

### III.- EL REGIMEN DE PRECIPITACION EN NICARAGUA Y SU VARIACION ESTACIONAL

La distribución anual de las precipitaciones en Nicaragua, se representa en el mapa N° 1, en el cual se puede observar un significativo rango de variación de la precipitación total anual; con cantidades menores de 800 mm al Norte de la Región Central, aumentando a 1800 mm al Noreste y Sureste de la misma Región. En el extremo Sureste del territorio nacional, se observan valores anuales de precipitación que superan los 4000 mm. Esto es debido, a que en los meses del Verano Astronómico (Junio, Julio y Agosto), la brisa marina y la corriente alisia actúan conjuntamente, transportando humedad desde el Caribe. En los meses de Invierno (Diciembre a Febrero), en lo general predomina una componente del Norte, originada por el desplazamiento de los Anticiclones fríos de la estación invernal desde el Canadá y los Estados Unidos hacia las latitudes tropicales. El aire frío y seco de origen polar, se modifica rápidamente al cruzar las aguas del Golfo de México; debido a la ganancia de calor latente y sensible desde la superficie, de modo que al llegar al Norte de la Zona Atlántica ya se ha humedecido considerablemente. Sin embargo esta situación es diferente en la Zona del Pacífico; ya que en ella es común tener cielos despejados. La convergencia local juega un papel importante en ambas épocas, siendo ésta reforzada en el verano por la propia inestabilidad del flujo del Este.

Debido á que la Zona Atlántica está formada por una planicie muy amplia y uniforme, el efecto orográfico no es relevante. Cabe mencionar que, en esta Zona los valores de precipitación disminuyen de Sur a Norte, presentándose los valores mínimos en las zonas influenciadas por el flujo del Este; tal es el caso de Puerto Cabezas y su alrededores. Sin embargo, las localidades situadas al Sur, se ven favorecidas por los factores ya mencionados y por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que es uno de los procesos más importantes en la producción de lluvias en Nicaragua.

En la Zona Central la influencia más relevante sobre las precipitaciones es el relieve y la orientación de las cordilleras con respecto al flujo predominante. Es por tal razón que los sectores localizados a barlovento de las Cordilleras Dariense, Chontaleña e Isabelia reciben las mayores cantidades de precipitación, originadas en gran parte por el aporte de humedad del flujo del Este.

En el cinturón de bajas precipitaciones, conformado por Ocotol, Condega, el sector de Sébaco y las tierras abrigadas por cerros, la sequedad se debe a que estos sectores se encuentran a sotavento y la mayor parte de agua precipitable es descargada a

barlovento de las cordilleras por efectos orográficos. De tal forma, que las masas de aire que cruzan a sotavento, se caracterizan por su poco contenido de humedad. También la sequedad en estos sectores, es una consecuencia del sistema local de vientos Montaña Valle y los efectos de las barreras montañosas.

Durante el período lluvioso de la Zona del Pacífico, la mayor parte de las precipitaciones se producen en forma de chubascos. Los factores más importantes que generan precipitación son: la Circulación Atmosférica, el comportamiento de la Zona de Convergencia Intertropical, la cual está en función de la circulación general de la atmósfera y la topografía del terreno.

La dirección predominante del flujo del Este, es poco significativo en las precipitaciones del Pacífico; sin embargo la componente del flujo Suroeste hace que en la zona de Chinandega las precipitaciones aumenten hasta 2000 mm debido al arrastre del vapor de agua desde el Océano Pacífico hacia la costa por dicho flujo .

El relieve de la Zona del Pacífico no es muy abrupto, de tal forma que las diferencias de los valores de precipitación no son tan relevantes; observándose valores de 2000 mm solamente en los alrededores del Volcán San Cristóbal.

La Zona de Convergencia Intertropical, generalmente se mantiene al Sur de nuestro país, afectando principalmente a las zonas ubicadas al Sur de nuestro territorio, donde origina valores mayores de precipitación respecto a las zonas que se encuentran en las llanuras del Pacífico; ya que este sistema se desplaza en dirección Sur-Norte, siendo uno de los factores más importantes en el aporte de humedad atmosférica.

### **3.1. VARIACION ESTACIONAL DE LA PRECIPITACION**

La variación estacional de la precipitación, está determinada por los cambios estacionales de la circulación general de la atmósfera y localmente por los efectos de las barreras montañosa y la orientación de las costas.

En el Verano Astronómico, la circulación tiene características muy diferentes a las del Invierno. Los gradientes meridionales de presión se debilitan y la corriente de los Este tiene su mayor desarrollo, alcanzando en la vertical la tropósfera superior y una mayor amplitud meridional.

En los meses de Junio, Septiembre y Octubre ocurre un debilitamiento en la corriente del Este, condicionando al flujo del viento a que adquiera una componente del cuadrante Sur. Esta

característica del flujo, permite el ascenso hacia el Norte de la ZCIT, dando como resultado que las áreas costeras del Pacífico reciban mayores influencias de situaciones atmosféricas, originadas en las aguas del Océano; manifestándose en un incremento de las precipitaciones en dichas áreas. El hecho de que el flujo adquiriera una componente del Sur, es el resultado de la organización de perturbaciones ondulatorias en el flujo mismo, ya sean del tipo de Ondas del Este o de Vaguadas Invertidas.

Una característica importante se manifiesta más o menos a mitad del período lluvioso, sobre todo en la Región del Pacífico y Zona Central. Se trata de un mínimo secundario de precipitación que ocurre generalmente en los meses de Julio y Agosto. Estos meses, presentan comúnmente períodos secos o de actividad lluviosa muy reducida y aislada, que se asocian a flujos del Norte en la troposfera media y superior. Generalmente en estos meses se observa un descenso latitudinal de la ZCIT, ubicándose un poco más al Sur de nuestro territorio. Lessmann<sup>[7]</sup>, afirma que normalmente la situación sinóptica muestra normalmente una presión relativamente baja sobre Cuba y Florida, a veces en combinación con una vaguada sobre el Este de los Estados Unidos. De tal forma que corta el Anticiclón del Atlántico Subtropical en dos Partes, localizándose una sobre el Golfo de México; lo que origina un flujo seco del Norte o Noroeste en la tropósfera superior o media y muchas veces un flujo caliente, cerca de la superficie hacia Centro América, obstruyendo los Este y causando subsidencia.

Esto, contribuye a que la influencia de los procesos atmosféricos provenientes del Océano Pacífico sea relativamente rara y la precipitación esté asociada esencialmente, con disturbios en la amplia corriente del Este. Este mínimo secundario, está más claramente desarrollado en la Región del Pacífico que sobre el Atlántico y generalmente tiene un desplazamiento estacional de Sur a Norte.

#### **IV.- "EL NIÑO" Y SU RELACION CON EL REGIMEN DE PRECIPITACION**

El nombre de "El Niño", se refirió originalmente a una corriente marina tibia con dirección Suroeste, que aparece anualmente durante el verano del Hemisferio Sur, justo después de Navidad, a lo largo de la costa del Ecuador. En casos excepcionales, esta corriente penetra más hacia el Sur, a lo largo de la costa de el Perú. Recientemente el término de El Niño se ha reservado para estas condiciones excepcionales. Actualmente se sabe que éste, El Niño de América del Sur, es parte de un conjunto de interrelaciones entre los cambios de el tiempo y las

condiciones Oceánicas, en una escala mucho mayor (aproximadamente la mitad del planeta), afectando toda la cuenca del Pacífico [11].

El nombre científico más usado es el ENOS (El Niño Oscilación del Sur), ya que enfatiza el aspecto de que el fenómeno resulta de un acople entre el Océano y la atmósfera.

La Oscilación del Sur es llamada así por los cambios interanuales con una escala de tiempo de varios años, en las condiciones atmosféricas sobre los Océanos Pacífico e Indico ecuatoriales [12]. En una de las fases de la Oscilación del Sur (fase positiva), hay una presión atmosférica relativamente alta en la parte Sureste del Océano Pacífico y una presión atmosférica baja en el Pacífico Occidental. Esta condición, se mide generalmente con el Índice de la Oscilación del Sur (IOS), el cual es la diferencia de la presión atmosférica en superficie entre Thaití (18° S, 150° W) y Darwin (12° S y 131° E). Durante un evento ENOS, los valores medios mensuales del IOS se reducen, e incluso pueden tomar valores negativos durante varios meses (fase negativa de la Oscilación del Sur); el evento 1982-83 es un caso bien marcado al respecto.

Durante un fenómeno de El Niño, la temperatura de la superficie Este del Océano Pacífico, aumenta de uno a dos grados por encima del promedio, formando una corriente más cálida, que baña las costas de Sur América, afectando Ecuador y Perú, para internarse de nuevo mar adentro. Además de aumentar la temperatura, se altera la presión atmosférica en zonas muy extensas y distantes entre sí, como Indonesia y el Pacífico Sur Oriental. Se producen también cambios en la dirección y velocidad del viento, que desplazan las zonas en que se producen precipitaciones. Como consecuencia, en las regiones de Sur América en que normalmente llueve muy poco, el fenómeno provoca inundaciones y en Australia, Indonesia y parte de Africa se producen sequías.

La lluvia sobre América Central y el Caribe está relacionada a la Oscilación del Sur. Los estudios de Rogers [17], indican que durante los eventos ENOS, en el período de Julio a Diciembre, la precipitación decrece significativamente sobre América Central y la parte Norte de Sur América. En el período de Enero a Marzo, las cantidades de lluvias son bajas y la interpretación de la variabilidad de la lluvia es difícil. En el período de Abril a Junio, no existe una tendencia consistente de un decrecimiento de la lluvia, durante los eventos ENOS, sobre el Caribe y América Central.

En los meses de Julio a Octubre durante un fenómeno de El Niño, Nicaragua presenta una estación lluviosa irregular. La Canícula se prolonga, pudiendo extenderse hasta inicios de Septiembre; estabilizándose la estación lluviosa a mediados de

Septiembre, para terminar tempranamente a fines de Octubre. A partir de ese momento, empieza una estación seca larga, de la cual la característica principal es un número de días secos superior al promedio de Marzo y Abril.

La estación lluviosa del año siguiente puede iniciarse tarde, haciendo más larg el período seco, ya que se adelanta la salida de la estación lluviosa en Octubre y se atrasa su inicio en Mayo del año siguiente.

## **V. - METODOLOGIA**

El presente trabajo se centra en las Regiones del Pacífico y Central de Nicaragua; que son donde se encuentran ubicadas las zonas de mayor productividad agrícola del país. Estas Regiones, se caracterizan por una reducción significativa de la precipitación en determinados años durante el período lluvioso; siendo este el factor que motivó a la Dirección de Meteorología para desarrollar el presente trabajo.

### **1. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LAS ESTACIONES.**

Para la obtención de los datos necesarios en la realización del trabajo, se seleccionaron doce (12) estaciones, entre Principales, Climatológicas y Agrometeorológicas. Dichas estaciones, se seleccionaron tomando en cuenta su ubicación en el área de estudio, su representatividad en cada zona y la cantidad de registros con que cuentan cada una de ellas. Además, éstas son las estaciones que tienen los registros de precipitación más largos y actualizados de la red de estaciones meteorológicas existentes en el país.

A continuación, se listan las estaciones seleccionadas, su código, nombre, tipo, coordenadas y elevación.

CODIGO	NOBRE	TIPO	LATITUD	LONGITUD	ELEV.
045003	CONDEGA	HMO	13° 22'	86° 23'	560 mt.
045017	OCOTAL	HMP	13° 37'	86° 28'	612 mt.
055020	JINOTEGA	HMP	13° 05'	86° 23'	1032 mt.
055027	MUY MUY	HMP	12° 45'	85° 37'	320 mt.
060006	ACHUAPA	PV	13° 03'	86° 35'	330 mt.
064018	CHINAND.	HMP	12° 38'	87° 08'	60 mt.
064022	ISA	HMP	12° 32'	87° 03'	35 mt.
069027	A.C.SAND	HMP	12° 08'	86° 09'	56 mt.
069033	NANDAIME	AG	11° 43'	86° 02'	95 mt.
069034	JUIGALPA	HMP	12° 06'	85° 22'	90 mt.
069070	RIVAS	HMP	11° 26'	85° 26'	70 mt.
069129	MASATEPE	AG	11° 53'	86° 08'	470 mt.

CHINAND: Chinandega.

ISA: Ingenio San Antonio.

A.C.SAN: A.C. Sandino.

HMP: Hidrometeorológica Principal.

HMO: Hidrometeorológica Ordinaria

AG: Agrometeorológica.

PV: Pluviométrica.

En el Mapa #2 se señala el área de estudio y la ubicación de cada una de las estaciones seleccionadas.

## 2. RECOPIACION Y SELECCION DE LA INFORMACION PLUVIOMETRICA.

Una vez seleccionadas las estaciones, se procedió a establecer un banco de datos diarios de precipitación, para un período de 23 años (1970- 1992). La longitud del período fue escogida en base a la variabilidad del parámetro. En el caso de la precipitación, que es uno de los parámetros meteorológicos de mayor variabilidad, la longitud del período utilizado es muy aceptable para el desarrollo de este trabajo; ya que los 23 años escogidos son los de mayor confiabilidad con que cuentan las estaciones del país.

A partir de la información diaria, se procedió a calcular los promedios mensuales y anuales de precipitación para cada una de las 12 estaciones en el período mencionado. En las tablas #1 ,

se presenta un resumen de los promedios mensuales y anuales de precipitación de las 12 estaciones, durante los 23 años.

Para tener una referencia, de los datos de precipitación en las estaciones que no cumplen con los requisitos de continuidad y longitud del período, fue necesario inferir estos datos a partir de otros.

### **3. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.**

#### **a) Análisis de Consistencia:**

La información sobre la precipitación, constituye la base primordial de los estudios relacionados con el desarrollo agrícola y económico del país. Debido a ésto fue necesario analizar la consistencia de la serie de datos; ya que de lo contrario un error significativo podría cambiar los análisis que se realicen y obtener resultados dudosos y de poca confiabilidad.

En la realización del análisis de consistencia, se aplicó el método de Doble Masa, a fin de determinar cualquier inconsistencia en la información disponible.

El hecho de que el gráfico dé una aproximación de línea recta, no garantiza que la información sea consistente. Por lo que se procede a realizar un análisis estadístico, tanto en la media como en la desviación estándar de los períodos definidos, para determinar si estos períodos son iguales estadísticamente. Si al realizar este análisis, resulta que la media y desviación estándar son iguales para ambos períodos, entonces la serie es consistente, pero si son diferentes la serie es inconsistente; en cuyo caso se deberá corregir.

En nuestro caso, el análisis se realizó para 3 grupos de estaciones. En el primer grupo, se utilizaron las estaciones de Chinandega, Ingenio San Antonio y Achuapa; el segundo lo conformaron las estaciones de Managua, Masatepe, Nandaime, Rivas y Juigalpa y el tercer grupo comprendió las estaciones de Jinotega, Muy Muy, Condega y Ocotal. En el último grupo, se obtuvieron quiebres en la recta de Muy Muy, pero al realizar el análisis estadístico, tanto la media como la desviación estándar resultaron ser iguales estadísticamente; motivo por el cual no se procedió a corregir la información en los períodos dudosos.

#### **b) Cálculo de datos faltantes:**

En ciertas estaciones fue necesario completar los datos faltantes a nivel diario. Para tal fin se analizaron y se correlacionaron con los datos observados en las estaciones cercanas, con el fin de escoger entre éstos, aquellos que tuvieran datos semejantes a las estaciones con datos incompletos.

Para la precipitación, se utilizó el método de las proporciones y en algunos casos, la media aritmética de los datos anteriores y posteriores de la misma estación.

**c) Aplicación del Método de Deciles en el Análisis de Sequía:**

La sequía aparece con mayor o menor frecuencia en algunas Regiones Climáticas del País, que normalmente disponen de lluvia suficiente para las actividades agrícolas y suministro de agua.

Tomando como base el análisis de los datos de precipitación correspondientes a los registros observados en las diferentes estaciones, es posible y de manera práctica emplear el método de Deciles; para aplicarlo en forma preliminar a la detección de la sequía, a fin de estudiar su ocurrencia y tratar de delimitar su extensión territorial.

La aplicación de este método, permitió la elaboración de mapas de valores de deciles anuales y mensuales, para determinar su distribución y definir las áreas afectadas por la sequía. De acuerdo al rango del decil los datos de precipitación se consideraron de la siguiente forma.

<u>RANGO DE DECIL</u>	<u>SIGNIFICADO</u>
1	Mucho más abajo de la normal.
2	Muy abajo de la normal.
3	Abajo de la normal.
4	Ligeramente abajo de la normal.
5 - 6	Normal.
7	Ligeramente arriba de la normal
8	Arriba de la normal.
9	Muy arriba de la normal.
10	Mucho más arriba de la normal.

Para la aplicación de los diferentes métodos estadísticos en este trabajo, se utilizaron los paquetes computacionales Lotus, Word Perfect 5.1, Harvard Graphics y Statgraphics.

## **VI.- ANALISIS Y RESULTADOS**

Tomando en consideración que el período lluvioso para las Regiones del Pacífico y Central es de seis meses (Mayo-Octubre), y que es notable la existencia de una distribución bimodal de la precipitación a través del año; éste se ha dividido en dos subperíodos. De tal forma, que el mínimo secundario de precipitación que ocurre en los meses de Julio y Agosto, quede distribuido en los dos subperíodos. De esta manera, tendremos que el primer subperíodo abarca los meses de Mayo, Junio y Julio y el segundo Agosto, Septiembre y Octubre.

En la tabla N° 2, se presentan los valores en porcentaje de la precipitación mensual, con respecto a la precipitación

acumulada anual de un promedio de 23 años. De ésta se deduce, que en la Región del Pacífico los picos máximos de precipitación tienen lugar en los meses de Junio y Septiembre, exceptuando las estaciones de Achuapa, Ingenio San Antonio, Masatepe y Nandaimé; donde los máximos para las primeras tres estaciones se presentan en Mayo y Septiembre y para la última en Junio y Octubre. En la Región Norte y Central, los máximos se registran en Junio y Septiembre, a excepción de Muy Muy donde éstos ocurren en Junio y Julio. En la zona Norte (Condega y Ocotal), los máximos se dan durante Mayo y Septiembre.

Dicha tabla, indica que en la Región del Pacífico, aproximadamente un 41 % de la lluvia anual, cae durante el primer subperíodo de la estación lluviosa, un 51 % en el segundo subperíodo y el 8 % en los meses secos; existiendo una diferencia aproximada del 10 % entre el primer y segundo subperíodo de la estación lluviosa. La Región Central acumula un 41.1 % en la primera etapa, 45.4 % durante la segunda y un 13.5 % en el transcurso del período seco.

La reducción de los acumulados de precipitación en Julio, es aproximadamente de un 34.5 % menor con respecto al mes de Junio en la región del Pacífico ; correspondiendo el déficit de menor cuantía a la estación A.C Sandino con un valor de 14.5 % y el máximo a Achuapa, con un 61.43 % . En la Región Central la reducción es de un 27.16 %, observandose el menor valor en Muy Muy con un 3.3 % y el máximo a Ocotal con 51.4 %. Con los resultados del comportamiento anual de la precipitación, podemos decir que la Región Central es ligeramente más húmeda en los meses de Noviembre a Abril, y que la canícula es más acentuada en la Región del Pacífico. Dicho comportamiento, se muestra en las figuras de la #1 a la #6.

Los máximos de precipitación que ocurren en los meses de Junio y Septiembre, están relacionados con el debilitamiento repentino del flujo alisio, que permite un acercamiento al país de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual durante los meses de Junio y Septiembre alcanza su posición más septentrional.

El aceleramiento del flujo alisio disminuye las precipitaciones en la vertiente del Pacífico y favorece la ocurrencia de lluvias en la vertiente del Atlántico, ya que el aire proveniente del mar Caribe, viene muy cargado de humedad y al entrar en contacto con las irregularidades del terreno, favorece el desencadenamiento de precipitaciones . Esto explica en cierto grado, que la ocurrencia del mínimo relativo de lluvias en el Pacífico, coincide con un máximo en la Región Atlántica. Así mismo, el aceleramiento del flujo Alisio, potencia la ocurrencia de lluvias de tipo orográficas en la Región Central.

Las condiciones descritas, permiten que la Región Central actúe a manera de un territorio de transición, de tal forma que el veranillo es menos intenso; exceptuando ciertos valles como Ocotal y Sébaco, donde la mayor parte de las precipitaciones orográficas, se dan a lado de barlovento de las cordilleras y no a sotavento de las mismas, originando una sombra pluviométrica (déficit) en dichos valles.

En conclusión, se puede decir que el régimen y la cantidad de precipitación que ocurre en Nicaragua, están en dependencia de la intensidad del flujo Alisio, del comportamiento de la ZCIT y su interacción con Ondas y Vaguadas en los Este; así como del movimiento e influencia directa e indirecta de los diferentes sistemas meteorológicos productores de precipitación, y hasta peligrosos (depresiones, tormentas y huracanes tropicales).

## **6.1. DEFICIT EN LOS ACUMULADOS ANUALES DE PRECIPITACION SEGUN ANALISIS ESTADISTICOS**

De las series de precipitación analizadas (23 años) en este estudio, se observó un promedio de nueve años para la Región del Pacífico y siete años para la Región Central y Norte, en los cuales el comportamiento de la precipitación fue anómalo; desde el punto de vista en que el acumulado anual, se mostró por debajo del 10 % y más, respecto a las normas históricas del período de 23 años.

De las estaciones seleccionadas en la Región del Pacífico, la que presenta mayor cantidad de años anómalos es Nandaime, en la cual se han registrado trece años con déficit de precipitación (ver tabla #5). La estación menos afectada en su régimen de precipitación, es el Ingenio San Antonio con seis años. En la Región de las Tierras Altas del Interior, las estaciones que poseen un mayor número de años deficitarios, son Jinotega y Ocotal con nueve y las de menos años, Muy Muy y Condega con seis. La mayor carencia de lluvia que se ha registrado durante estos años caracterizados por precipitaciones irregulares, ocurrió en Ocotal con un valor de -60.8 %, que significa 487 mm por debajo de su norma histórica de 802.7 mm. Es decir, que en el año de 1972 (ver tabla #8), solamente precipitó 314 mm ; lo cual causó trastornos negativos en las distintas actividades económicas que se desarrollan en ese sector. Entre los máximos valores anómalos negativos registrados de todas las estaciones, a Muy Muy le corresponde el menor con un valor de -30.9 % (ver tabla #7 y fig #11).

Los años con fuertes anomalías negativas (déficit) en el régimen de precipitación, tanto en el Pacífico (7 años), como en la Región Central (6 años); han ocurrido en los años en que se ha hecho presente el fenómeno de El NIÑO, en las aguas del Pacífico

Austral. A este fenómeno, popularmente se le asocia con desastres provocados por sequías en las Costas del Pacífico de América Central e inundaciones en otras partes del mundo.

Entre 1970 y 1992, el ENOS se ha hecho presente en cinco ocasiones en los años de 1972, 76 - 77, 82 - 83 , 86 - 87 y 91-92; comprobándose que la disminución de las precipitaciones por debajo de sus normas históricas, se pone de manifiesto en los años ENOS del período descrito.

Las estaciones de Chinandega y Nandaime (ver tablas #3 y #5), presentan la mayor frecuencia de afectación del ENOS en la Región del Pacífico, correspondiéndole ocho de nueve casos; la menor frecuencia para la misma Región, se observa en el Ingenio San Antonio, con cinco veces. Algo similar ocurre en las Tierras Altas del Interior, en donde Jinotega registra una frecuencia de siete y Muy Muy el menor número de casos con cuatro.

La información analizada, muestra que cada uno de los valores anuales de precipitación más deficitarios, corresponden a años en los cuales se presentó el fenómeno de El Niño. De tal forma, que Chinandega, Achuapa, Managua, Condega y Ocotol registraron su mayor anomalía de precipitación en el año 1972; El Ingenio San Antonio, Masatepe y Nandaime en 1976; Muy Muy en 1982; Rivas y Juigalpa en 1987 y Jinotega en 1991. Es importante señalar de las figuras #7 a la #12, que un 42 % de las estaciones examinadas, presentan su máximo valor negativo en 1972, mientras que la mayor parte de las estaciones restantes, presentan su segundo máximo ese mismo año. Las premisas señaladas, nos brindan información fidedigna para decir que el año de 1972, ha sido uno de los más secos (mayor déficit de precipitación) en Nicaragua en los últimos 23 años, de acuerdo a los registros anuales de precipitación de las estaciones utilizadas.

Con el fin de delimitar las zonas más afectadas durante los eventos ENOS, se han sectorizado las Regiones del Pacífico y las Tierras Altas del Interior, en función de la ubicación de cada una de las estaciones utilizadas y tratando de que éstas sean representativas de las zonas en las cuales se encuentran ubicadas; distribuyéndose así: Pacífico Occidental (Chinandega, Ingenio San Antonio y Achuapa) con un promedio del 27.2 % de déficit de precipitación en años ENOS; Pacífico Central (Managua Y Masatepe ) 26.7 %, Pacífico Sur (Nandaime y Rivas) 25.5 %. Zona Central (Juigalpa y Muy Muy) 22.8 % y la Zona Norte (Jinotega, Condega y Ocotol) con 25.8 %.

Según esta subdivisión de las Regiones y sus promedios de disminución de lluvia, encontramos que las zonas más susceptibles a ser afectadas por un evento ENOS son en primer lugar el Pacífico Occidental seguido por el Pacífico Central. Estas, coinciden con las zonas en las cuales históricamente se han registrados los mayores promedios deficitarios de lluvia. En

las tablas #3 a la #8, se presenta para cada estación su acumulado anual, norma histórica, anomalías en milímetros y en porcentaje. En dichas tablas, se observa que los máximos valores anómalos de precipitación, han sido por encima de un valor del -36 %. Ocotul presenta el más alto porcentaje de déficit (-60.8 % en 1972), el cual fue inducido por la influencia directa del fenómeno de El Niño.

En las figuras de referencia, vemos que por lo general en la mayoría de las estaciones utilizadas, al año siguiente que se presenta el fenómeno de El Niño, las precipitaciones sobrepasan las normas históricas de cada una de ellas; alcanzando valores positivos muy altos en algunas ocasiones, como en Jinotega, que después de los años ENOS 86 - 87, en 1988 los acumulados anuales de precipitación sobrepasaron en un 68 % las normas históricas.

Las lluvias sobre América Central y el Caribe, están relacionadas a la Oscilación del Sur. Anteriormente, se mencionó que la mayor disminución de las precipitaciones durante los eventos de El Niño, ocurren en el Pacífico Occidental y Central. La disminución de las lluvias durante los eventos ENOS en Nicaragua, es debido a que los vientos alisios son más débiles de lo normal sobre el Pacífico y más fuerte sobre el Atlántico.

La reducción de la precipitación en el Pacífico Sur es menor, debido a su posición geográfica y a la extensión del territorio, ya que se trata de un istmo, en el cual las precipitaciones se fortalecen tanto por la brisa de mar, como la del lago de Nicaragua; siendo favorecidas por el flujo del Este Sureste y Suroeste.

Las zonas de las Tierras Altas del Interior (sobre todo la Zona Central), son menos afectadas que las del Pacífico; independientemente de que las diferencias porcentuales entre una y otra zona no sean muy grandes. El sector de Muy Muy en la Zona Central es el menos afectado, ya que por su posición geográfica recibe los vientos con dirección del NE - SE, caracterizados por su alto contenido de humedad al desplazarse a través del Atlántico y Mar Caribe, haciendo que la carencia de lluvia sea menor. Juigalpa, muestra un mayor déficit de precipitación, al encontrarse ubicada a sotavento de la cordillera Chontaleña, en la cual la humedad proveniente del mar Caribe es descargada a barlovento de la cordillera. La mayor cantidad de las precipitaciones en Juigalpa, están en dependencia de la posición de la ZCIT y de las Ondas Tropicales, de ahí que la disminución de las lluvias durante los eventos ENOS, sea mayor que en Muy Muy. (a pesar de tener ± la misma Longitud).

La Zona Norte es la más seca de la Región Central, al encontrarse rodeada de cadenas montañosas que la ubican a sotavento de las montañas, respecto a las direcciones predominantes de vientos del Norte. Esta Zona aunque presenta un

déficit parecido al del Pacífico Sur, tiene una frecuencia menor de años secos (carencia de lluvia) durante los eventos ENOS. Dicha frecuencia, es debida a que la mayor cantidad de las precipitaciones son de tipo orográficas, generadas a veces por la intensificación de los Alisios que logran penetrar a dicha zona y por los efectos locales propios de la Zona.

Al presentarse el fenómeno de El Niño, las precipitaciones adquieren un comportamiento irregular, causado por alteraciones en el desplazamiento meridional de la ZCIT hacia el Norte; movimientos que son también bloqueados por el fortalecimiento de los Alisios del Este, al intensificarse el Anticiclón Subtropical del Atlántico.

## **6.2. DETERMINACION DE LOS AÑOS SECOS Y LAS AREAS AFECTADAS POR EL METODO DE LOS DECILES**

Con el fin de definir las áreas que han sido afectadas por las sequías provocadas por el ENOS, se aplicó el método de las decilas de Gibbs y Maher, a los 23 datos anuales de precipitación de cada una de las estaciones utilizadas en este trabajo. El método considera, que la quinta y sexta decila es la cantidad de lluvia que es excedida en el 50 % de las ocasiones, y tanto la media como la mediana se encuentran en ese rango. Los valores que correspondan a las decilas del 1 al 4, se consideran deficitarios y los que estén por encima de la decila 6, son considerados excesivos; este método se comprobó, con las frecuencias relativas acumuladas de cada estación.

Se determinó, que un año es considerado seco, cuando en seis de las estaciones representativas del área de estudio se registran en un año, valores de precipitación que se sitúan en los rangos de las decilas 1,2, y 3, los cuales son considerados con precipitaciones abajo de lo normal; lo que es igual a tener un déficit de precipitación superior a -20 %, con una probabilidad que apenas alcanza el 30 % .

Al aplicar el método, se encontró que los años o períodos considerados secos en los últimos 23 años son: 1972, 76 - 77, 86 - 87, 91 y 1992, los cuales corresponden a los años en que el ENOS se ha hecho presente. Se exceptúan los años 1982 y 1983, porque, aunque han sido años en los cuales la fase negativa de la Oscilación del Sur fue un caso bien marcado, el acumulado anual de precipitación no lo refleja como un año de déficit. Tal situación, se explica por el hecho de que en el año 1982 durante el mes de Mayo, la Región del Pacífico de Nicaragua, se vio afectada por la periferia de la Tormenta Tropical Alleta; que originó precipitaciones intensas en un lapso de diez días consecutivos. Estas lluvias, por su alta cantidad de milímetros precipitados, encubrieron el efecto del fenómeno a nivel anual.

Para ejemplificar lo antes mencionado, se tomó como referencia la estación de Chinandega, que registró ese mes 1685.7 mm; mientras el acumulado anual fue de 2468.1 mm, lo que indica que en el mes de Mayo la cantidad de lluvia precipitada corresponde a un 68.3 % del total anual registrado ese año. Si referimos el valor de Mayo de 1982 con respecto a la norma histórica anual, encontramos que en este mes precipitó el 89.6 %. Las torrenciales lluvias del mes de Mayo de 1982, atenuaron los efectos de El Niño desde el punto de vista de los acumulados anuales de precipitación, haciéndolo aparecer como un año húmedo (ver fig. #13). Sin embargo la realidad muestra que durante el período Julio - Octubre de 1982, los acumulados mensuales fueron significativamente deficitarios, observándose una sequía generalizada en las Regiones Central, Norte y del Pacífico.

En las figuras #13 a la #17<sup>2</sup>, se muestra el comportamiento anual de la precipitación con respecto a la norma histórica, para cada uno de los años considerados secos. En dichas figuras, se pone de manifiesto que en 1972, las estaciones consideradas representativas del área de estudio, registraron déficit significativos de lluvias; siendo más marcados éstos en la Región del Pacífico. En 1976, las únicas estaciones que no se vieron afectadas fueron: Ocotal, en la cual las lluvias se comportaron ligeramente por debajo de lo normal y Muy Muy que presentó valores normales de lluvia. En base, a los mapas de distribución de los deciles, se observa en el mapa N° 3 que la Región del Pacífico fue seriamente afectada, desde la cordillera volcánica, hasta abarcar el sector de Nandaime, en donde las precipitaciones mostraron un comportamiento muy por abajo de lo normal; alcanzando solamente el 10 % del máximo valor histórico registrado.

Aunque en la Región Central, los déficit de lluvia se presentaron en tres de las cinco estaciones utilizadas, las mayores anomalías le correspondieron principalmente a las estaciones de Jinotega y Condega; las que mostraron fuertes reducciones en la precipitación, debido a su posición geográfica y a los efectos locales. Las localidades restantes de dicha Región, presentaron un comportamiento normal en la marcha anual de las precipitaciones, tendiendo a un exceso hacia la Planicie de Atlántico.

En 1977 (mapa N° 4), se observó un comportamiento similar al año anterior (1976), con la salvedad de que en la Región del Pacífico, las precipitaciones se incrementaron levemente; a excepción de la parte central de la Depresión Nicaragüense (ubicada entre el volcán Telica y la parte Norte del Lago de Nicaragua). En la Región Central, Jinotega y Juigalpa presentaron el mayor déficit, seguidas de Muy Muy; mientras que en el resto de la Región, incluyendo Condega y Ocotal, se observó un comportamiento normal.

De acuerdo a los registros anuales de precipitación, el evento de El Niño que afectó al territorio nacional en el período 82 - 83, no tuvo una incidencia relevante, ya que en 1982 solamente Muy Muy presentó déficit en sus registros anuales; debido a su alejada ubicación respecto al centro de la Tormenta Tropical Alleta, que limitó la incidencia de los torrenciales aguaceros, originados por la periferia de ésta. En 1983, sólo las estaciones A.C. Sandino, Masatepe, Juigalpa y Jinotega, registraron déficit de precipitación un poco mayores al 20%. En las estaciones restantes el comportamiento fue bastante normal, lográndose registrar algunos excesos en algunas de ellas. (ver figs. #13 a la #18).

En 1986 (mapa N° 5), los déficit de precipitación en la Región del Pacífico no fueron significativos, sobre todo en la porción del Pacífico Central y el Pacífico Sur, registrándose las anomalías en el Pacífico Occidental y Managua. En la Región Central, las afectaciones correspondieron a las estaciones de Juigalpa, Muy Muy y Ocotal; mientras Condega y Jinotega, observaron valores normales en sus acumulados anuales de precipitación. Los mayores déficit ocurrieron en Chinandega, extendiéndose a lo largo de la cordillera volcánica hasta llegar al Norte del Lago de Managua; para disminuir en dirección hacia la Región Central, hasta llegar a las laderas de las cordilleras Chontaleña y Dariense y las sierras de Tepesomoto; a partir de las cuales, la precipitación mostró un comportamiento normal.

Nuevamente en 1987, la Región del Pacífico fue la más afectada por los déficit de lluvia, ya que prácticamente todas las estaciones reportaron anomalías; exceptuando Managua que registró un comportamiento normal. Este año, las deficiencias de lluvia cubrieron la Meseta de los Pueblos y Rivas, extendiéndose a las Serranías de Amerrisque y la Meseta de Estrada. Estos déficit fueron disminuyendo al adentrarse hacia la porción media de la Región Central, de tal forma que en Muy Muy las lluvias fueron consideradas normales ese año. De esta localidad, en dirección Norte los déficit aumentaron, particularmente en Ocotal.

Cuatro años después de 1987 (mapa N° 6), otro evento ENOS hizo su aparición en 1991, incidiendo sobre la planicie costera del Pacífico, y en particular sobre las estaciones de Chinandega y el Ingenio San Antonio. Los efectos negativos de dicho evento, disminuyeron hacia el Noreste y Sureste de la Región, de tal forma, que en las estaciones de Achuapa, A.C Sandino y Juigalpa las precipitaciones anuales observaron un comportamiento bastante normal. A partir de las Sierras de Tepesomoto, Mesetas de Estrada y Serranías de Amerrisque, los déficit se acentuaron, siendo mayores en Muy Muy y Juigalpa, luego disminuyeron ligeramente hacia Condega y Ocotal. Este año, la Región Central fue la más perjudicada por la carencia de lluvias.