 años).

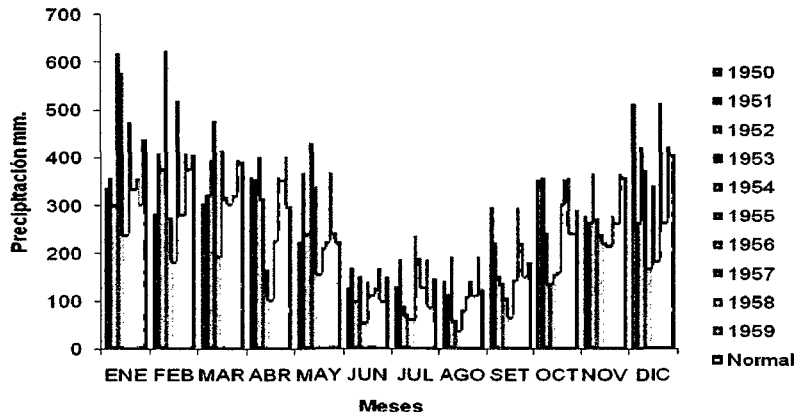


Figura 30. Comparación de la media mensual (1950-1959) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).

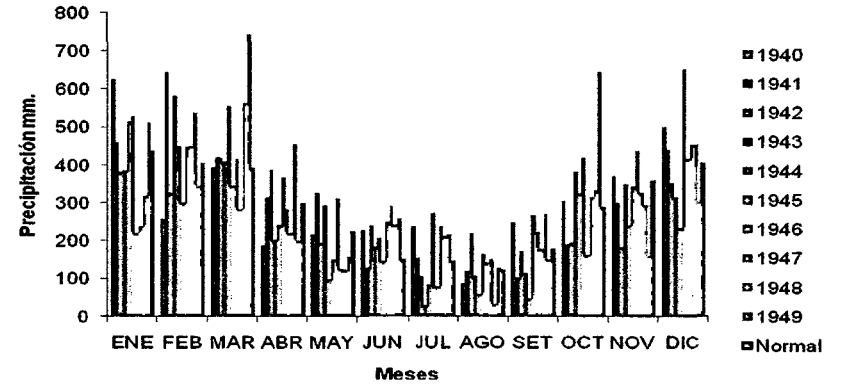


Figura 29. Comparación de la media mensual (1940-1949) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).

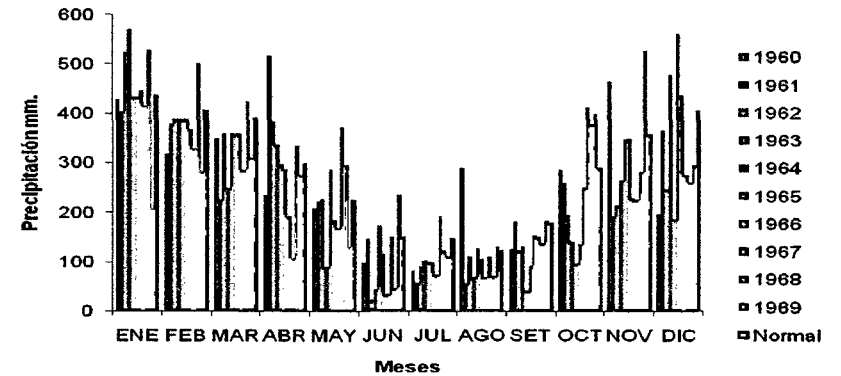


Figura 31. Comparación de la media mensual (1960-1969) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).

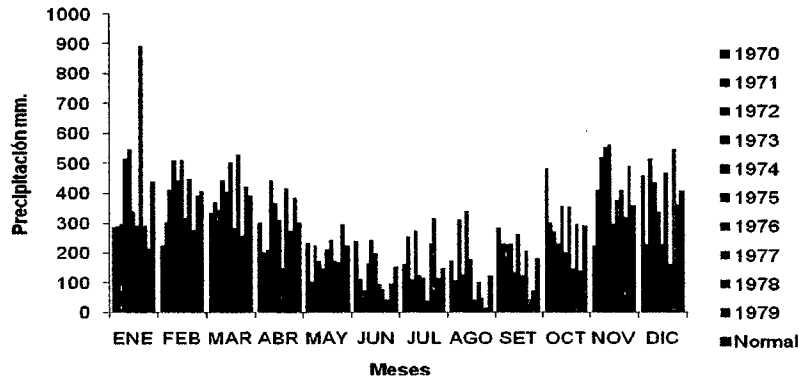


Figura 32. Comparación de la media mensual (1970-1979) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).

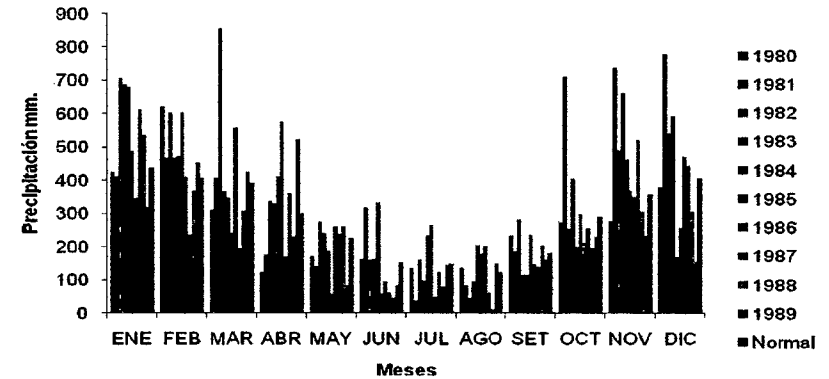


Figura 33. Comparación de la media mensual (1980-1989) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).

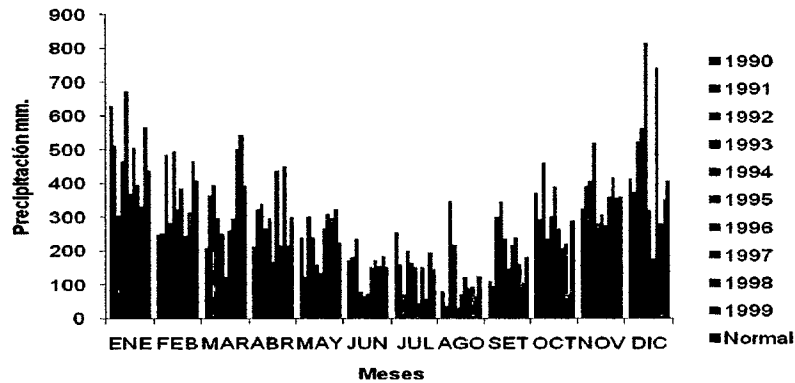


Figura 34. Comparación de la media mensual (1990-1999) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).

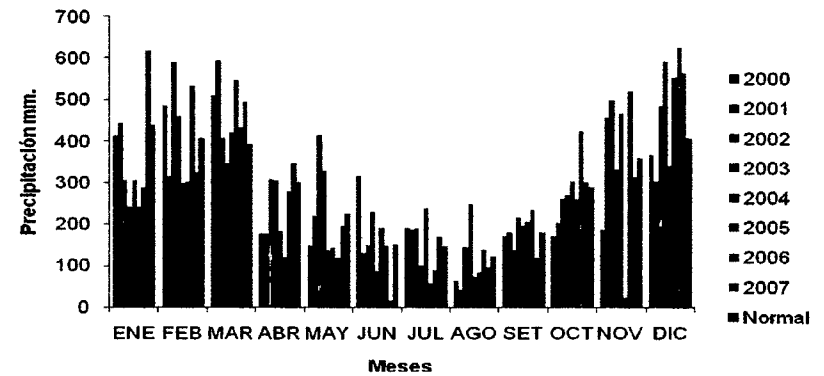
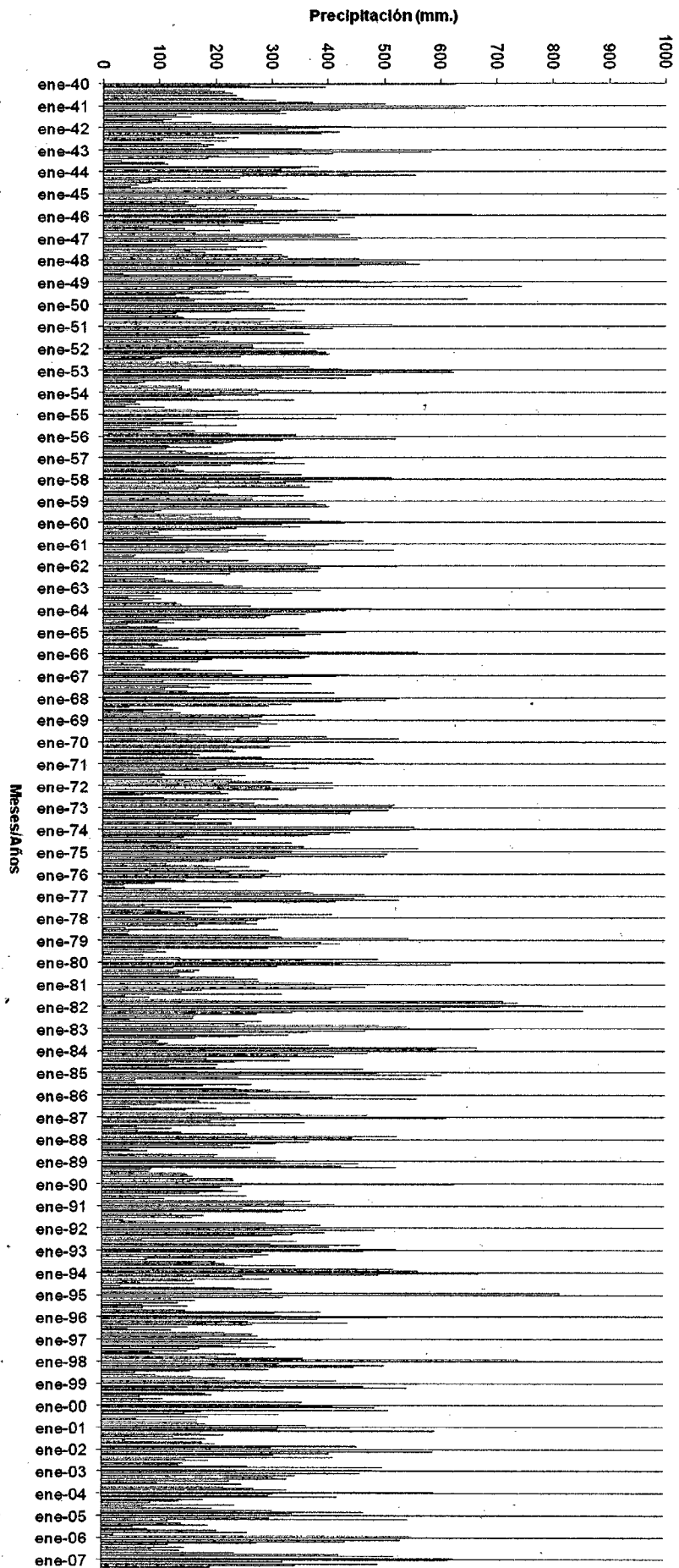


Figura 35. Comparación de la media mensual (2000-2007) con su normal mensual de precipitación (1940-2007).

Figura 36. Comportamiento multianual de precipitación periodo 1940-2007 (68 años).



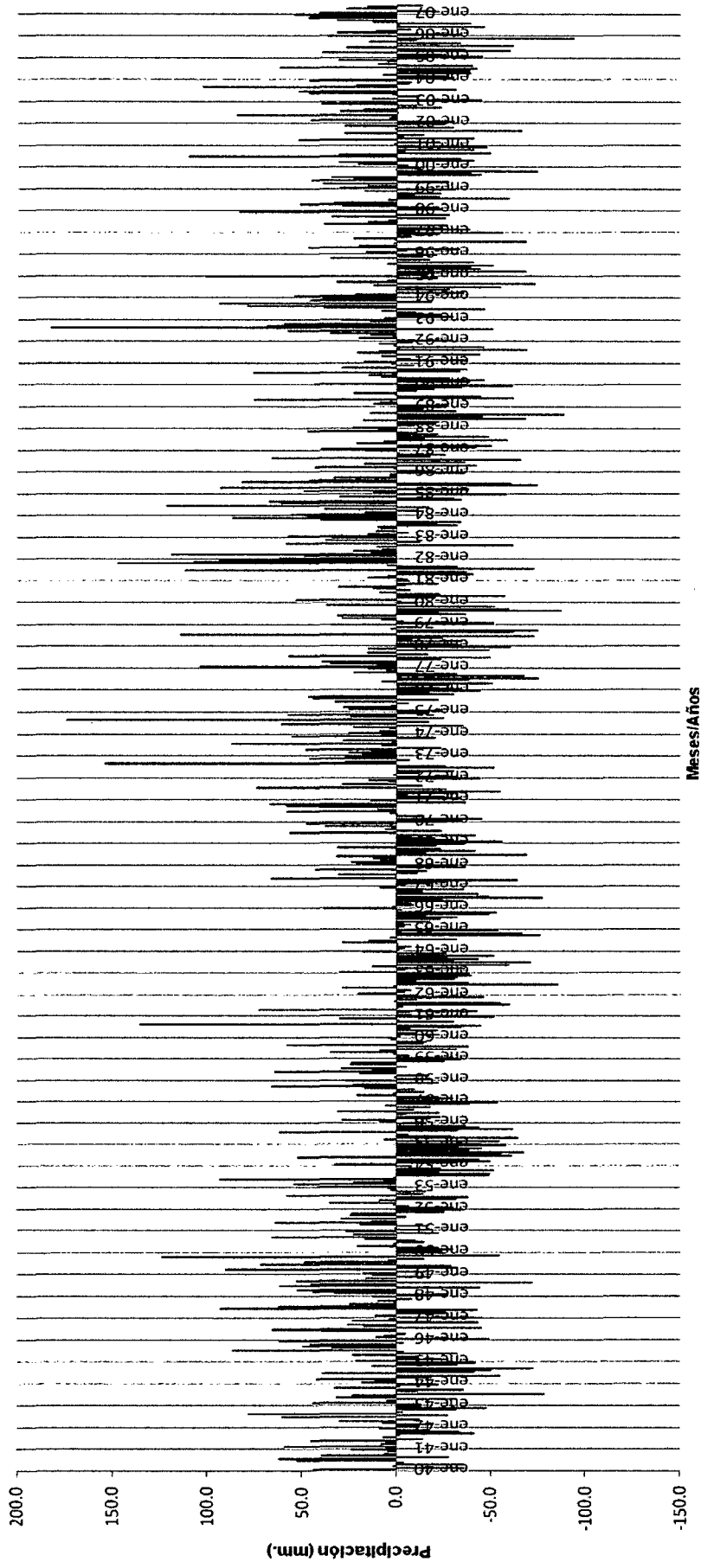


Figura 37. Anomalía multianual de precipitación período 1940-2007 (68 años).

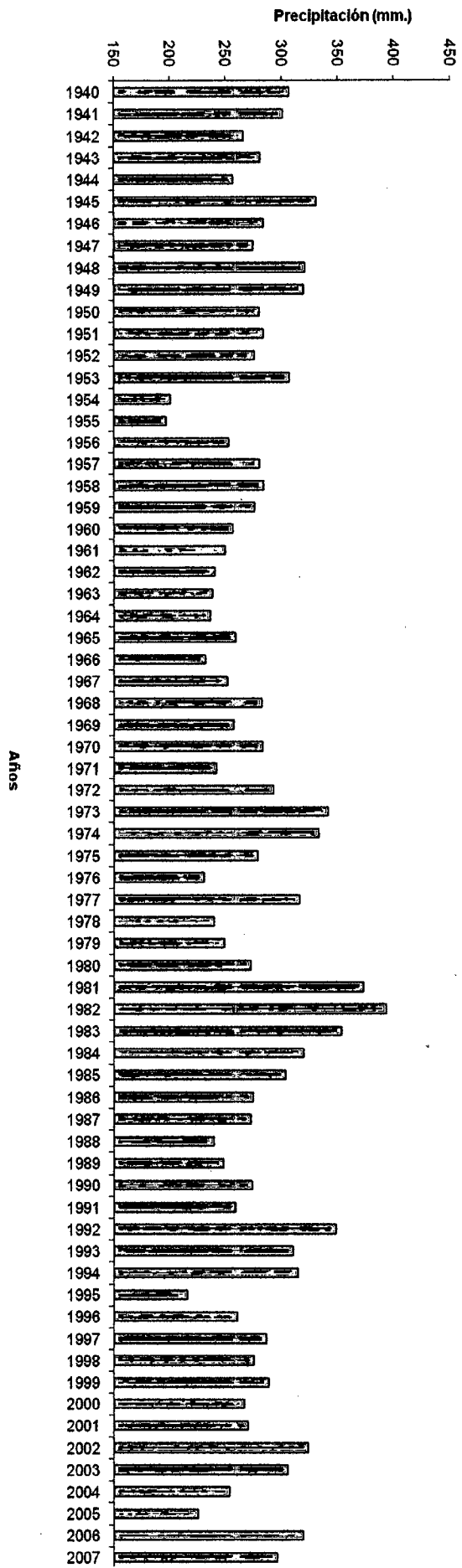


Figura 38. Variación media anual de precipitación período 1940-2007 (68 años).

Normal mensual y comportamiento multianual de precipitación, período 1940-2007.

Para la precipitación los valores tienden a ascender en los meses de setiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero, es decir en primavera e inicios de verano, mientras que en los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto los valores tienden a descender, es decir a fines de verano, en otoño y a inicios de invierno (Figura 28).

Anomalía multianual de precipitación, período 1940-2007.

Con precipitación se conoce los meses lluviosos y poco lluviosos, de lo que corresponde (Figuras 29 al 35).

Para el caso de precipitación las anomalías positivas van de 0.5mm. a 182.6mm., las negativas de -0.6 a -94.2mm., las extremas positivas representativas ocurren, de enero a mayo del año 1953 (ocurrencia de fenómeno de el Niño marzo a noviembre de 1953); en agosto, noviembre, diciembre de 1972, enero, febrero de 1973, (fenómeno de el Niño abril de 1972 a marzo de 1973); enero, febrero, marzo, noviembre, diciembre de 1982, enero, febrero de 1983 (fenómeno el Niño abril de 1982 a julio de 1983); agosto de 1986, noviembre, diciembre de 1987, enero de 1978, (fenómeno de el Niño agosto de 1986 a febrero de 1988); julio, agosto, setiembre de 1993, (fenómeno de el Niño, febrero a setiembre de 1993); diciembre de 1994, enero, febrero de 1995, (fenómeno de el Niño junio de 1994 a marzo de 1995); y las extremas negativas, representativas, se presentan, en junio, julio, agosto de 1954, (ocurrencia de fenómeno de la Niña, de julio de 1954 a diciembre de 1957); junio, julio, agosto de 1976, (fenómeno de la Niña, agosto de 1976 a marzo de 1977); junio, julio, agosto de 1988, (fenómeno de la Niña, julio de 1988 a junio de 1989) (Figura 37).

Variación media anual de precipitación, período 1940-2007.

En el caso de las precipitaciones el máximo valor acumulado se dio en el año 1982 y el mínimo acumulado en el año 1955 (Figura 38).

Cuadro 9. Porcentaje (%) de humedad relativa, normal mensual, período 1940-2007.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	5416	5442	5379	5352	5297	5243	5221	5103	5102	5175	5271	5333
PROM.	81	81	80	80	79	78	78	76	76	77	79	80
S D	6.46	6.08	6.85	6.07	6.25	6.64	6.99	6.87	6.68	6.14	6.06	6.51
C v	7.9915	7.485	8.532	7.599	7.905	8.485	8.97	9.02	8.772	7.949	7.703	8.179

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 10. Porcentaje (%) de humedad relativa, promedios anuales, período 1940-2007.

AÑOS	TOTAL	PROM.	S D	C v
1940	897	75	3.23	4.32
1941	859	72	5.98	8.35
1942	791	66	2.32	3.52
1943	756	63	3.77	5.98
1944	763	64	3.58	5.63
1945	884	74	2.7	3.67
1946	885	74	3.63	4.92
1947	863	72	2.2	3.06
1948	892	74	2.52	3.39
1949	906	76	3.46	4.58
1950	918	77	1.86	2.43
1951	918	77	1.86	2.43
1952	918	77	1.86	2.43
1953	931	78	2.58	3.33
1954	914	76	2.49	3.27
1955	960	80	4.16	5.20
1956	866	72	2.45	3.39
1957	844	70	1.65	2.35
1958	844	70	1.71	2.43
1959	843	70	2.07	2.95
1960	842	70	1.6	2.28
1961	862	72	6.13	8.53
1962	827	69	3.42	4.96
1963	835	70	3.75	5.39
1964	859	72	4.8	6.71

Cuadro 10 (continuación)

1965	860	72	5.54	7.73
1966	853	71	5.02	7.06
1967	871	73	3.26	4.49
1968	962	80	2.04	2.54
1969	943	79	2.78	3.54
1970	954	80	6.12	7.70
1971	966	81	3.84	4.77
1972	1000	83	2.63	3.16
1973	953	79	2.78	3.50
1974	976	81	3.19	3.92
1975	968	81	2.45	3.04
1976	971	81	3.23	3.99
1977	940	78	1.41	1.80
1978	959	80	2.43	3.04
1979	966	81	2.17	2.70
1980	1056	88	1.13	1.28
1981	973	81	1.51	1.86
1982	984	82	1.48	1.80
1983	957	80	1.51	1.89
1984	1006	84	2.13	2.54
1985	982	82	2.56	3.13
1986	992	83	2.41	2.92
1987	969	81	2.15	2.66
1988	988	82	2	2.43
1989	978	82	2.86	3.51
1990	969	81	2.35	2.91
1991	969	81	2.91	3.60
1992	961	80	2.2	2.75
1993	987	82	2.02	2.46
1994	938	78	5.94	7.60
1995	768	64	4.35	6.80
1996	986	82	3.19	3.88
1997	1003	84	2.24	2.68
1998	994	83	3.07	3.71
1999	986	82	4.07	4.95
2000	992	83	3.59	4.34
2001	1001	83	2.78	3.33
2002	1020	85	2.66	3.13
2003	994	83	2.22	2.68
2004	1024	85	1.28	1.50
2005	1017	85	1.93	2.28
2006	1004	84	2.17	2.59
2007	1017	85	2.43	2.87

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

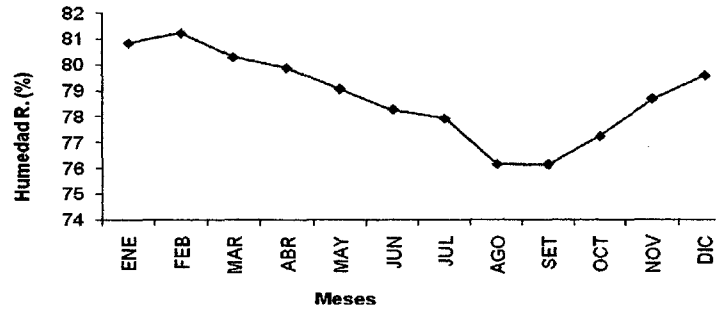


Figura 39. Normal mensual de humedad relativa período 1940-2007.

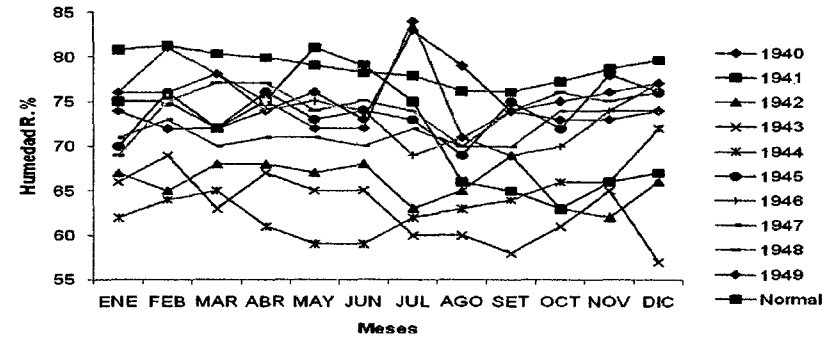


Figura 40. Comparación de la media mensual (1940-1949) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).

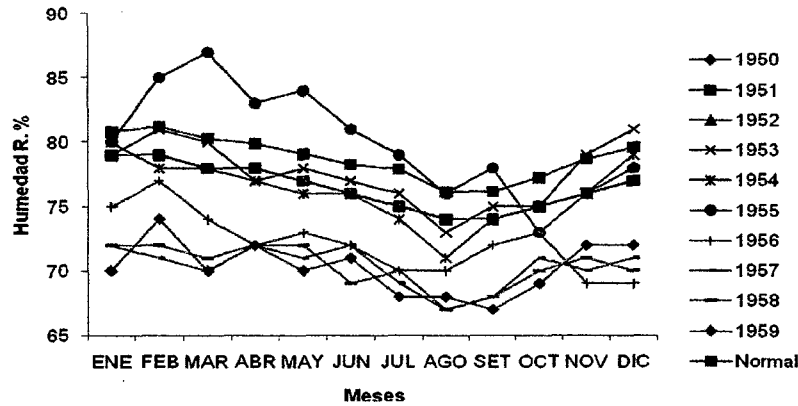


Figura 41. Comparación de la media mensual (1950-1959) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).

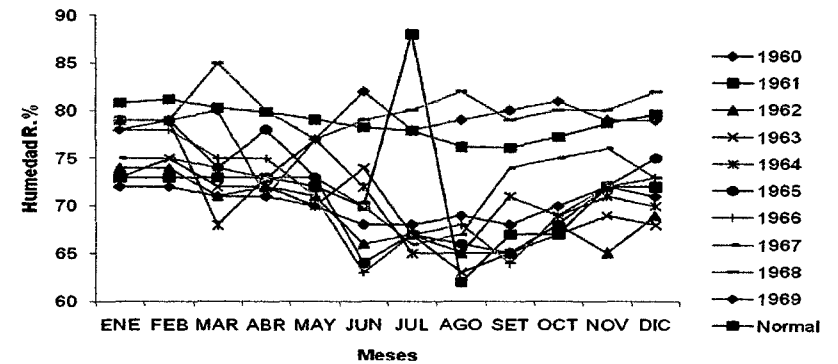


Figura 42. Comparación de la media mensual (1960-1969) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).

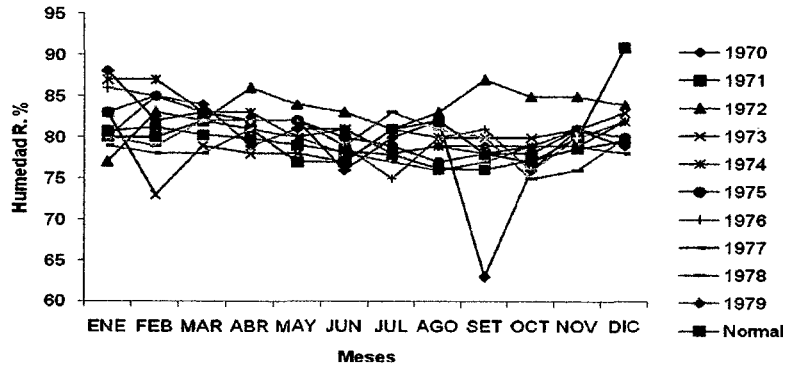


Figura 43. Comparación de la media mensual (1970-1979) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).

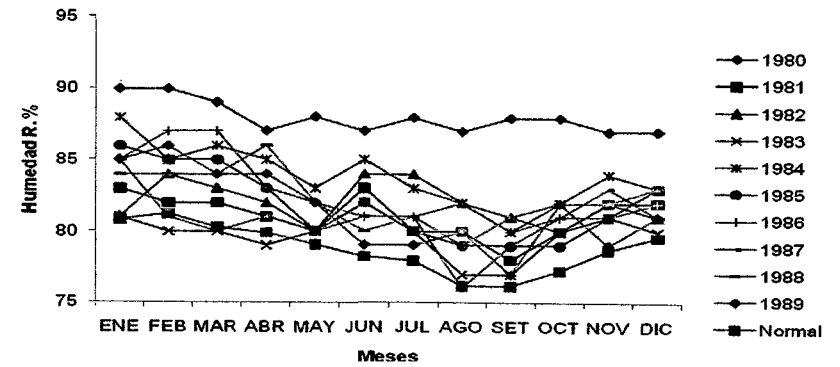


Figura 44. Comparación de la media mensual (1980-1989) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).

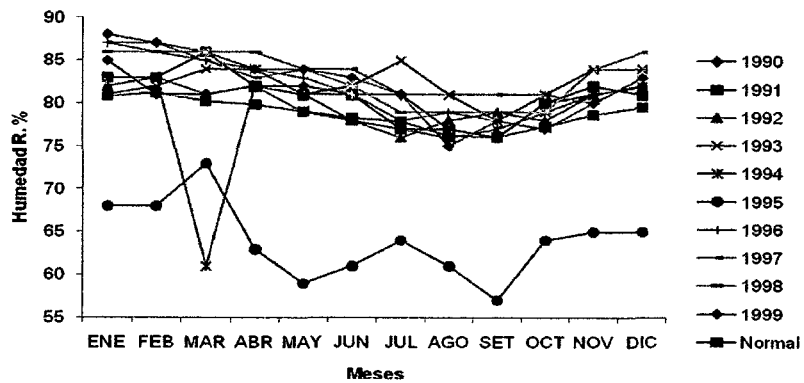


Figura 45. Comparación de la media mensual (1990-1999) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).

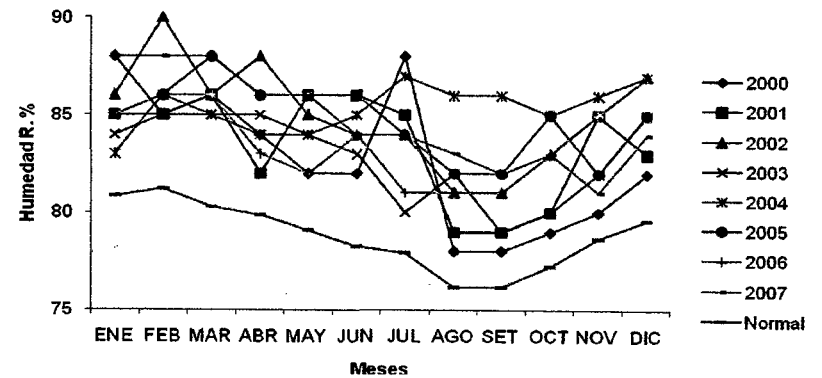


Figura 46. Comparación de la media mensual (2000-2007) con su normal mensual de humedad relativa (1940-2007).

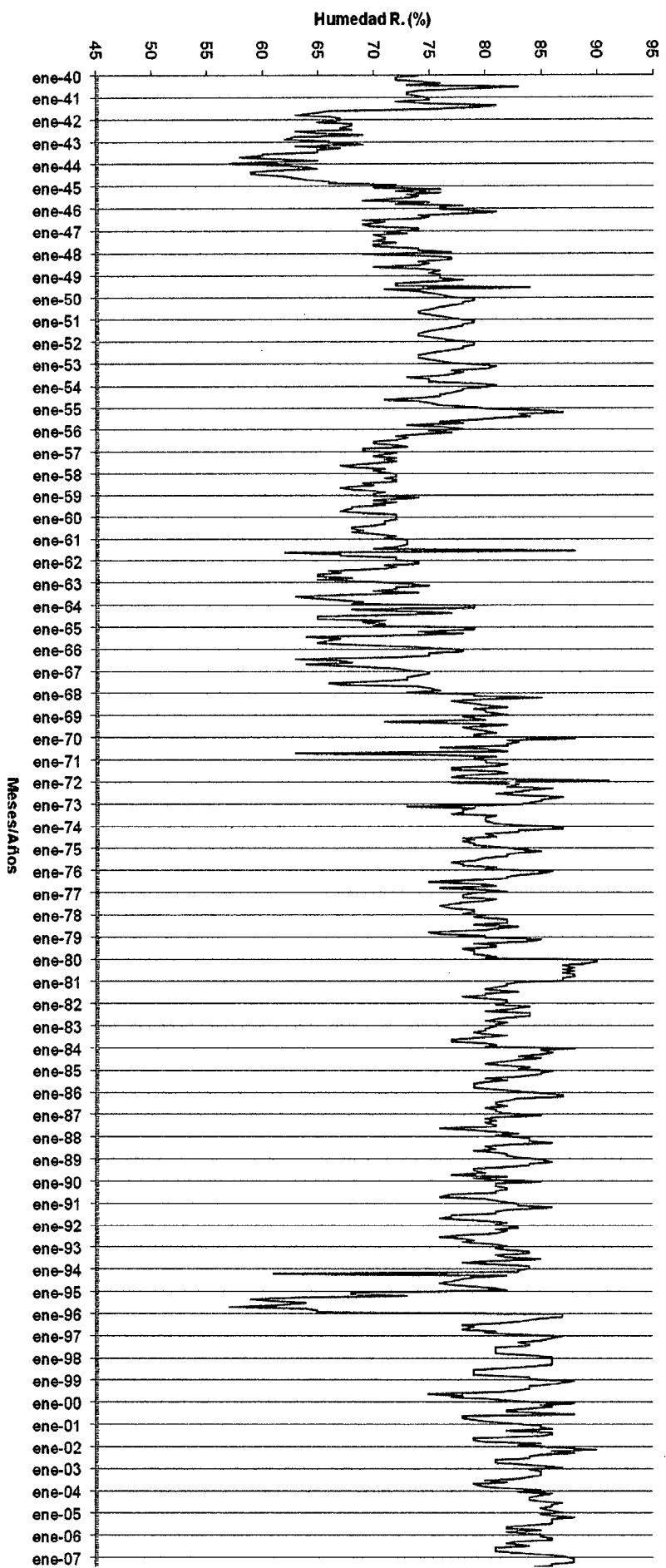


Figura 47. Comportamiento multiannual de humedad relativa periodo 1940-2007 (68 años).

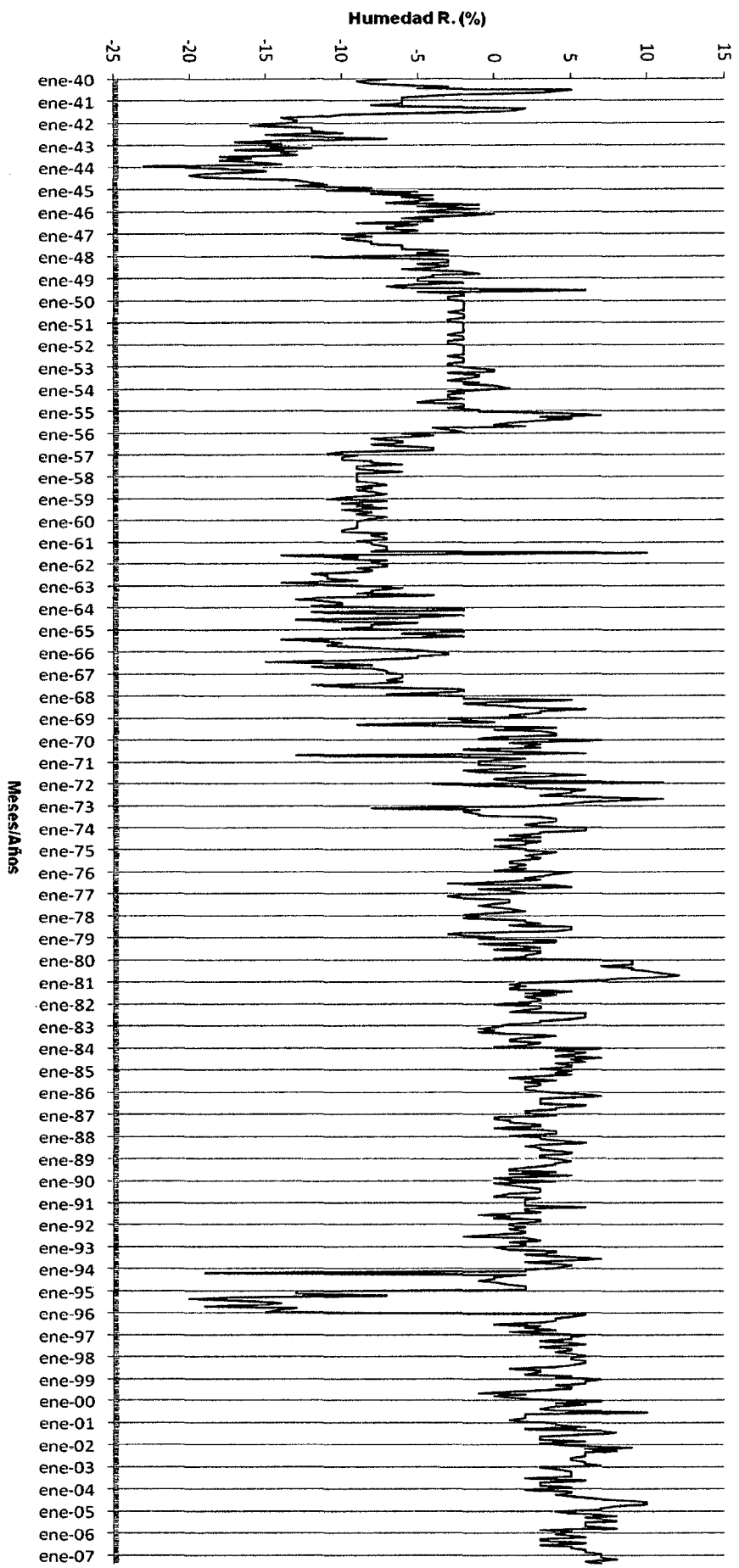


Figura 48. Anomalía multianual de humedad relativa período 1940-2007 (68 años).

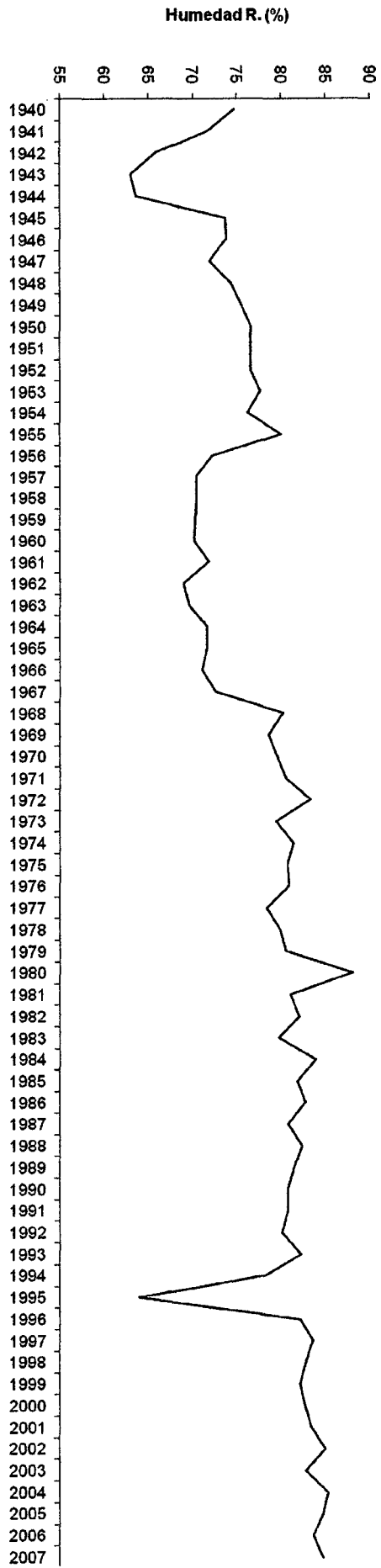


Figura 49. Variación media anual de humedad relativa período 1940-2007 (68 años).

Normal mensual y comportamiento multianual de humedad relativa, período 1940-2007.

Para la humedad relativa los valores tienden a ascender en los meses de octubre, noviembre, diciembre enero y febrero, en primavera y verano, mientras que en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio agosto y setiembre los valores tienden a descender, en otoño e invierno (Figura 39).

Anomalía multianual de humedad relativa, período 1940-2007.

Con humedad relativa se conoce los meses húmedos y poco húmedos de lo que corresponde (Figuras 40 al 46).

Con humedad relativa se observan anomalías positivas de 1% a 12%, negativas de -1% a -23%, las anomalías positivas representativas tomadas de un rango de 6% a 12%, se presentan en julio de 1949; marzo de 1955; enero, agosto de 1970; agosto, diciembre de 1971; abril, agosto a noviembre de 1972; enero, febrero de 1974; enero a diciembre de 1980; junio a agosto de 1982; enero, marzo, junio, agosto de 1984; febrero, marzo, agosto de 1986; abril de 1988; marzo de 1991; julio de 1993; enero, febrero de 1996; enero, junio, diciembre de 1997; marzo, abril de 1998; enero, febrero, marzo de 1999; enero, marzo, julio del 2000; marzo, mayo a julio, noviembre del 2001; febrero a julio, octubre a diciembre del 2002; agosto del 2003; junio a diciembre del 2004; marzo a octubre del 2005; marzo, junio, octubre a diciembre del 2006; enero a octubre del 2007.

Las anomalías negativas representativas se presentan en los años de 1940 a 1948, de 1956 a 1967, exceptuando algunos meses, también se presentan extremas negativas, en abril de 1969, setiembre de 1970 y todo el año de 1995 (Figura 48).

Variación media anual de humedad relativa, período 1940-2007.

En humedad relativa el mínimo valor en promedio anual fue en el año 1943, y el máximo en valor promedio anual en el año 1980 (Figura 49).

Se observa también el siguiente comportamiento, a mayor temperatura máxima menor humedad relativa, a menor temperatura máxima mayor humedad relativa; sin embargo comparando temperatura mínima con humedad relativa se tiene un comportamiento similar, es decir a mayor temperatura mínima mayor humedad relativa, a menor temperatura mínima menor humedad relativa; comparando las tres variables, se obtiene, a mayor precipitación mayor humedad relativa, mayor temperatura mínima, menor temperatura máxima; a menor precipitación menor humedad relativa, menor temperatura mínima, mayor temperatura máxima; a excepción de los meses de Junio y Julio, donde bajan la temperatura máxima, la temperatura mínima, la precipitación y la humedad relativa se mantiene.

Cuadro 11. Normal mensual de temperatura máxima (°C) período 1948-1977.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	878.9	869.2	883	889	897	885	892	909	918	904.8	899.2	894.6
PROM.	29.3	28.97	29.4	29.6	29.9	29.5	29.7	30.3	30.6	30.16	29.97	29.82
S D	1.01	0.77	0.66	0.52	0.43	0.69	0.62	0.67	0.81	0.78	0.91	0.89
C v	3.45	2.66	2.24	1.75	1.44	2.34	2.08	2.21	2.65	2.59	3.04	2.98

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 12. Normal mensual de temperatura máxima (°C) período 1978-2007.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	870.7	865.7	872	890	889	875	871	893	904	903.5	891.7	883.5
PROM.	29.02	28.86	29.1	29.7	29.6	29.2	29	29.8	30.1	30.12	29.72	29.45
S D	0.95	0.82	0.72	0.43	0.44	0.44	0.58	0.55	0.64	0.62	0.69	0.51
C v	3.27	2.84	2.48	1.45	1.48	1.51	2.00	1.85	2.12	2.06	2.32	1.73

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 13. Normal mensual de temperatura mínima (°C) período 1948-1977.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	596.7	594.6	596	596	588	566	551	564	571	589.7	596.7	598.4
PROM.	19.89	19.82	19.9	19.9	19.6	18.9	18.4	18.8	19	19.66	19.89	19.95
S D	0.73	0.69	0.74	0.66	0.75	0.56	0.67	0.7	0.69	0.79	0.82	1
C v	3.67	3.48	3.72	3.32	3.83	2.97	3.65	3.72	3.63	4.02	4.12	5.01

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 14. Normal mensual de temperatura mínima (°C) período 1978-2007.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	602.9	602.9	602	605	595	574	557	563	577	594.8	602.4	605.5
PROM.	20.1	20.1	20.1	20.2	19.8	19.1	18.6	18.8	19.2	19.83	20.08	20.18
S D	0.64	0.71	0.64	0.63	0.59	0.59	0.72	0.58	0.61	0.65	0.66	0.64
C v	3.18	3.53	3.19	3.13	2.98	3.08	3.88	3.09	3.17	3.28	3.29	3.17

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 15. Normal mensual de temperatura media (°C) período 1948-1977.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	738.2	732.6	740	744	743	726	722	737	745	747.6	748.3	747.2
PROM.	24.61	24.42	24.7	24.8	24.8	24.2	24.1	24.6	24.8	24.92	24.94	24.91
S D	0.63	0.59	0.59	0.49	0.49	0.5	0.53	0.54	0.62	0.69	0.69	0.8
C v	2.56	2.42	2.39	1.98	1.98	2.07	2.20	2.20	2.50	2.77	2.77	3.21

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 16. Normal mensual de temperatura media (°C) período 1978-2007.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	737.2	734.7	737	748	743	725	715	729	741	748.7	747.7	745
PROM.	24.57	24.49	24.6	24.9	24.8	24.2	23.8	24.3	24.7	24.96	24.92	24.83
S D	0.71	0.66	0.57	0.43	0.39	0.41	0.48	0.49	0.44	0.55	0.49	0.43
C v	2.89	2.70	2.32	1.73	1.58	1.70	2.02	2.02	1.78	2.20	1.97	1.73

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

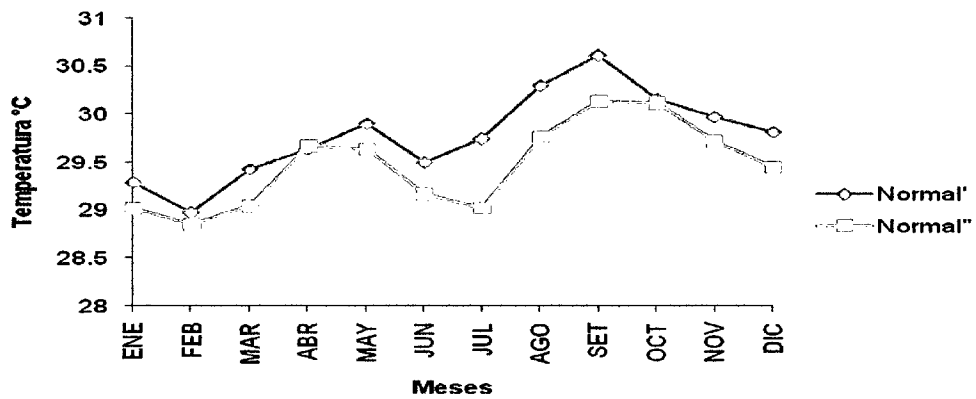


Figura 50. Comparación de normales de temperatura máxima de ambos períodos; Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.



Figura 51. Comparación de normales de temperatura máxima de los tres períodos; Normal período 1940-2007, Normal' período 1948-1977 y Normal'' período 1978-2007.

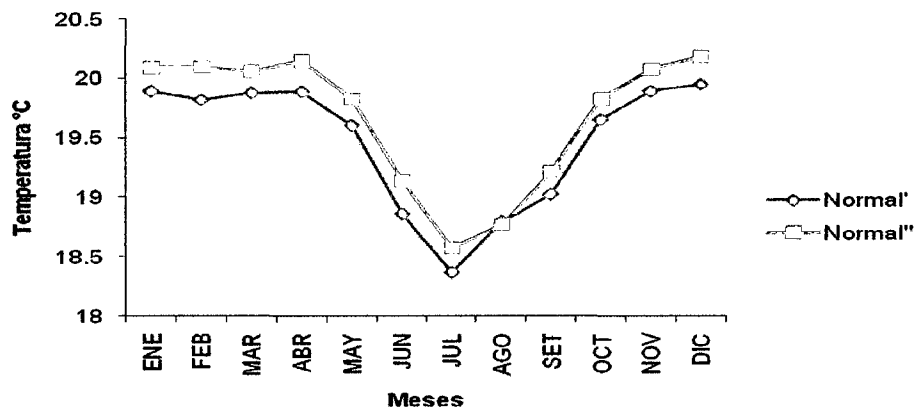


Figura 52. Comparación de normales de temperatura mínima de ambos períodos, Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.

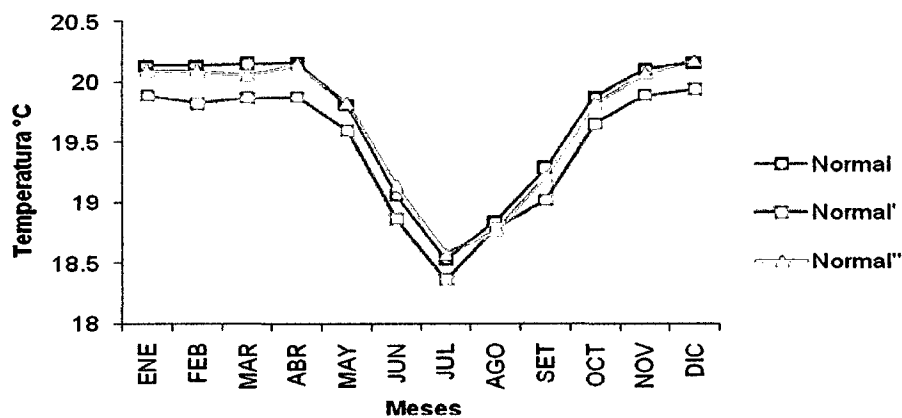


Figura 53. Comparación de normales de temperatura mínima de los tres períodos; Normal período 1940-2007, Normal' período 1948-1977 y Normal'' período 1978-2007.

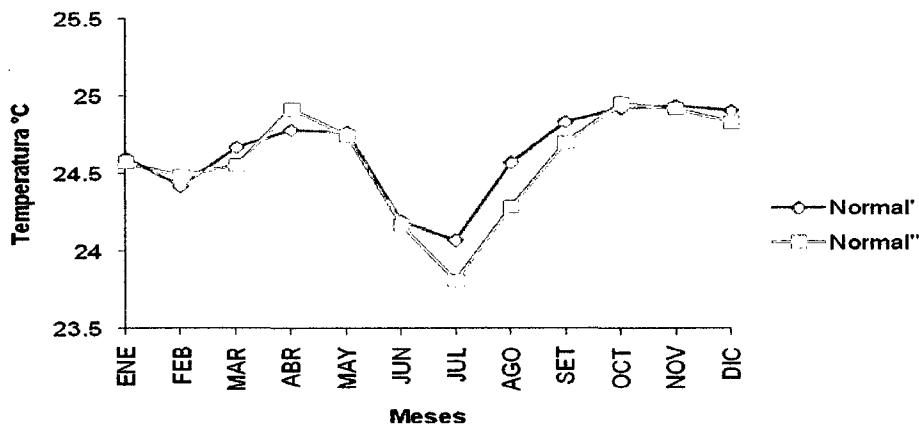


Figura 54. Comparación de normales de temperatura media de ambos períodos, Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.

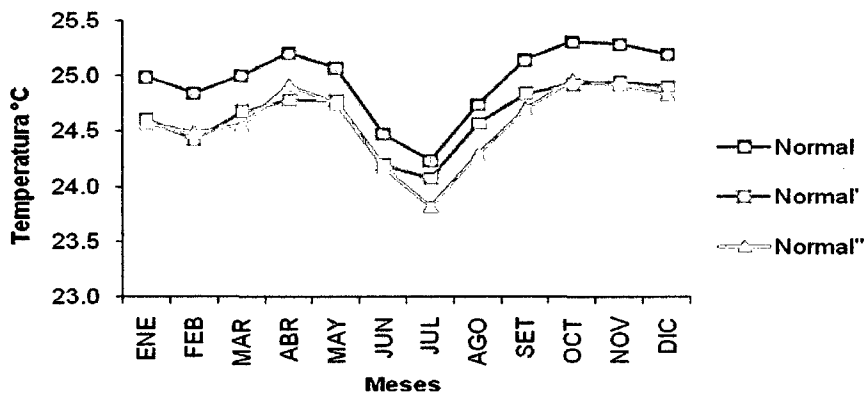


Figura 55. Comparación de normales de temperatura media de los tres períodos; Normal período 1940-2007, Normal' período 1948-1977 y Normal'' período 1978-2007.

Normal mensual de temperatura máxima y mínima, períodos 1948-1977, 1978-2007.

Para el caso de analizar la normal cada 30 años tenemos lo siguiente:

La normal de los años 1948-1977, para temperatura máxima, los valores tienden a ascender en los meses de marzo, abril, mayo, julio, agosto y setiembre, que corresponde a la estación inicios de otoño y parte de invierno; y tienden a descender en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y junio que corresponde a la estación fines de primavera, inicios verano y fines otoño.

Para la normal de los últimos 30 años (1978-2007), el comportamiento de la temperatura máxima se diferencia de la normal de los años 1948-1977, en los meses de mayo y julio el valor tiende a descender, y el valor del mes de octubre tiende a ascender.

Todo ello en lo que respecta al comportamiento entre meses, en cuanto a valores de temperatura máxima entre normales, se observa que la normal de los años 1948-1977 es superior a la normal de los últimos 30 años, con un rango de $-0,7^{\circ}\text{C}$ a $0,1^{\circ}\text{C}$, coincidiendo valores en el mes de octubre (Figura 50).

Para temperatura mínima la normal de los años 1948-1977, los valores tienden a ascender en los meses de agosto, setiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril, fines de invierno, en primavera, en verano y a inicio de otoño; los valores tienden a descender en los meses de mayo, junio y julio, fines de otoño y a inicio de invierno.

En la normal de los últimos 30 años el comportamiento de la temperatura mínima es la misma de los años 1948-1977, excepto en los meses de enero, febrero, marzo donde los valores son iguales, respecto al comportamiento entre meses; en cuanto a valores de temperatura mínima entre normales, se observa, que la normal de los últimos 30 años es superior a la de los años 1948-1977, en un rango de 0°C a $0,3^{\circ}\text{C}$, coincidiendo valores en el mes de agosto (Figura 52).

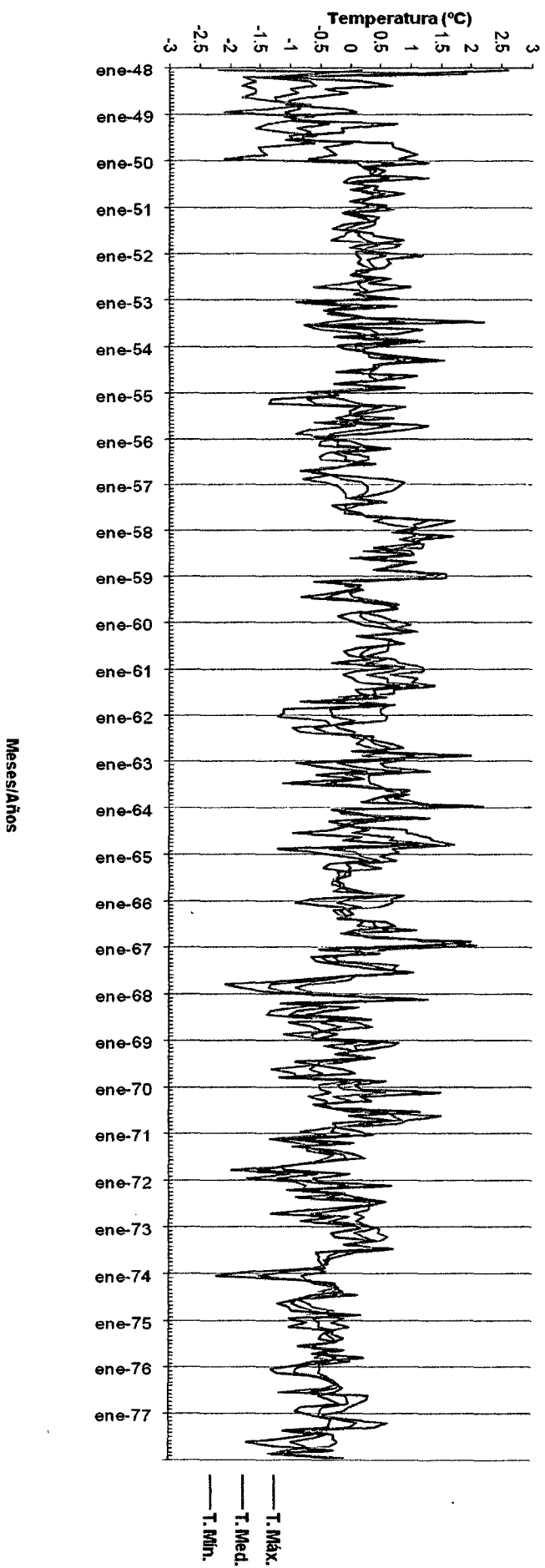


Figura 56. Anomalías multianuales de temperaturas (máxima, mínima y media) período 1948-1977 (30 años).

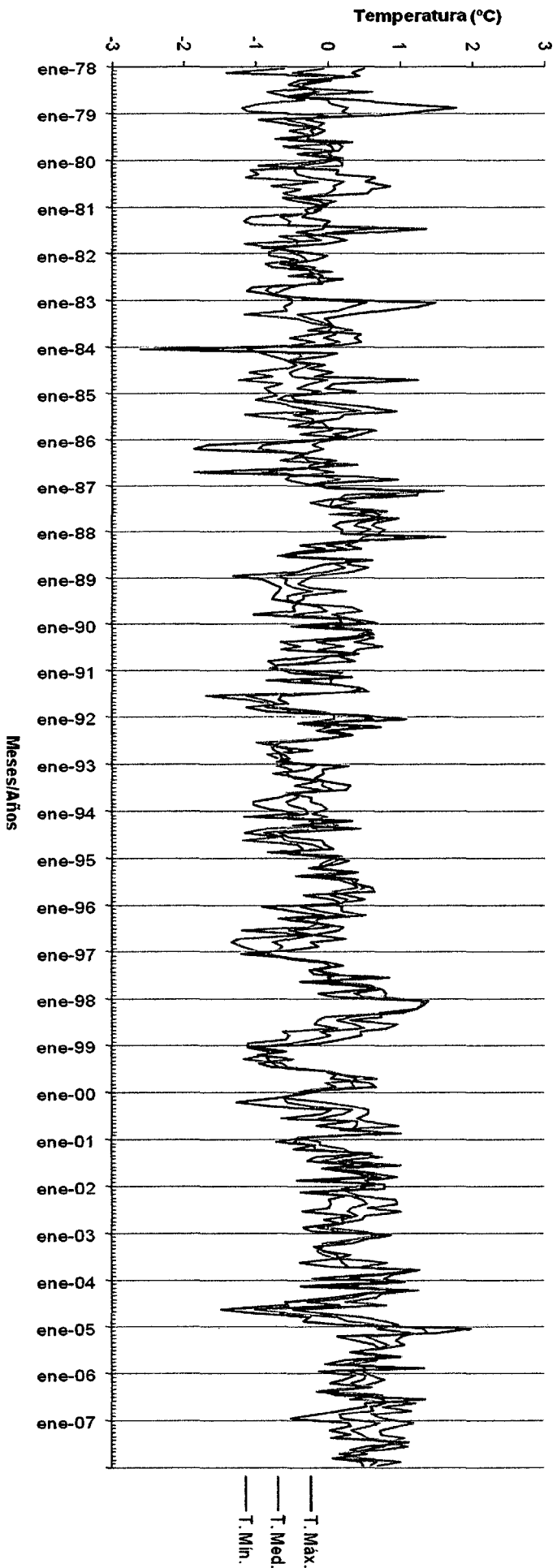


Figura 57. Anomalías multianuales de temperaturas (máxima, mínima y media) período 1978-2007 (30 años).

Anomalías multianuales de temperatura máxima y mínima, períodos 1948-1977, 1978-2007.

Aquí también se conoce los meses anómalos de cada treinteno, meses fríos y calurosos (Figuras 56 y 57), de lo correspondiente.

Se obtiene para temperatura máxima anomalías positivas, meses calurosos, rangos de 0.1°C a 2.6°C , en el periodo 1948-1977, las más representativas (rangos de 1.7°C a 2.6°C) se presentan en los meses de enero del año 1948; junio de 1953; octubre de 1957; febrero, diciembre de 1958; enero de 1959; noviembre de 1962; diciembre de 1963; noviembre de 1966; febrero de 1970; en el periodo de 1978-2007, el rango de anomalías positivas va de 0.1°C a 2°C , las más representativas (rangos de 1.5°C a 2°C) se dan en los meses de noviembre de 1978; enero de 1983; febrero de 1988; enero del 2005.

Para temperatura mínima anomalías negativas, meses fríos, rangos de -2.19°C a -0.1°C , en el periodo 1948-1977, las más representativas (rangos de -2.19°C a -1.06°C) se dan en los meses de enero, marzo a diciembre de 1948; febrero, abril, mayo, julio, setiembre a diciembre de 1949; mayo, junio, noviembre de 1968; agosto de 1969; febrero, setiembre, octubre, diciembre de 1971; julio de 1976; octubre, noviembre de 1977; para el periodo 1978-2007, los rangos de anomalías negativas van de -1.68°C a -0.1°C , las más representativas (rangos de -1.68°C a -1°C) se presentan en los meses de febrero, noviembre, diciembre de 1978; marzo, mayo de 1980; marzo, abril, mayo de 1981; enero, julio de 1984; febrero, junio de 1985; julio, agosto de 1991; junio, agosto de 1994; julio, setiembre a diciembre de 1996; enero, abril de 1999.

Cuadro 17. Normal mensual de precipitación (mm.), período 1948-1977.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	12592.1	11529	11267	9074	6790	4024	4146	3878	5245	8556	9693	10365
PROM.	419.737	384.3	375.6	302	226	134	138	129	175	285	323.1	345.5
S D	141.63	98.87	109.2	105	84.7	66.2	64.5	75.7	67.1	120	112.4	121.2
C v	33.74	25.73	29.07	34.68	37.41	49.39	46.67	58.54	38.39	42.03	34.79	35.07

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 18. Normal mensual de precipitación (mm.), período 1978-2007.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	13337	12187	11696	8734	6497	4366	4444	3302	5381	8505	11683	13413
PROM.	444.567	406.2	389.9	291	217	146	148	110	179	284	389.4	447.1
S D	150.52	118.3	147.6	115	83.6	82.4	71.7	76.5	69	117	140.9	173.7
C v	33.86	29.13	37.87	39.41	38.62	56.59	48.37	69.52	38.45	41.11	36.17	38.85

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

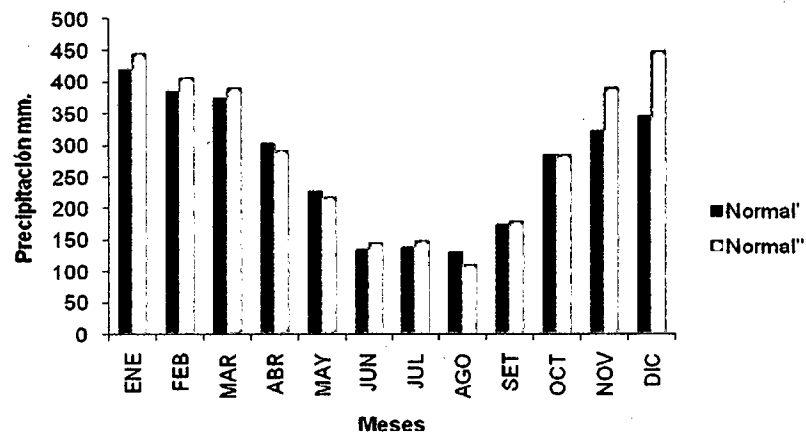


Figura 58. Comparación de normales de precipitación de ambos períodos, Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.

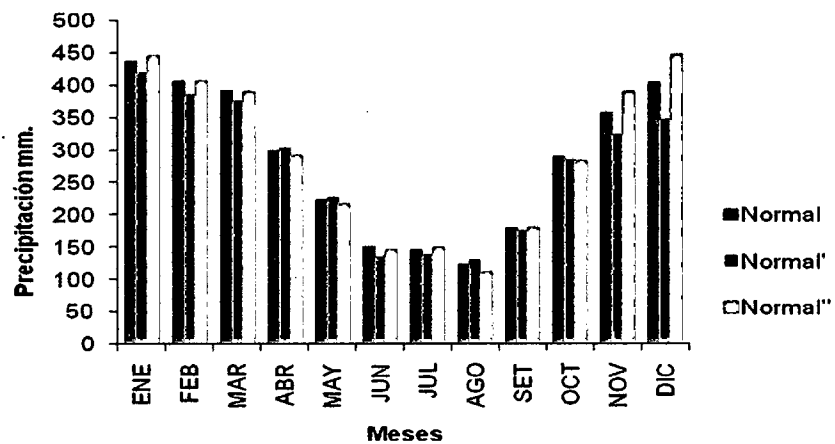


Figura 59. Comparación de normales de precipitación de los tres períodos; Normal período 1940-2007, Normal' período 1948-1977 y Normal'' período 1978-2007.

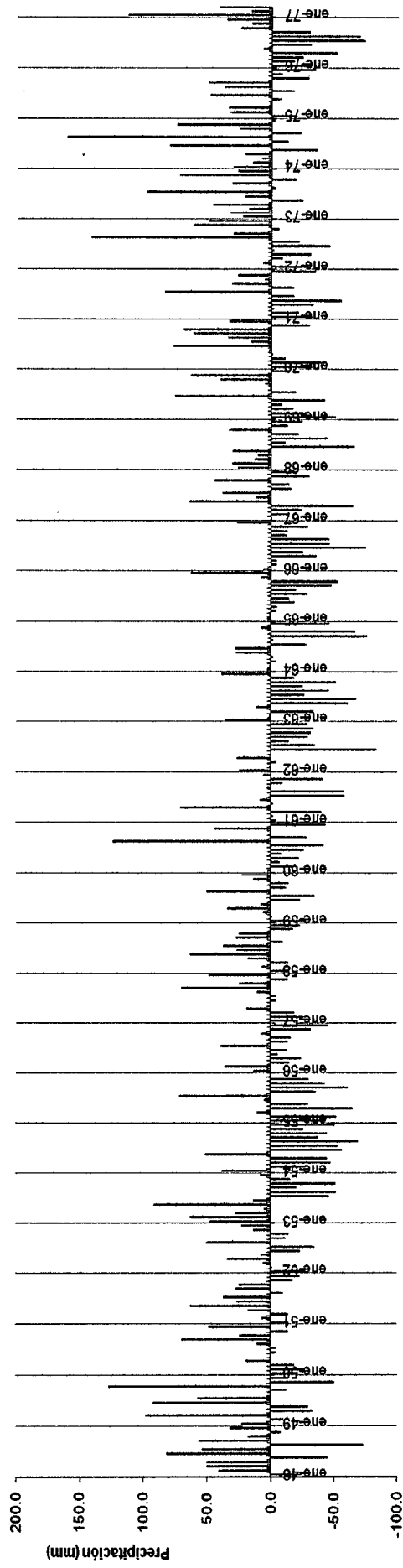


Figura 60. Anomalías multianuales de precipitación período 1948-1977 (30 años).

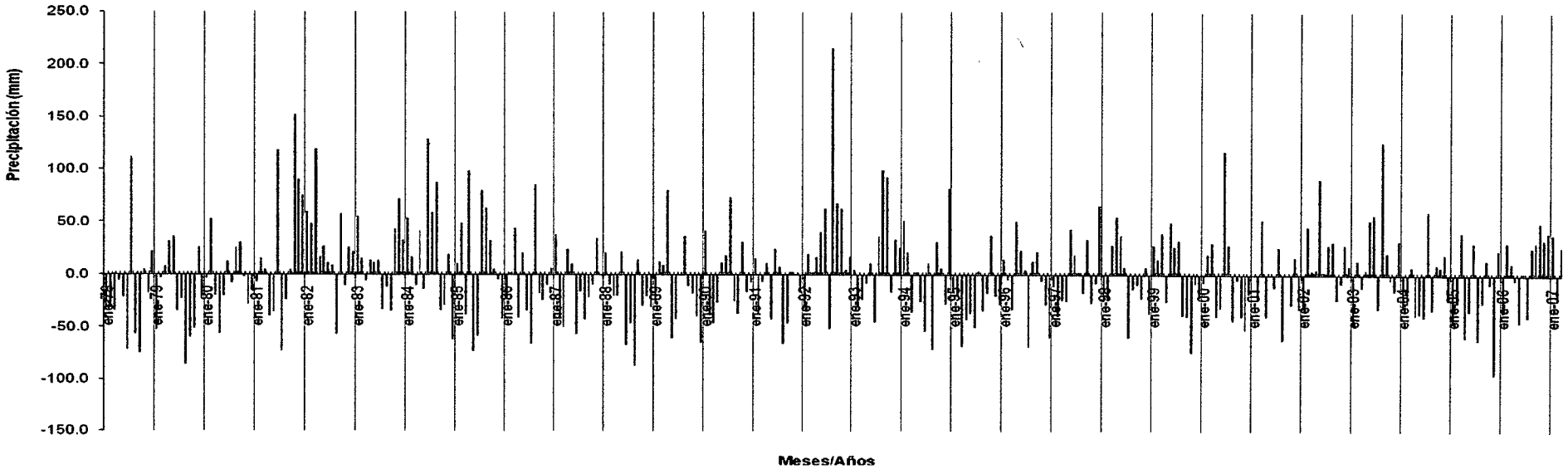


Figura 61. Anomalías multianuales de precipitación período 1978-2007 (30 años).

Normal mensual de precipitación, períodos 1948-1977, 1978-2007.

En las precipitaciones la normal de los años 1948-1977, los valores tienden a ascender en los meses de setiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero, en primavera y a inicios de verano; tienden a descender en los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto, fines de verano, en otoño y fines de invierno.

La normal en los últimos 30 años el comportamiento de la precipitación es la misma a la de los años 1948-1977, respecto a la variación entre meses; en cuanto a valores de precipitación entre normales, se observa, que la normal de los últimos 30 años es superior a la de los años 1948-1977, en los meses de enero, febrero, marzo, junio, julio, setiembre, noviembre y diciembre, con un rango de -19,0 mm. a 101,6 mm. (Figura 58).

Anomalías multianuales de precipitación, períodos 1948-1977, 1978-2007.

Aquí también se conoce los meses anómalos de cada treinteno, meses lluviosos y poco lluviosos (Figuras 60 y 61), de lo correspondiente.

Con anomalías positivas se conoce los meses lluviosos, se dan en un rango de 0.1mm. a 160.9mm., en el periodo de 1948-1977, las más representativas (rangos de 71.1mm. a 160.9mm.) se presentan en los meses de junio de 1948; marzo, junio, octubre de 1949; mayo de 1953; julio de 1955; agosto de 1960; abril de 1961; junio de 1969; junio de 1970; julio de 1971; agosto de 1972; julio, noviembre de 1973; agosto, noviembre de 1974; enero de 1977; para el periodo de 1978-2007, los rangos van de 0.4mm. a 215.7mm., las representativas (rangos de 73.6mm. a 215.7mm.) se dan en los meses de julio de 1978; junio, octubre a diciembre de 1981; marzo de 1982; noviembre de 1983; junio, agosto de 1984; abril de 1985; agosto de 1983; abril de 1989; julio de 1990; agosto de 1992; agosto, setiembre de 1993; diciembre de 1994; junio del 2000; mayo del 2002; agosto del 2003.

Anomalías negativas para meses poco lluviosos, rangos de -83.6mm. a -0.9mm. en el periodo de 1948-1977, y de -94.6mm. a -0.4mm. en el periodo de 1978-2007.

Cuadro 19. Porcentaje (%) de humedad relativa, normal mensual, período 1948-1977.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	2333	2342	2315	2304	2277	2232	2234	2180	2192	2226	2266	2295
PROM.	78	78	77	77	76	74	74	73	73	74	76	77
S D	4.76	4.25	5.07	4.36	4.33	5.24	6.11	6.29	6.01	4.64	4.64	5.45
C v	6.12	5.44	6.57	5.68	5.70	7.04	8.21	8.66	8.23	6.25	6.14	7.12

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

Cuadro 20. Porcentaje (%) de humedad relativa, normal mensual, período 1978-2007.

	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
TOTAL	2522	2525	2504	2482	2453	2449	2430	2380	2366	2407	2447	2475
PROM.	84	84	83	83	82	82	81	79	79	80	82	83
S D	3.98	4.03	5.28	4.31	4.83	4.54	4.49	4.43	4.88	3.97	3.89	3.97
C v	4.73	4.79	6.33	5.21	5.91	5.56	5.54	5.58	6.19	4.95	4.77	4.81

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Estación Principal Tingo María (2007).

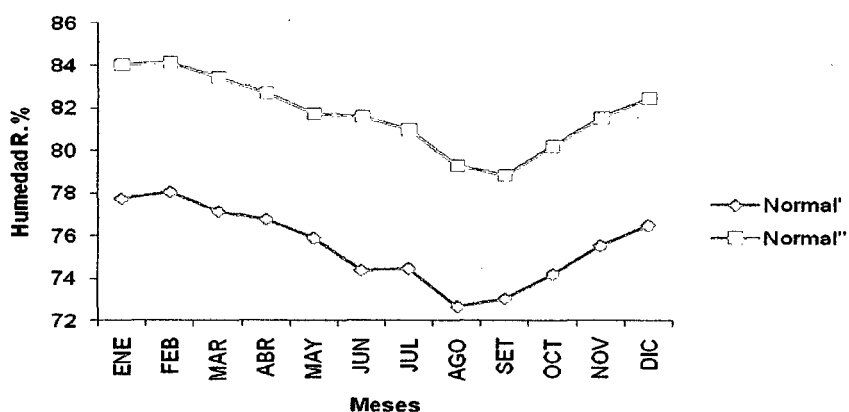


Figura 62. Comparación de normales mensuales de humedad relativa de ambos períodos, Normal' período 1948-1977, Normal'' período 1978-2007.

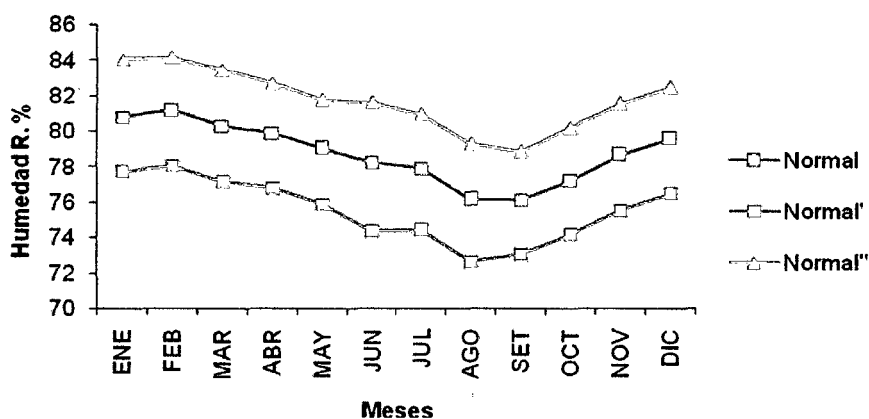


Figura 63. Comparación de normales mensuales de humedad relativa de los tres períodos; Normal período 1940-2007, Normal' período 1948-1977 y Normal'' período 1978-2007.

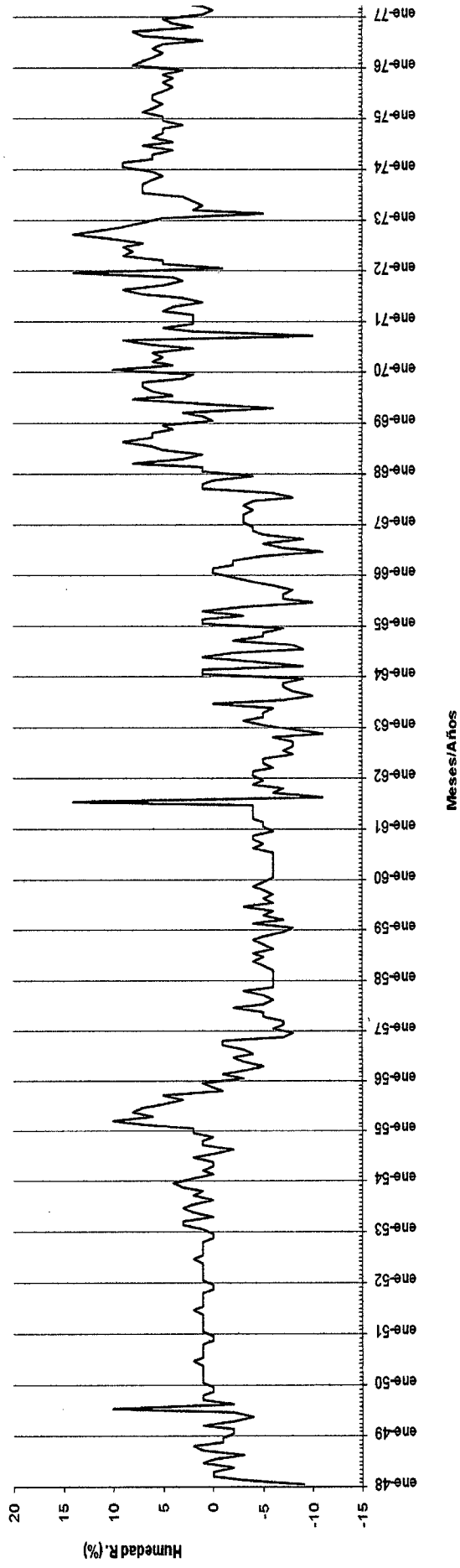


Figura 64. Anomalías multianuales de humedad relativa período 1948-1977 (30 años).

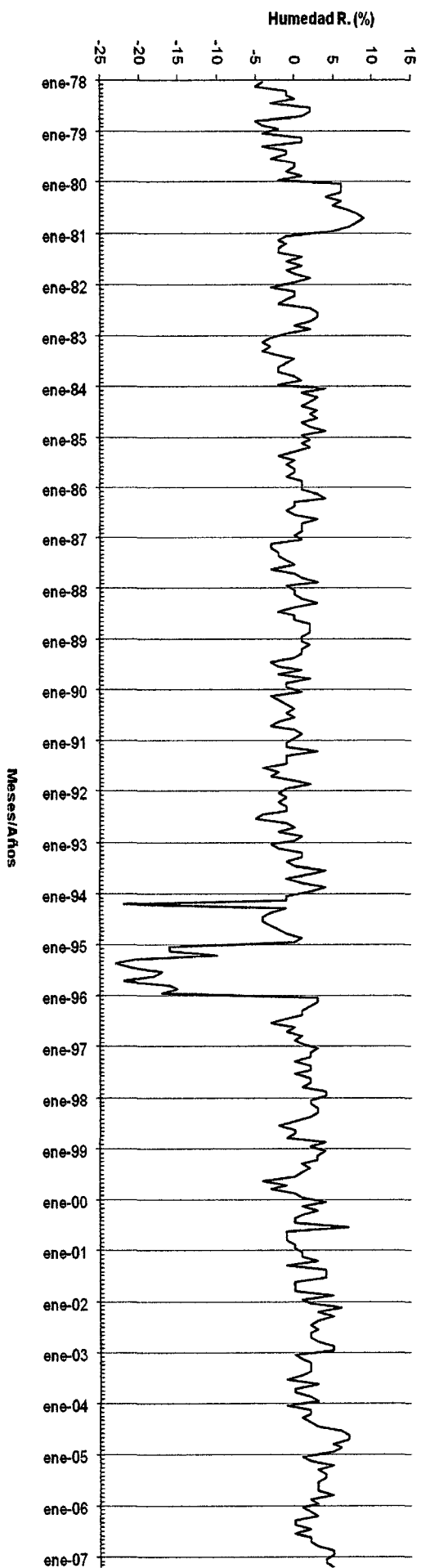


Figura 65. Anomalías multianuales de humedad relativa período 1978-2007 (30 años).

Normal mensual de humedad relativa, periodos 1948-1977, 1978-2007.

Para la humedad relativa la normal de los años 1948-1977, los valores tienden a ascender en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero, fines de primavera y a inicios de verano, tienden a descender en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio agosto y setiembre, en otoño e invierno.

El comportamiento de la normal en los últimos 30 años es la misma a la de los años 1948-1977, en lo que respecta a la variación entre meses, en cuanto a valores de humedad relativa entre normales, la normal de los últimos 30 años (1978-2007) va a ser superior a la normal de los 30 años anteriores (1948-1977), con un rango de 6% a 8% (Figura 62).

Anomalías multianuales de humedad relativa, periodos 1948-1977, 1978-2007.

Aquí también se conoce los meses anómalos de cada treinteno, meses húmedos y poco húmedos (Figuras 64 y 65), de lo correspondiente.

Meses húmedos anomalías positivas, rangos que van de 1% a 14%, en el periodo de 1948-1977, las más representativas (rango de 6% a 14%) se presentan en los meses de julio de 1949; febrero a junio de 1955; julio de 1961; marzo, julio a octubre de 1968; junio, agosto a octubre de 1969; enero marzo, julio, agosto de 1970; julio, agosto, diciembre de 1971; abril a diciembre de 1972; julio a diciembre de 1973; enero a abril, junio, agosto de 1974; febrero a junio de 1975; enero a mayo, agosto, setiembre de 1976; para el periodo de 1978-2007, los rangos van de 1% a 9%, las más representativas (rangos de 6% a 9%) se presentan en los meses de enero a diciembre de 1980; julio del 2000; febrero del 2002; julio a setiembre, noviembre del 2004.

Meses poco húmedos anomalías negativas, rangos de -11% a -1%, en el periodo de 1948-1977, las más representativas (-11% a -9%) se dan en los meses de enero de 1948; agosto de 1961; noviembre de 1962; agosto, diciembre de 1963; marzo, julio de 1964; junio de 1965; junio, setiembre de 1966; setiembre de 1970; para el periodo 1978-2007, el rango se da de -23% a -1%, el año más representativo 1995 de enero a diciembre y marzo de 1994.

Para la tendencia se obtiene lo siguiente:

Aplicando la prueba de Dickey Fuller Aumentado (ADF), en el Programa EViews se obtiene:

Cuadro 21. Valor estadístico para determinar si las variables meteorológicas son estacionarias en el tiempo.

Variables Meteorológicas	Test Statistic ADF
Temperatura media	-14.56616
Humedad relativa	-10.43603
Precipitación	-16.41273

Este resultado nos quiere decir que las tres variables son endógenas, siendo la humedad relativa menos endógena que las otras dos variables.

Entonces: Y_t es estacionario

$X1_t$ es estacionario

$X2_t$ es estacionario

En este caso aceptamos la hipótesis alternativa es decir las variables meteorológicas (temperatura media, humedad relativa y precipitación) son estacionarias en el tiempo, las tres variables están correlacionadas entre sí; siendo la temperatura media la variable independiente.

Cuadro 22. Ecuaciones obtenidas con el modelo de corrección de errores en el programa EViews, de cada variable meteorológica (Anexo A, del Apéndice 1).

Variables Meteorológicas	Diferenciales
Temperatura media	$\Delta Y_t = -0.136[Y_{t-1} - 0.007X1_{t-1} + 0.01X2_{t-1} - 26.85] - 0.263\Delta Y_{t-1} - 0.004\Delta X1_{t-1} + 0.00068\Delta X2_{t-1} + 0.122 - 0.741*DU$ $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$
Humedad relativa	$\Delta X1_t = 0.086[Y_{t-1} - 0.007X1_{t-1} + 0.01X2_{t-1} - 26.85] + 0.0068\Delta Y_{t-1} - 0.321\Delta X1_{t-1} + 0.0011\Delta X2_{t-1} + 0.149 - 0.779*DU$ $\Delta X1_t = X1_t - X1_{t-1}$
Precipitación	$\Delta X2_t = -37.203[Y_{t-1} - 0.007X1_{t-1} + 0.01X2_{t-1} - 26.85] + 17.70\Delta Y_{t-1} + 2.527\Delta X1_{t-1} - 0.1795\Delta X2_{t-1} + 16.454 - 100.97*DU$ $\Delta X2_t = X2_t - X2_{t-1}$

Cuadro 23. Tendencia de largo plazo para obtener la proyección a largo plazo de cada variable meteorológica.

Variable independiente	Ecuación de cointegración
Temperatura media	$Y_{t-1} = -0.007X1_{t-1} + 0.01X2_{t-1} - 26.85 = \hat{E}_{t-1}$ $Y_{t-1} = 26.85 + 0.007X1_{t-1} - 0.01X2_{t-1} + \hat{E}_{t-1}$ en $t-1$
Tendencia	$Y_t = 26.85 + 0.007X1_t - 0.01X2_t + \hat{E}_t$ en t

V. DISCUSIÓN

Se analizan tres variables meteorológicas, temperatura (máxima, mínima y media), precipitación y humedad relativa, en un período de 68 años 1940-2007, para observar el comportamiento de cada una de ellas, mensual y anualmente, y así observar si el clima de la zona de Tingo María ha variado significativamente; con estos promedios mensuales y anuales, de cada año, se obtendrá una normal mensual de esta serie de años, de cada variable.

Con esta normal mensual se observa el ciclo climático estacional, lo que nos demuestra, con temperatura máxima la época más calurosa se da en otoño y fines de invierno (Figura 1), con temperatura mínima la época más fría se da a fines de otoño y a inicios de invierno (Figura 9), las mismas que coinciden con PEÑAHERRERA (2004) y BATTAN (1976); con precipitaciones la época más lluviosa, se presenta en primavera e inicios de verano, la menos lluviosa a fines de verano, en otoño y a inicios de invierno (Figura 28), las que coinciden con GARCIA (1994); con humedad relativa la época más húmeda se presenta en primavera y verano, la época menos húmeda en otoño e invierno (Figura 39), según SEOÁNEZ (2002) y GARCIA (1994), señalan que para la humedad relativa existe una variabilidad estacional, siendo mayor la humedad relativa en invierno que en verano. Al depender directamente de la temperatura, también pueden existir variaciones locales en la humedad del aire en función de las condiciones meteorológicas.

A partir de ésta normal, se comparan los promedios mensuales de cada año, siendo la diferencia entre éstas: la anomalía, es decir valores obtenidos por encima y debajo de la normal mensual, se conocerá que meses han sido calurosos y fríos, en el caso de temperatura, en temperatura máxima

(Figuras 2 al 8), en temperatura mínima (Figuras 10 al 16), en precipitación se conoce meses lluviosos y poco lluviosos (Figuras 29 al 35), y en humedad relativa los meses húmedos y poco húmedos (Figuras 40 al 46), de lo que corresponde (VALDIVIA, 1977); sin embargo se encontrarán anomalías fuera del ciclo climático estacional, picos que van en un rango de -3.41°C (Enero de 1984) a 3.54°C (Diciembre de 1943) en temperatura máxima (Figura 27), de -4.06°C (Junio de 1944) a 1.84°C (Diciembre de 1966) en temperatura mínima (Figura 27); de -94.2mm . (Noviembre del 2005) a 182.6 mm . (Agosto de 1992) en precipitación (Figura 38); y de -23% (Diciembre de 1943) a 12% (Setiembre de 1980) en humedad relativa (Figura 49). Estas anomalías indican variaciones o alteraciones en el comportamiento normal del clima que son causadas por diversos factores y fenómenos, como el fenómeno del Niño y el fenómeno de la Niña, solo algunas fechas de anomalías coinciden con estos fenómenos (Anexo A,B,C,D,E, del Apéndice 2) y factores (Anexo F, del Apéndice 3).

También se analizan estas tres variables meteorológicas, durante períodos de tiempo de 30 años, período 1948-1977 y 1978-2007.

Para la determinación de los climas se emplean los valores medios de los distintos elementos meteorológicos medidos durante un periodo de tiempo que, según lo acordado en la Conferencia Internacional de Directores de Servicios Meteorológicos celebrada en Varsovia en 1935, ha de ser de 30 años. De esta manera si los valores medios hallados para dos treintenos distintos resultan diferentes, se habla de la aparición de una oscilación climática (SEOÁNEZ, 2001).

Para ello se calcula la normal mensual que es el promedio durante un período de tiempo, para cada variable meteorológica; comparando cada mes de cada treinteno, se obtiene la diferencia entre los últimos 30 años (1978-2007) con los 30 años anteriores (1948-1977), rangos de -0.7°C a 0.1°C para temperatura máxima (Figura 50), de 0°C a 0.2°C para temperatura mínima (Figura 52); de -19mm . a 101.6mm . para precipitación (Figura 58) y de 6% a 8% para humedad relativa (Figura 62); se tiene que, los valores de temperatura

máxima disminuyeron en los últimos 30 años, los de temperatura mínima aumentaron, al igual que la precipitación y la humedad relativa, en estos últimos 30 años; es decir existe una oscilación climática.

En zonas húmedas como la Amazonía donde la humedad atmosférica es muy alta, la pérdida de agua por evaporación es menor (GARCIA, 1994) (Anexo B del apéndice 4); la cobertura vegetativa de la tierra afecta el valor de la amplitud temperatura atenuándola especialmente cuando ésta es más abundante como en los bosques y las selvas (VALDIVIA, 1977), es decir la cubierta vegetal es uno de los factores que condicionan el clima, sin embargo en los últimos 15 años en la zona de Tingo María (perteneciente a la Amazonía, selva alta) la densidad de bosque ha disminuido 8.4Km² (Anexo D del apéndice 1).

Otro de los factores que afectan estas variables meteorológicas son las masas de aire del frente Antártico originando bruscos descensos de temperatura en la selva alta que se manifiestan en las bajas mínimas absolutas de temperatura para Puerto Maldonado, Pucallpa, Iquitos y Tingo María. Se presenta con mayor intensidad a fines de Junio (Figura 9); en la Amazonía afecta el Anticiclón del Atlántico Sur, las masas de aire caliente y húmedo llegan a nuestra Amazonía penetrando por la depresión transversal Amazónica, incrementando la humedad de la región y la intensidad de las lluvias en los flancos orientales de los Andes (PEÑAHERRERA, 2004).

En el Perú los principales factores que condicionan la precipitación son la presencia de los Andes, la corriente de Humboldt y las perturbaciones de la circulación general de la atmósfera (GARCIA, 1994).

Estos factores y fenómenos no son suficientes para determinar la causa de esta variación en los últimos 30 años.

Se dice que hay un cambio climático cuando se produce una variación significativa y permanente de los elementos climáticos (temperatura, humedad, presión del aire, etc.) y que afecta a un amplio espacio geográfico.

Se diferencia de la anomalía climática en que en esta última la duración de la variación es corta y tras ella se restablecen las condiciones habituales (FUENTES, 2000).

En la época actual la hipótesis predominante, concordante con los hechos, es la de existencia de oscilaciones climáticas alrededor de unas condiciones medias; periodos de clima cálido alternados con otros fríos y periodos secos alternados con otros húmedos. Algunos hechos que confirman estos cambios son los datos sobre inundaciones y sequías (GARCIA, 1994) (Anexo B, C, del Apéndice 1).

Para comprobar si estas variables meteorológicas son estacionarias en el tiempo, ya que se observan picos altos y bajos, se aplicó la Prueba de Dickey-Fuller (1979) comprobando que las tres variables son estacionarias en el tiempo, además se realizó el Modelo de Corrección de Errores para corregir estos picos o anomalías, y el Vector Auto Regresivo o Vector de Cointegración, donde las tres variables están relacionadas entre sí, teniendo como variable independiente a la temperatura media, obteniendo la tendencia de largo plazo o proyección a largo plazo.

La variación diaria de la temperatura depende de la presencia de otros elementos o fenómenos meteorológicos como la precipitación, nubosidad, evaporación condensación, etc. (VALDIVIA, 1977).

La humedad relativa del aire depende de la temperatura, al depender directamente de la temperatura, también pueden existir variaciones locales en la humedad del aire en función de las condiciones meteorológicas (SEOÁNEZ, 2002).

La precipitación es toda forma de agua que es originada en las nubes y el factor regulador de la formación de las nubes es la relación entre la humedad, la presión y la temperatura (SEOÁNEZ, 2001).

VI. CONCLUSIONES

1. Podemos indicar que los meses más calurosos que se presentan al año, en el período de observación, son los meses de marzo, abril, mayo, agosto y setiembre, obtenido por temperatura máxima, los meses fríos obtenidos por temperatura mínima, son los meses de mayo, junio y julio; los meses lluviosos de setiembre a enero y poco lluviosos, junio, julio y agosto, los meses húmedos de octubre a febrero, poco húmedos agosto y setiembre.

2. Así mismo las anomalías mensuales positivas en temperatura máxima determinan los meses más calurosos de lo que corresponde, y son los años 1943 y 1944 los que presentan mayor anomalía positiva, en los meses de julio a diciembre y de marzo a junio respectivamente, es decir son los años más calurosos presentados en el periodo de observación, así también se presentan anomalías positivas y negativas rangos de -3.41°C a 3.54°C , a través del periodo. En cuanto a temperatura mínima las anomalías mensuales negativas determinan los meses fríos más de lo que corresponde y son los años de 1941 a 1949 los que presentan mayor anomalía negativa en los meses de enero a diciembre, es decir son los años más fríos presentados en el periodo de observación, así también presentan anomalías positivas y negativas rangos de -4.06°C a 1.84°C , durante el periodo.

3. En lo referente a precipitación, las anomalías positivas mensuales determinan los meses lluviosos más de lo que corresponde y son los años 1981 y 1982 los que presentan mayor anomalía positiva, en los meses de octubre a diciembre y de enero, febrero, marzo, respectivamente, por lo tanto son los años más lluviosos presentados durante el periodo de observación, y las anomalías negativas los meses poco lluviosos de lo correspondiente,

presentados en los años 1954 y 1988 en los meses de junio, julio y agosto, son los años más secos presentados en el periodo de observación, también se presentan rangos de -94.2mm. a 182.6mm., a través del periodo.

4. En humedad relativa, las anomalías positivas mensuales determinan los meses más húmedos de lo correspondiente y son los años 1982, 2004, 2005 y 2007 los que presentan mayor anomalía positiva, en los meses de enero a diciembre es decir son los años mas húmedos presentados en el periodo de observación, y los años de 1940 a 1948, 1956 a 1967, y 1995, los que presentan anomalías negativas, en los meses de enero a diciembre es decir son los años poco húmedos presentados en el periodo de observación, así también se observan rangos de -23% a 12% a través del periodo.

5. Con la normal anual y mensual de los 68 años estudiados, Tingo María presenta, según la clasificación climática tradicional clima cálido ecuatorial; según la fórmula de Köppen Afa ecuatorial; según Strahler clima ecuatorial lluvioso, siendo la normal anual de temperatura máxima 29,76°C, temperatura mínima 19,4°C, temperatura media 25°C, precipitación 3 357,1mm., y humedad relativa 78%; y las normales mensuales de temperatura media superiores a 24,2°C, precipitaciones superiores a 123 mm., y humedad relativa superiores a 76%, valores determinantes del clima de esta ciudad.

6. Al evaluar las variables meteorológicas cada 30 años se observa una oscilación climática, al existir diferencias en los valores medios mensuales y anuales hallados en cada treintenio, observando la disminución de temperatura máxima, el aumento de temperatura mínima, precipitación y humedad relativa en los últimos 30 años; los valores medios de cada treintenio, se encuentran dentro del rango de las clasificaciones climáticas, es decir el clima no ha variado significativamente ni permanentemente, como para que exista un cambio climático.

7. Según la Prueba de Dickey-Fuller (1979) las tres variables meteorológicas se encuentran íntimamente correlacionadas entre sí, siendo estacionarias en el tiempo con picos altos y bajos.

8. En la zona de Tingo María a través de los años 1940 al 2007, las variables meteorológicas registran variaciones anómalas en el clima, trayendo como consecuencia una oscilación climática, por lo tanto son alteraciones temporales, que siendo corregidas con el Modelo de Corrección de Errores nos da una proyección a largo plazo, el que puede inducir a un cambio climático.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda considerar para un próximo trabajo el estudio de otras variables meteorológicas como la radiación solar, el viento, las nubes, presión atmosférica, etc., para determinar la clasificación exacta.

2. Es necesario dar a conocer las tendencias de estas variables meteorológicas para que los agricultores realicen una buena planificación en sus cultivos.

3. Con las proyecciones a largo plazo se recomienda a la población en general estar prevenidos a posibles desastres naturales que se puedan presentar a futuro.

4. Tomar importancia al tema de Cambio Climático ya que como se puede observar en esta zona existe una variación climática la que puede ir incrementándose en el futuro y tornarse evidente el cambio climático, para ello tomar medidas realizando estudios causales de este cambio en la Provincia de Leoncio Prado, para poder evitar o disminuir el efecto causado por este cambio.

ABSTRACT

To dispose historical records since 1940, monthly annual averages of meteorologic variables; temperature, precipitation and relative humidity, leading to prove whether registrate variations in climate and to what extent these lead to a climatic change or they respond to oscillations or temporal alterations of the climate establishing as a objective, to determine behavior or tendency of each meteorologic variable in the period 1940-2007 in Tingo Maria ; and obtain the climate during this period, using historical records of monthly and annual averages of the meteorological variables and related research topics.

To determine the seasonal behavior and climate we find the monthly normal from a record of 68 years and each 30 years to determine whether exists climatic oscillation.

We find variations through the anomalies method. We applies the test of Dickey Fuller increased, the model error corrections, to obtain the equation of cointegration which is the tendency at long term, using the program EVIEWS.

We obtain the seasonal behavior, hot months by maximum temperature, seasons of autumn at the end of winter, cold months by minimum temperature, in autumn, at start of winter, rainy months, spring at start of summer, little rainy, autumn at start of winter, humid months, spring and summer, little humid, winter.

We obtain positives and negatives anomalies, ranges from -3.41°C to 3.54°C for maximum temperature, from -4.06°C to 1.84°C , for minimum temperature; from -94.2mm . to 182.6mm . for precipitations and from -23% to 12% for relative humidity.

With the monthly and annual values media of each treintenio, we observe decreasing of maximum temperature from -0.7°C to 0.1°C , increasing of minimum temperature from 0°C to 0.2°C , increasing of precipitation from -19mm. to 101.6mm. , increasing of relative humidity from 6% to 8% in the last 30 years.

The meteorological variables registrate anomalous variations in the climate, bringing as a consequence climatic oscillation, for which reason, they are temporary alterations, being corrected with the error correction; it gives us a tendency at long term, inducing a climatic change.

Tingo Maria presents, as the traditional climatic classification, warm equatorial climate; as the formula of Koppen Afa, equatorial, as Strahler, rainy equatorial climate, being the annual normal of maximum temperature 29.75°C , minimum temperature 19°C , media temperature 25°C , precipitation 3357.1mm. and relative humidity 78%; and the monthly normal of media temperature higher than 24.2°C , precipitation higher then 123mm. and relative humidity higher than 76%.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATTAN, L.J. 1976. El Tiempo Atmosférico. Fundamentos de las Ciencias de la tierra. Edic. Omega. Barcelona. España.

EVIEWS 4. User's Guide. Chapter 20. Vector Autorregression and Error Correction Models.

[En Línea]: Info, (<http://www.ucm.es/info/ecocuan/mjm/ecoaplimj/VectorAutoregressions.pdf>, documento, 12 Nov. 2007).

FUENTES, J.L. 2000. Iniciación a la Meteorología y la Climatología. Edic. Mundi Prensa. Madrid. España.

GARCÍA, J. 1994. Principios Físicos de Climatología. Edic. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

GUJARATI, D. N. 1997. Econometría, Editorial McGraw-Hill Interamericana SA. Santa Fe de Bogotá, Colombia, Cap. 21, pp.693-715

HOLDRIDGE, L.S. 1967. Ecología basada en zonas de vida. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 206 p.

JOHANSEN, S. 1991. The role of the constant term in cointegration analysis of non stationary variables. University of Copenhagen, Institute of Mathematical Statistics.

LAROCCA, S. 2008. Clima mundial.

[En Línea]: Tu Tiempo, (<http://www.tutiempo.net/silvialarocca/Temas/Clima1.htm> documento, 16 Set. 2008).

- PEÑAHERRERA, C. 2004. Enciclopedia Temática del Perú. Geografía. 1^{era} Edición. El Comercio S.A. Lima. Perú.
- PÉREZ, J. M. 2006. Las Estaciones del año.
[En Línea]: Wikipedia, (http://www.es.wikipedia.org/wiki/Estaci3n_dela1o.
archivo, 20 Abr. 2008).
- SEOÁNEZ, C. M. 2001. Tratado de Climatología Aplicada a la Ingeniería Medioambiental. Análisis Climático. Uso del análisis climático en los estudios medioambientales. Edic. Mundi Prensa. Madrid. España.
- SEOÁNEZ, C. M. 2002. Tratado de la Contaminación Atmosférica. Problemas, tratamiento y gestión. Edic. Mundi Prensa. Madrid. España.
- STOCK, J., WATSON, M. W. 2000. Vectores Auto Regresivos (VAR). Banco de Guatemala, TRANS.
[En Línea]: Banguat, (<http://www.banguat.gob.gt/inveco/notas/articulos/envolver>. artículos, 12 Nov. 2007).
- STOLZ, W. 2003. Períodos de fenómenos El Niño y La Niña. Instituto Meteorológico Nacional Ministerio del Ambiente y Energía. Costa Rica.
[En Línea]: Club, (<http://www.club.telepolis.com/geografo/clima/clima.htm>
documentos, 16 Nov. 2007).
- TRENBERTH, K. E. 1997. Listado de fenómenos El Niño.
[En Línea]: Atmósfera, (<http://www.atmosfera.cl/HTML/temas/nino6.htm>,
documentos, 16 Nov. 2007).
- VALDIVIA, P. J. 1977. Meteorología General. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.

ANEXO

ANEXOS

Apéndice 1. Datos hallados.

Anexo A. Valores del vector autoregresivo.

Los coeficientes del VAR no son fáciles de interpretar. En la primera fila se indican los coeficientes estimados; en la segunda, los errores estándar y en la tercera los valores calculados del estadístico t.

Vector Autoregression Estimates
 Date: 11/27/07 Time: 10:28
 Sample(adjusted): 1940:03 2007:07
 Included observations: 809 after adjusting endpoints
 Standard errors & t-statistics in parentheses

Error Correction:	D(Y)	D(X1)	D(X2)
CointEq1	-0.136498 -0.01196 (-11.4165)	0.08612 -0.07915 -1.08806	-37.20317 -3.13831 (-11.8545)
D(Y(-1))	-0.262716 -0.03235 (-8.12198)	0.006839 -0.21413 -0.03194	17.70117 -8.49033 -2.08486
D(X1(-1))	-0.004048 -0.00548 (-0.73914)	-0.320894 -0.03625 (-8.85116)	2.527233 -1.4375 -1.75808
D(X2(-1))	0.000685 -0.00013 -5.10089	0.001076 -0.00089 -1.21077	-0.17957 -0.03522 (-5.09783)
C	0.122005 -0.01954 -6.2439	0.148757 -0.12935 -1.15001	16.4541 -5.12886 -3.20814
DU	-0.740658 -0.05182 (-14.2921)	-0.779666 -0.34306 (-2.27265)	-100.9705 -13.6026 (-7.42289)

R-squared	0.28945	0.100532	0.257452
Adj. R-squared	0.285026	0.094931	0.252829
Sum sq. Resids	200.2369	8775.054	13795677
S.E. equation	0.499361	3.305728	131.0732
Log likelihood	-583.1188	-2112.196	-5089.396
Akaike AIC	-583.1039	-2112.182	-5089.381
Schwarz SC	-583.0691	-2112.147	-5089.347
Mean dependent	-0.001112	0.014833	-0.112114
S.D. dependent	0.590567	3.474772	151.6365
<hr/>			
Determinant Residual Covariance		36084.19	
Log Likelihood		-7688.429	
Akaike Information Criteria		-7688.377	
Schwarz Criteria		-7688.255	

Cointegrating Eq: CointEq1	
Y(-1)	1
X1(-1)	-0.007074 -0.01249 (-0.56648)
X2(-1)	0.010054 -0.00061 -16.3943
C	-26.84632

Anexo B. Inundaciones por el río Huallaga y anexos, en la zona de Tingo María.

El acumulado de precipitaciones hallado durante tres meses en los años 2006 (octubre, noviembre, diciembre) y el año 2008 (diciembre 2007, enero, febrero) coinciden con las inundaciones del río Huallaga, ocurridas en el tercer mes de cada año respectivamente; este método nos va a servir como patrón para hallar los acumulados (de tres meses) de años pasados, para así observar si en esos años ocurrieron inundaciones; de la siguiente manera:

Años	Meses	Precipitación (mm.)
2006	Oct	423.5
2006	Nov	521.3
2006	Dic	626.7
ACUMULADO		1571.5

Inundación del río Huallaga en el mes de Diciembre del año 2006.

Años	Meses	Precipitación (mm.)
2007	Dic	564.4
2008	Ene	501.9
2008	Feb	569.8
ACUMULADO		1636.1

Inundación del río Huallaga en el mes de Febrero del año 2008.

Los valores acumulados de 1571.5 mm. y 1636.1 mm. nos servirán como patrones, es decir tomando en cuenta los meses lluviosos (de Octubre a Marzo) y valores altos de precipitación durante estos meses, se sumaran solo los valores altos de tres meses hasta obtener acumulados que sean mayores o igual a 1571.5mm., de esta manera se podría deducir si ocurrió inundaciones, en que mes y año durante el periodo 1940-2007.

Así tenemos:

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1940	Dic	502
1941	Ene	460
1941	Feb	645
ACUMULADO		1607

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1949	Ene	514.1
1949	Feb	344.1
1949	Mar	744.1
ACUMULADO		1602.3

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1952	Dic	423.5
1953	Ene	619
1953	Feb	624.5
ACUMULADO		1667

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1972	Nov	521.1
1972	Dic	514.4
1973	Ene	515.8
ACUMULADO		1551.3

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1973	Nov	556.1
1973	Dic	437.4
1974	Ene	546.4
ACUMULADO		1539.9

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1977	Ene	892.5
1977	Feb	448.5
1977	Mar	529.2
ACUMULADO		1870.2

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1982	Ene	708.3
1982	Feb	602.8
1982	Mar	855.9
ACUMULADO		2167

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1982	Dic	542.7
1983	Ene	688.5
1983	Feb	467.8
ACUMULADO		1699

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1953	Ene	619
1953	Feb	624.5
1953	Mar	477.5
ACUMULADO		1721

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1973	Dic	514.4
1973	Ene	515.8
1973	Feb	508.6
ACUMULADO		1538.8

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1976	Dic	467.4
1977	Ene	892.5
1977	Feb	448.5
ACUMULADO		1808.4

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1981	Oct	715
1981	Nov	740.4
1981	Dic	784
ACUMULADO		2239.4

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1982	Nov	491.7
1982	Dic	542.7
1983	Ene	688.5
ACUMULADO		1722.9

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1983	Nov	666.6
1983	Dic	595.9
1984	Ene	681
ACUMULADO		1943.5

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1987	Nov	525.1
1987	Dic	445.5
1988	Ene	539.3
ACUMULADO		1509.9

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1993	Nov	520
1993	Dic	562.7
1994	Ene	672
ACUMULADO		1754.7

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1994	Dic	815.2
1995	Ene	370.8
1995	Feb	323.7
ACUMULADO		1509.7

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1999	Ene	568.1
1999	Feb	466.9
1999	Mar	544.4
ACUMULADO		1579.4

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C. Sequías en la zona de Tingo María.

Realizando el mismo procedimiento para hallar inundaciones se procedió a hallar épocas de sequías es decir tomando en cuenta los meses poco lluviosos (de Junio a Agosto) y valores bajos de precipitación durante estos meses, se sumaran solo los valores bajos de tres meses hasta obtener acumulados que sean menores o igual a 180 mm., de esta manera se podría deducir si hubieron sequías, en que mes y año durante el periodo 1940-2007.

Así tenemos:

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1954	Jun	58
1954	Jul	65
1954	Agost	40
ACUMULADO		163

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1966	Jun	34
1966	Jul	74
1966	Agost	70
ACUMULADO		178

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1976	Jun	92.8
1976	Jul	36.4
1976	Agost	39.6
ACUMULADO		168.8

Años	Meses	Precipitación (mm.)
1988	Jun	47.7
1988	Jul	79.9
1988	Agost	14
ACUMULADO		141.6

Fuente: Elaboración propia.

Anexo D. Áreas delimitadas, de la zona de Tingo María en un radio de 5 km.

Se cuenta con dos fotografías satelitales de la ciudad de Tingo María, una del año 1986 y otra del año 2001 (Figura 72), se desea hacer una comparación entre ambas, para observar diferencias, como, áreas de bosque, áreas de cultivo y áreas degradadas, para ello aplicamos el programa ENVI 2.4, en ambas fotografías (Figuras 73 y 74), realizando lo siguiente: primero se trazó a ambas fotografías un radio de 5km., desde la Estación Meteorológica principal Tingo María, obteniendo un área total de 78.5 km², luego se delimitaron áreas de bosque, de cultivo y degradadas, obteniendo lo siguiente:

	1986	2001
Área de bosque	41.7 km ²	33.3 km ²
Área de cultivo	27.4 km ²	30.9 km ²
Área degradada	5.7 km ²	10.4 km ²

Se observa que después de 15 años el área de bosque ha disminuido 8.4 km², las áreas de cultivo han aumentado 3.5 km², y las áreas degradadas aumentaron 4.7 km², todos estos cambios afectaron en el clima directa e indirectamente; siendo el área de bosque el más afectado en estos últimos 15 años.

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2. Fechas de ocurrencias de fenómenos.

Anexo A. Listado de fenómenos El Niño.

Listado de fenómenos El Niño
ocurridos desde 1950 (fuente: Kevin E. Trenberth, diciembre 1997)

FENÓMENO EL NIÑO		
Comienzo	Fin	Duración (meses)
Ago 1951	Feb 1952	7
Mar 1953	Nov 1953	9
Abr 1957	Ene 1958	15
Jun 1963	Feb 1964	9
May 1965	Jun 1966	14
Sep 1968	Mar 1970	19
Abr 1972	Mar 1973	12
Ago 1976	Mar 1977	8
Jul 1977	Ene 1978	7
Oct 1979	Abr 1980	7
Abr 1982	Jul 1983	16
Ago 1986	Feb 1988	19
Mar 1991	Jul 1992	17
Feb 1993	Sep 1993	8
Jun 1994	Mar 1995	10
Mar 1997	Mar 1998	12

Anexo B. Listado de fenómenos La Niña.

Listado de fenómenos La Niña
ocurridos desde 1950 (fuente: Kevin E. Trenberth, diciembre 1997)

FENÓMENO LA NIÑA		
Comienzo	Fin	Duración (meses)
Mar 1950	Feb 1951	12
Jun 1954	Mar 1956	22
Mar 1956	Nov 1956	7
May 1964	Ene 1965	9
Jul 1970	Ene 1972	19
Jun 1973	Jun 1974	13
Sep 1974	Abr 1976	20
Sep 1984	Jun 1985	10
May 1988	Jun 1989	14
Sep 1995	Mar 1996	7
Jul 1998	Jun 2000	23
Dic 2000	May 2001	5

Anexo C. Fenómeno El Niño.

Niños benignos y malignos

Estudiosos de este fenómeno han hecho la siguiente clasificación tentativa de El Niño, señalando los años en que ocurrieron.

Niño débil o ligero

Se produce un incremento de la "temperatura superficial del mar" (TSM) menor a 2°C, las precipitaciones son por consiguiente, escasas. Sucedió en los años 1930, 1932 y 1963.

Niño moderado

Mayor calentamiento de la TSM, con un incremento de las temperaturas superficiales del Mar de Grau en 2 y 3°C se observaron en los años 1965, 1976, 1992 y 1994.

Niño fuerte

Incremento de la TSM igual a 6 °C con precipitaciones abundantes, y crecientes de los ríos superiores a las que ocurren con Niños débiles o moderados. Ocurrieron en los años 1933, 1941, 1957 y 1972.

Niño muy fuerte y extraordinario

Con TSM mayor de 7°C, como ocurrió en los años 1925, 1926, 1982-1983, y 1997-1998, que fue de 8°C. Cuando se suceden estos Niños muy fuertes, el calentamiento de las aguas oceánicas provoca en cadena un incremento de la evaporación oceánica, la formación de grandes nubes, lluvias muy intensas y crecientes extraordinarias de los ríos, que inundan en su recorrido extensas áreas urbanas y rurales (PEÑAHERRERA, 2004).

**Anexo D. Periodos en los que el fenómeno de el Niño ha estado activo
(según Centro de Predicción Climática (CPC, EEUU): (STOLZ,
2003).**

Marzo a noviembre de 1953
abril 1957- junio 1958
junio 1963 - febrero 1964
mayo 1965 - junio 1966
abril 1972 - marzo 1973
agosto 1976 - marzo 1977
julio 1977 - enero 1978
abril 1982 - julio 1983
agosto 1986 - febrero 1988
marzo 1991 - julio 1992
febrero 1993 - setiembre 1993
junio 1994 - marzo 1995
abril 1997 - abril 1998
mayo 2002 - marzo 2003

**Anexo E. Periodos en los que el fenómeno de la Niña ha estado activo
(según Centro de Predicción Climática (CPC, EEUU): (STOLZ,
2003).**

enero 1950 - marzo 1951
julio 1954 - diciembre 1957
julio 1964 - marzo 1965
octubre 1970 - diciembre 1971
julio 1973 - marzo 1976
octubre 1983 - junio 1985
julio 1988 - junio 1989
octubre 1995 - marzo 1996
junio 1998 - junio 2000

Apéndice 3. Condiciones climáticas, el clima en selva alta.

Anexo A. Distrito de la selva alta

El Distrito de la Selva Alta se halla entre los 600 y 800 m. y los 1 600 y 1 800 m. sobre el nivel del mar, y es una zona de transición entre la provincia Amazónica y la de las Yungas. En el sistema Holdridge, presenta el bosque pluvial-pre montano tropical, el bosque muy húmedo-pre montano tropical y una gran parte de bosque húmedo-pre montano tropical. La precipitación pluvial media anual de este distrito varía entre 940 y 1 970 mm. produciéndose las menores lluvias en el bosque húmedo-pre montano tropical. Las temperaturas van de 17°C a 26°C (HOLDRIDGE, 1967).

Anexo B. Región Rupa-Rupa o selva alta.

Se localiza en el piedemonte oriental de la Cordillera de los Andes, entre los 400 y 1000 m de altitud. Según Javier Pulgar Vidal, Rupa-Rupa significa ardiente o lo que está caliente calor-fresco-calor, pues las altas temperaturas diurnas son seguidas por noches frescas, para, al día siguiente, elevarse nuevamente. Su relieve es muy accidentado. Las cadenas montañosas encierran valles pocos anchos pero de gran longitud. Altas terrazas erosionadas aparecen también como un relieve de colinas con cumbres redondeadas. Otro aspecto morfológico importante son los cañones, denominados regionalmente pongos y cajones. El clima es cálido y húmedo, con abundantes precipitaciones estacionales. La época lluviosa comprende el periodo que va de Diciembre a Marzo, en los otros meses del año las precipitaciones son escasas. La vegetación es abundante y cubre todas las formas de relieve, excepto aquellas que por su elevada pendiente impiden la existencia misma de suelos (PEÑAHERRERA, 2004).

Anexo C. La temperatura en la selva.

En la selva se pueden observar las características siguientes: la vasta región de temperaturas tropicales con isotermas entre 23.1 y 25.0 °C, comienza por debajo de los 500 metros mientras que las llanuras de los

grandes tributarios del Amazonas, en los departamentos de Loreto y Madre de Dios, tienen un promedio mayor de 25.0 °C.

Las observaciones confirman que los límites superiores de la temperatura media deben estar cerca de los 27.0 °C, en las estribaciones de los ríos Huallaga, Ucayali, Urubamba y Madre de Dios, las isotermas se han trazado considerando la disminución normal de la temperatura con relación a la altura (VALDIVIA, 1977).

Anexo D. Las precipitaciones en la selva.

La región de la selva no presenta una fisonomía uniforme en toda su extensión sino que comprende, por lo menos, tres subregiones con características diferentes bien definidas, lo cual influye notablemente sobre la distribución de las precipitaciones. Estas subregiones son: La región amazónica colindante con Ecuador y Colombia y cercana a la influencia de la Banda Ecuatorial de Calmas. La región de las tierras bajas amazónicas al sur de la anterior, y la región de las faldas orientales de los Andes.

La selva está comprendida a partir de la isoyeta de los 800 mm. (no se han trazado isoyetas sobre los 2 500 mm., por no disponer de datos suficientes) fácilmente se pueden observar dos zonas de mayor precipitación; una, corresponde a Yurac sobre los 2,500 mm. (4,900 mm.) y la otra, a Quincemil también sobre los 2,500 mm. (6,000 mm.) y una zona de escasa precipitación que se extiende a lo largo del río Marañón y encerrada por la isoyeta de los 500 mm. (VALDIVIA, 1977).

Anexo E. Clasificaciones climáticas.

Clasificación climática tradicional.

Existen muchas clasificaciones climáticas, pero sólo unas pocas son realmente populares. La más extendida es la clasificación climática tradicional que divide a los climas de la Tierra en tres tipos: fríos, templados y cálidos.

Entre los climas cálidos se incluyen:

1.- Clima tropical, con una estación seca y otra húmeda, lluviosos (más de 1 000 mm anuales) siempre muy cálidos y una amplitud térmica reducida (entre 3 y 10°C). Incluyen el subtipo de clima monzónico, con una estación seca y otra húmeda pero más tardía.

2.-Clima desértico, sin apenas estaciones, muy cálido, precipitaciones muy escasas (menos de 200 mm anuales), y con una amplitud térmica anual reducida (entre 3 y 10 °C) pero diaria muy importante (más de 20°C).

3.- Clima ecuatorial, sin estaciones, muy cálido (sobre 25°C), precipitaciones muy abundantes (sobre 2 000 mm anuales) y con una amplitud térmica casi nula (sobre 3°C).

El problema de esta clasificación es que atiende al estado medio de la atmósfera, es decir no tiene en cuenta cómo se distribuyen las temperaturas y las precipitaciones a lo largo del año. Además, siempre se dan temperaturas medias de los meses, haciendo abstracción de lo que ocurre realmente con ellas a lo largo del día y de los días.

Entre las modernas clasificaciones climáticas, que entienden el clima como la sucesión de tipos de tiempo, la más popular es la de Arthur Strahler.

Según Arthur Strahler se distinguen diferentes tipos de clima uno de ellos es el clima ecuatorial lluvioso (Ecuatorial) este es el clima que encontramos en la zona de convergencia intertropical (ZCIT), en torno a los 10° de latitud alrededor del ecuador. Está dominado por las masas de aire ecuatorial cálidas y húmedas, pero también encontramos masas de aire tropical marítimo. Es un clima lluvioso todo el año, las lluvias suelen ser fuertes y de carácter convectivo. Se superan los 2.500 mm al año. Puede haber algún período más seco, debido al desplazamiento de la ZCIT. A lo largo del año encontramos una notable uniformidad térmica, en torno a los 27 °C.

Las zonas representativas son: la cuenca del Amazonas y del Congo (África), y las Indias Orientales, desde Sumatra hasta Nueva Guinea.

Otra clasificación que responde al estado medio de la atmósfera es la clasificación climática de Köppen. Se trata de una clasificación compleja, con muchos límites de temperaturas y precipitaciones. Además, sustituye el nombre de los climas por letras.

Clasificación climática mundial según Köppen, esta es la clasificación climática más conocida y de mayor aplicación por los geógrafos. Su punto de partida consiste en que la vegetación natural constituye un indicador del clima, y algunas de sus categorías se apoyan en los límites climáticos de ciertas formas de vegetales. Los climas son definidos por los valores medios anuales y mensuales de temperatura y precipitación. Con estos criterios quedan definidos cinco grandes grupos, reconocidos por las letras mayúsculas:

A	Clima tropical lluvioso. Todos los meses la temperatura media es superior a 18°C. No existe estación invernal y las lluvias son abundantes.
B	Climas secos. La evaporación es superior a la precipitación. No hay excedente hídrico.
C	Climas templados y húmedos. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18°C y -3°C, y la media del mes más cálido supera los 10°C
D	Climas templados de invierno frío. La temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido está por encima de 10°C
E	Climas polares. No tienen estación cálida y el promedio mensual de las temperaturas es siempre inferior a 10°C. Cuando el mes más cálido oscila entre 0 y 10°C de temperatura media Köppen diferencia el grupo ET (Clima de tundra) y en el caso de que ningún mes supere los 0°C de temperatura media el grupo EF (Clima de hielo permanente)

A su vez divide a los grupos anteriores en subgrupos más específicos mediante letras minúsculas, teniendo en cuenta la distribución estacional de las precipitaciones:

f	Lluvioso todo el año, ausencia de periodo seco
s	Estación seca en verano
w	Estación seca en invierno
m	Precipitación de tipo monzónico

Para describir mejor el régimen térmico se usa una tercera letra:

a	Temperatura media del mes más cálido superior a 22°C
b	Temperatura media del mes más cálido inferior a 22°, pero con temperaturas medias de al menos cuatro meses superiores a 10°C
c	Menos de cuatro meses con temperatura media superior a 10°C
d	El mes más frío está por debajo de -38°C
h	Temperatura media anual superior a 18°C
k	Temperatura media anual inferior a 18°C

Fórmula de Köppen Af: Ecuatorial, se da en las zonas de calmas ecuatoriales, entre 5° S y 10° N. La temperatura todos los meses está entre 20 y 27°C. La amplitud térmica anual es inferior a los 3°. La humedad relativa es muy alta. Más de 2000 mm anuales, con un máximo en los equinoccios y un mínimo en los solsticios (LAROCCA, 2008).

Anexo F. Factores que afectan el clima del Perú.

El Perú se encuentra ubicado en la zona Ecuatorial del planeta, y por tanto debería tener en toda su extensión un clima húmedo caluroso, lluvioso y ecosistema de bosques tropicales, como lo es la selva Amazónica. Sin embargo dos factores distorsionan esta condición natural, la cordillera de los Andes y la fría corriente de Humboldt o corriente peruana; revirtiendo las características selváticas en el oeste del territorio peruano.

La altura de las montañas Andinas evita que los vientos Amazónicos produzcan lluvias más acá de su flanco oriental, y hacia el lado occidental así como en el litoral del océano pacífico, es la corriente de Humboldt lo que ocasiona una mayor sequedad del ambiente. Por tales razones, la falta de agua implica una gran escasez de vegetación y extensas áreas desérticas.

Apéndice 4. Conceptos.

Anexo A. Humedad atmosférica.

Se denomina como humedad atmosférica a la presencia de agua en todas sus formas (sólido, líquido y vapor) en la atmósfera.

La humedad relativa es la expresión porcentual del vapor de agua presente en la atmósfera a una temperatura determinada, según su concentración regula la pérdida de agua líquida por evapotranspiración desde campos de cultivo, bosques; en zonas húmedas como la amazonía, donde la humedad atmosférica es muy alto, la pérdida de agua por evaporación es menor (GARCIA, 1994).

Anexo B. Nubes.

Enormes masas de aire cargadas de vapor de agua cruzan, dos veces al año, de un hemisferio a otro. Contribuyen a equilibrar las diferencias entre las zonas de calor y frío. El vapor de agua pasa de invisible a visible dependiendo de la temperatura, ya que el aire cálido puede contener mayor cantidad de vapor de agua en suspensión que el aire frío.

Las nubes son un indicador de la humedad relativa del aire. Si este valor es bajo el aire estará seco y se elevará antes de que se presente cualquier desarrollo de nubes.

El factor regulador de la formación de las nubes es la relación entre la humedad, la presión y la temperatura (SEOÁNEZ, 2001).

Anexo C. Las estaciones del año.

La **primavera** es una de las cuatro estaciones de las zonas templadas. Astronómicamente, comienza con el equinoccio de primavera (entre el 20 y el 21 de marzo en el hemisferio norte, y entre el 22 y el 23 de septiembre en el hemisferio sur), y termina con el solsticio de verano (alrededor del 21 de junio en el hemisferio norte y el 21 de diciembre en el hemisferio sur). Sin embargo, a veces es considerada como los meses enteros de marzo, abril y mayo en el hemisferio norte y septiembre, octubre y noviembre en el hemisferio sur.

El **verano** es una de las cuatro estaciones de las zonas templadas. Astronómicamente, comienza con el solsticio de verano (alrededor del 21 de diciembre en el hemisferio sur y el 21 de junio en el hemisferio norte), y termina con el equinoccio de otoño (alrededor del 21 de marzo en el hemisferio sur y el 23 de septiembre en el hemisferio norte). Sin embargo, a veces es considerado como los meses enteros de diciembre, enero y febrero en el hemisferio sur y junio, julio y agosto en el hemisferio norte. El verano está caracterizado por tener los días más largos y los rayos solares con menor inclinación, por lo que las temperaturas son las más altas del año. En las zonas intertropicales americanas, el término verano suele emplearse como sinónimo de estación seca, es decir, que no tiene una connotación térmica ya que se presenta en la época de sol bajo y con las temperaturas menos elevadas, sino pluviométrica, con los montos de precipitaciones generalmente más bajos que en el resto del año.

El **otoño** es una de las estaciones de las zonas templadas. Astronómicamente, comienza con el equinoccio de otoño (entre el 20 y el 21 de marzo en el hemisferio sur y entre el 22 y el 23 de septiembre en el hemisferio norte), y termina con el solsticio de invierno (alrededor del 21 de junio en el hemisferio sur y el 21 de diciembre en el hemisferio norte).

Sin embargo, a veces es considerado como los meses enteros de marzo, abril y mayo en el hemisferio sur y septiembre, octubre y noviembre en el hemisferio norte.

El **invierno** es una de las cuatro estaciones de las zonas templadas. Astronómicamente, comienza con el solsticio de invierno alrededor del 21 de junio en el hemisferio sur y el 21 de diciembre en el hemisferio norte, termina con el equinoccio de primavera, y alrededor del 21 de septiembre en el hemisferio sur y el 21 de marzo en el hemisferio norte.

Sin embargo, a veces es considerado como los meses enteros de junio, julio y agosto en el hemisferio sur y diciembre, enero y febrero en el hemisferio norte (PÉREZ, 2006).

Anexo D. La predicción del tiempo.

Los conocimientos actuales sobre meteorología no permiten determinar con una certeza absoluta el tiempo venidero, y las predicciones del tiempo son menos fidedignas cuanto mayor es el intervalo de tiempo considerado. Basándose en la experiencia se puede, con una gran precisión, pronosticar el tiempo con algunos minutos de antelación; un campesino puede predecir con seguridad la lluvia próxima basándose en el aspecto del cielo y en otros detalles atmosféricos que le son familiares. Sin embargo, la experiencia no basta cuando el pronóstico se extiende de minutos a horas. Por consiguiente, en cualquier pronóstico que sobrepase de unos pocos minutos serán impredecibles los datos suministrados por los aparatos registradores.

En la actualidad la predicción se clasifica según el periodo de tiempo que abarca:

- A corto plazo. Se elabora para las 24 horas siguientes, con anticipo de las condiciones atmosféricas para el segundo y tercer día.
- A medio plazo. Se refiere a un periodo de 3 o 4 días.
- A largo plazo. Cubre periodos superiores a 5 días, pudiendo abarcar periodos mensuales o estacionales, en cuyo caso la predicción es muy imprecisa, ya que se refiere únicamente a si las temperaturas y precipitaciones serán inferiores o superiores a las habituales.

A corto y medio plazo se sigue el método de la predicción numérica, que considera la circulación atmosférica como un problema termodinámico y de mecánica de fluidos.

Los métodos usuales para la predicción a largo plazo son (FUENTES, 2000):

- Método estadístico. Se basa en el análisis estadístico del comportamiento de la atmósfera, tratando de encontrar alguna periodicidad que permita la predicción a partir de los datos del presente.
- Método de analogías.
- Método dinámico.

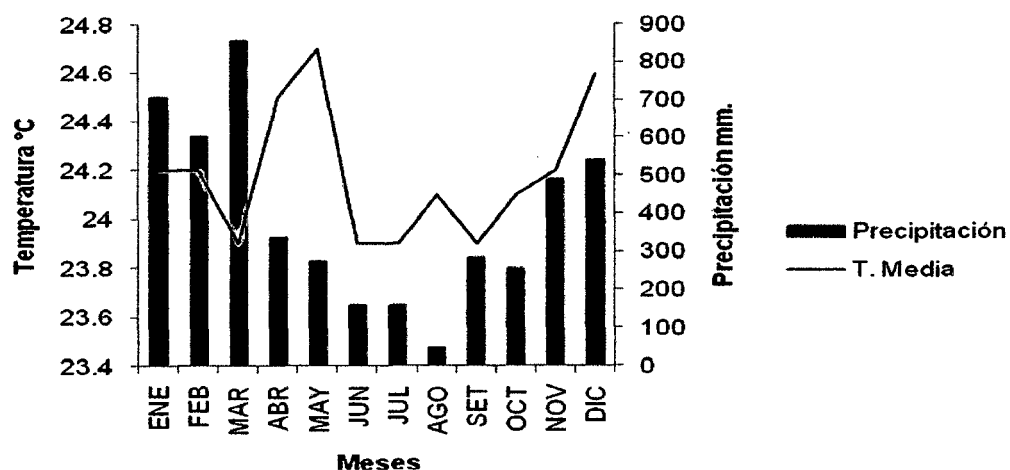


Figura 66. Climograma del año 1982 (ocurrencia de fenómeno de el Niño), de la zona de Tingo María.

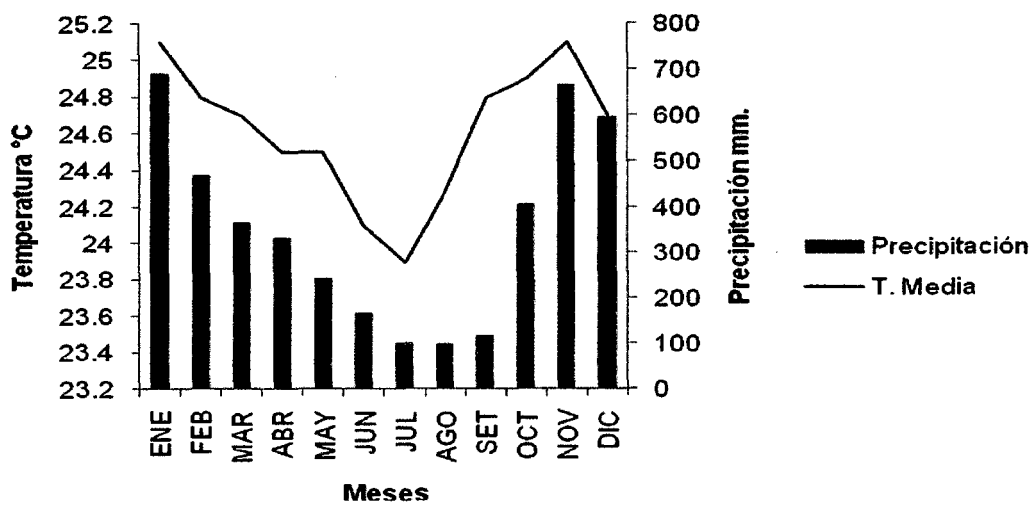


Figura 67. Climograma del año 1983 (ocurrencia de fenómeno de el Niño), de la zona de Tingo María.

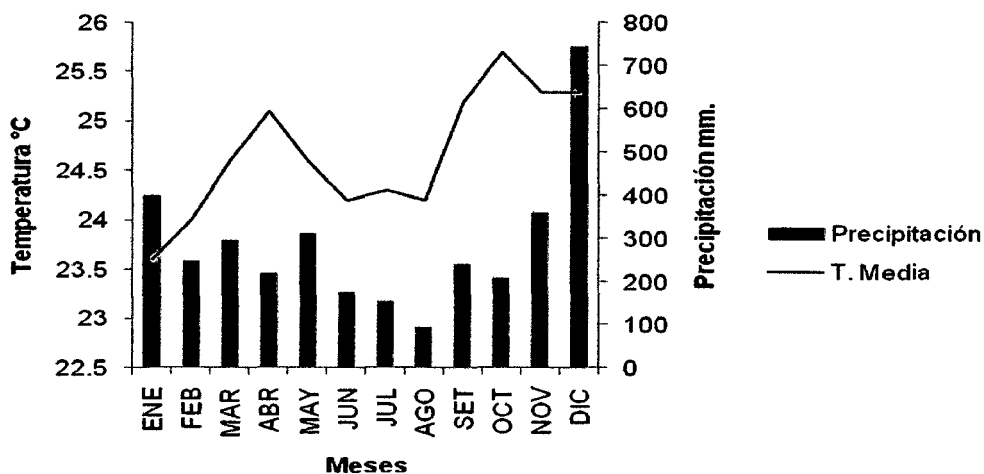


Figura 68. Climograma del año 1997 (ocurrencia de fenómeno de el Niño), de la zona de Tingo María.

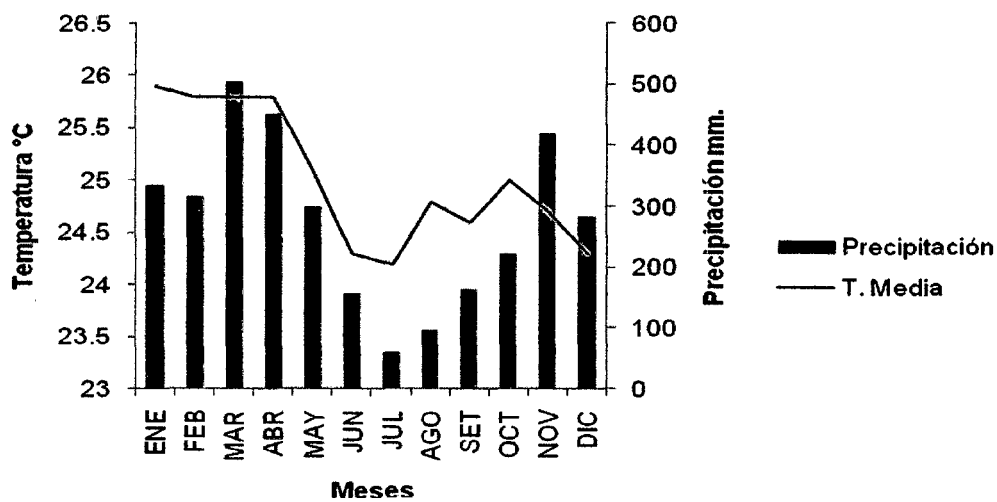


Figura 69. Climograma del año 1998 (ocurrencia de fenómeno de el Niño), de la zona de Tingo María.



Figura 70. Vista aérea del margen derecho del río Huallaga, sector playa tingo, inundada el 26 de diciembre del año 2006.



Figura 71. Vista del margen izquierdo del río Huallaga, frontis del aeropuerto inundado el 27 de febrero del año 2008.



Escala 1:50 000

Figura 72. Fotografía satelital de la ciudad de Tingo María, del año 2001, delimitado en un radio de 5 Km. (partiendo desde la estación meteorológica).



Escala 1:50 000

Figura 73. Fotografía satelital de la ciudad de Tingo María, del año 1986, delimitada por áreas (áreas de bosque □ áreas de cultivo □, áreas degradadas y/o zona urbana □, fuentes de agua ■) con el programa ENVI 4.2, en un radio de 5 Km.



Escala 1:50 000

Figura 74. Fotografía satelital de la ciudad de Tingo María, del año 2001, delimitada por áreas (áreas de bosque □ áreas de cultivo □, áreas degradadas y/o zona urbana □, fuentes de agua ■) con el programa ENVI 4.2, en un radio de 5 Km.

GLOSARIO

Anomalías.- De temperaturas extremas (máxima y mínima): diferencia entre el valor promedio mensual y la normal respectiva.

De precipitaciones: Variación porcentual con respecto a su normal respectiva.

Anticiclones.- Se denominan anticiclones a las masas de aire que descienden. Una masa de aire puede descender por dos razones, o porque está más fría que el entorno o porque se ve empujada hacia abajo.

Cambio climático.- Término general que engloba todas las formas de inconstancia climática, cualquiera que sea su naturaleza estadística (o su causa física).

Ciclones.- Se denominan ciclones a las masas de aire que ascienden. Una masa de aire puede ascender por dos razones, o porque está más caliente que el entorno, o porque se ve empujada hacia arriba.

Fluctuación climática.- Inconstancia climática que consiste en cualquier forma de modificación sistemática, sea regular o irregular, a excepción de la "tendencia" o de la "discontinuidad". Está caracterizada por al menos dos máximos (o mínimos) y un mínimo (o máximo), incluidos los situados al principio y al final de la serie. Las diferencias de corto período de duración (por ejemplo estacional, interanual, decenal).

Frentes.- Cuando dos grandes masas de aire con temperaturas distintas y uniformes se encuentran, se produce un choque que genera una variación brusca de la humedad y de la temperatura. La línea de choque se llama "frente". Se llama **frente frío** cuando el aire frío avanza hacia el caliente y **frente cálido** si el aire caliente se abre paso hacia el frío. Se llama **sistema**

frontal a un par de frentes, el primero cálido y el segundo frío, que van con unido a una depresión o borrasca.

Humedad atmosférica.- Se denomina así a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad.

La **humedad absoluta** es la cantidad de vapor de agua presente en el aire, la unidad de medida es en g. /m³.

La **humedad relativa** es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Esta es la forma más habitual de expresar la humedad ambiental. La unidad de medida es en porcentaje de humedad.

Normal.- Valor promedio de una variable meteorológica proveniente de un record extenso de años (30 años según la O.M.M.).

Oscilación climática: "fluctuación" en la cual la variable tiende a cambiar gradual y regularmente entre máximos y mínimos sucesivos (por oposición a vacilación) aquellas **variaciones** que abarcan una escala temporal de varias décadas a siglos y milenios.

Precipitación.- Es toda forma de agua que originándose en las nubes llega hasta la superficie del suelo, ellos pueden ser lluvias, granizadas, lloviznas, nevadas, etc.

Tendencia climática.- "Cambio climático" caracterizado por una disminución o un aumento regulares y monótonos de los valores medios durante el período de observación. El término no queda restringido a un cambio lineal en el tiempo, sino caracterizado por un solo máximo y un solo mínimo en los puntos finales de la serie.

Temperatura.- La temperatura es un parámetro termodinámico del estado de un sistema que caracteriza el calor, o transferencia de energía. En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de temperatura es el kelvin. Sin embargo, está muy generalizado el uso de otras escalas de temperatura, concretamente la escala Celsius (o centígrada), y, en los países anglosajones, la escala Fahrenheit. Una diferencia de temperatura de un kelvin equivale a una diferencia de un grado centígrado.

Variación climática.- Una "fluctuación" o una componente de ésta cuya escala temporal característica es lo suficientemente amplia como para conducir a una inconstancia apreciable de las medias (normales) sucesivas de las variables, calculadas para un período de treinta años.

Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).- Región en la que se encuentran los alisios del hemisferio sur y del norte, y que alimentan de forma dinámica el ascenso térmico del aire.