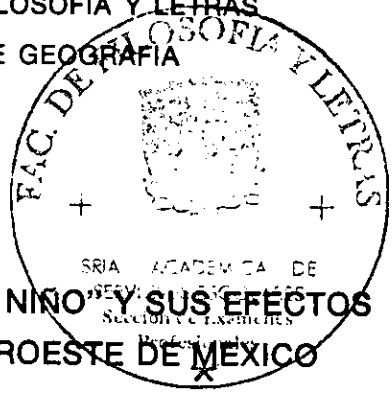


21
Lej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



EL FENOMENO DE "EL NIÑO" Y SUS EFECTOS
EN LA REGION NOROESTE DE MEXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFIA
P R E S E N T A :
JOSE MANUEL VALDESPINO DOMINGUEZ



MEXICO, D. F.



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

1999.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

275602



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**MI AGRADECIMIENTO PARA
MARIA ENGRACIA HERNANDEZ
POR SU PACIENCIA, APOYO Y
AMISTAD**

**UN AGRADECIMIENTO ESPECIAL
AL PROFESOR GERMAN CARRASCO
POR SU AYUDA EN LA
ELABORACION DE ESTA TESIS**

**A MI HERMANO DANTE
POR SU APOYO Y
AMISTAD**

**A MIS PADRES
PEDRO Y TERESA POR
SU CARÍÑO DE SIEMPRE**

INDICE

INTRODUCCION	1
1. EL FENOMENO DE "EL NIÑO"	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 RELACION DE "EL NIÑO" CON LA OSCILACION DEL SUR	4
1.3 ANOMALIAS EN EL CLIMA CAUSADAS POR "EL NIÑO"	8
1.4 HIPOTESIS SOBRE EL ORIGEN DE "EL NIÑO"	9
1.5 FASES DE OCURRENCIA DE "EL NIÑO"	11
1.6 EPOCA DEL AÑO EN LA QUE OCURRE "EL NIÑO"	15
1.7 DURACION	15
1.8 ASPECTOS DEL CLIMA QUE INTERVINEN EN LA FORMACION DE "EL NIÑO"	16
1.8.1 TEMPERATURA	16
1.8.2 VIENTOS	19
1.8.3 CORRIENTES MARINAS	25
1.9 "EL NIÑO" DE 1982-1983	27

2. EFECTOS DE "EL NIÑO" A NIVEL MUNDIAL	30
2.1 EFECTOS GLOBALES DE "EL NIÑO"	34
2.1.1 EN EL CLIMA	34
2.1.2 EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS	34
2.1.3 EN LA ECONOMIA	35
2.2 EFECTOS POR REGION	36
2.2.1 SURESTE DE ASIA	36
2.2.2 SURESTE DE AFRICA	38
2.2.3 OCEANIA	40
2.2.4 SURAMÉRICA	42
2.2.5 CENTROAMERICA	46
2.2.6 NORTEAMERICA	47
3. LOS EFECTOS DE "EL NIÑO" EN MEXICO	49
3.1 LOS MARES MEXICANOS	49
3.1.1 GOLFO DE MEXICO	51
3.1.2 OCEANO PACIFICO	54
3.2 LA PRECIPITACION EN MEXICO Y SU RELACION CON "EL NIÑO"	55
3.3 EL RELIEVE Y LAS PRECIPITACIONES EN MEXICO	59
3.4 EFECTOS DE "EL NIÑO" EN ALGUNAS ACTIVIDADES ECONOMICAS	61

4. EFECTOS DE "EL NIÑO" EN LA REGION NOROESTE DE MEXICO	65
4.1 EL NOROESTE DE MÉXICO	67
4.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS CONDICIONES CLIMATICAS DEL NOROESTE	73
4.3 ACTIVIDADES ECONOMICAS DE LA REGION NOROESTE	77
4.4 DATOS ESTADISTICOS DEL NOROESTE DE MÉXICO	84
4.5 CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE "EL NIÑO" EN EL NOROESTE	85
4.6 EFECTOS DE "EL NIÑO" EN ALGUNAS ACTIVIDADES ECONOMICAS	87
CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFIA	94

INTRODUCCION

El fenómeno de El Niño, es un evento oceanográfico que se desarrolla en el Pacífico tropical. Comienza a finales de julio con el calentamiento inusual de las aguas del Pacífico, después estas aguas cálidas fluyen del Ecuador hacia el sur, cruza las costas de Perú y Ecuador calentando la superficie del mar que normalmente se mantiene fría debido a la corriente del Perú ó de Humboldt, mientras que en Asia ocurre lo contrario: la corriente Ecuatorial del Sur que normalmente es cálida se toma fría. La fase negativa o de enfriamiento de El niño, se denomina La Niña. Estos fenómenos están vinculados a un cambio en la presión atmosférica, conocida como Oscilación del Sur (SO). Estos meteoros están íntimamente relacionados, que se denominan colectivamente, El Niño/Oscilación del Sur (ENSO).

Los cambios de clima provocados por este fenómeno acarrear graves consecuencias para la República Mexicana, tales como: abundantes lluvias en invierno en la región noroeste y prolongadas sequías en las regiones norte y centro de México.(Acosta, 1988)

La región noroeste de México parece ser la más afectada del país, debido a las intensas lluvias de invierno, que afectan los ciclos de siembras y provocan desastres naturales, tales como: inundaciones y deslaves de cerros. (García, M. H., 1987)

La combinación de estos desastres resulta en graves pérdidas económicas, sociales y humanas para la población de la región.

En el primer capítulo de este estudio, se presentan con detalle las principales características del fenómeno de El Niño, algunas hipótesis acerca de su origen y los aspectos del clima que intervienen en la formación del mismo.

En el segundo capítulo, se estudian los efectos que ha tenido el fenómeno de El Niño, en varias partes del mundo.

En el tercer capítulo, se estudian los efectos de El Niño, en el clima de México y se describen las principales repercusiones de este fenómeno en los mares y algunas actividades económicas del país.

Por último, se analizan los efectos de El Niño, en la región noroeste de México y se incluye un bosquejo general de las condiciones físicas y climáticas de esta región.

1.1 ANTECEDENTES

Este evento oceanográfico está en estrecha relación con otros aspectos atmosféricos, como ocurre en el Pacífico tropical, donde los vientos dominantes cerca de la superficie son del este y se denominan alisios. Tales vientos tienden acumular el agua tropical más caliente hacia el lado oeste. Por ser la temperatura de la superficie del mar elevada ($>28^{\circ}\text{C}$) en esta región, el aire es más ligero formando una atmósfera inestable en la que hay una gran formación de nubes y lluvias intensas. Por otro lado, el Pacífico tropical del este es más frío ($<27^{\circ}\text{C}$), por presentarse surgencias en el océano.

Durante años de El Niño los vientos alisios en el Pacífico se debilitan por lo que las aguas más calientes del Pacífico tropical se esparcen a lo largo del ecuador y por tanto, las temperaturas de la superficie del mar en el Pacífico central y del este son más elevadas de lo normal en uno o dos grados. Con la aparición de una zona de agua caliente en el Pacífico central, la zona de mayor formación de nubes, se desplaza hacia el Pacífico central y del este. Lo cual provoca que donde antes llovía poco ahora lloverá más.

Los pescadores del Perú y Ecuador se percataron que al iniciarse el invierno, las aguas del Pacífico traían una corriente cálida, que en ocasiones no les permitía pescar, porque los peces emigraban debido a las altas temperaturas alcanzadas en el agua. Por lo que pusieron a este fenómeno el nombre de "El Niño", dado que su aparición coincidía con la fecha de la llegada del niño Jesús, que de acuerdo con la Biblia arribó al mundo el 25 de diciembre.

1.2 RELACION DE EL NIÑO CON LA OSCILACION DEL SUR

En 1904, Sir Gilbert Walker, estudió lo que hoy se conoce como Oscilación del Sur. Él observó por varios años los cambios en la presión atmosférica en América del Sur y en la región Indo-Australiana y descubrió que cuando la presión atmosférica aumenta en el Pacífico suroriental, disminuye en el sureste de Asia.

Según Walker, el movimiento de vaivén se origina por un desplazamiento de las masas de aire, que a su vez provocan cambios en otros parámetros meteorológicos. Así, una presión atmosférica alta en el Pacífico y una baja en el Indico provocan pocas precipitaciones en el Pacífico y fuertes lluvias en el Indico.

Finalmente, fue el meteorólogo noruego J. Bjerknes, quien reconoció la relación entre los cambios en la atmósfera y el océano. Él formuló una hipótesis sobre la circulación atmosférica de los trópicos. Esta se basa en la observación de que el Pacífico oriental tropical está relativamente frío, porque se alimenta de aguas frías provenientes del afloramiento costero. Esto tiene como consecuencia que también el aire en esta región sea bastante frío y seco. Teniendo una corriente de aire predominante en dirección al oeste, se calienta, absorbe cada vez más humedad y asciende. Una parte fluye en dirección a los polos y forma la celda hadley.

Otra parte fluye a la altura del Ecuador, de regreso al este y después desciende otra vez, a esta corriente se le llamó: "Circulación Walker" Es la formación cambiante de esta circulación lo que ocasiona el movimiento de vaivén de las masas de aire (Oscilación del Sur).

La relación entre la Oscilación del Sur y El Niño se explica como sigue: Una zona subtropical de alta presión está conectada con fuertes vientos alisios. Estos ocasionan temperaturas bajas en la superficie marina frente a la costa suramericana y el Ecuador. Si estas condiciones están muy marcadas es decir, si predominan vientos alisios del sureste especialmente fuertes temperaturas muy bajas, se produce La Niña, pero si las temperaturas superficiales frías del Océano Pacífico Oriental refuerzan la circulación Walker, esto conduce a menores precipitaciones en la estación de observación de la isla de Cantón (Polinesia) y una presión atmosférica baja en Djakarta. Al mismo tiempo el debilitamiento de la celda Hadley provoca una disminución de la presión atmosférica en la zona de presión alta subtropical con el consiguiente debilitamiento de los vientos alisios; el afloramiento disminuye y resulta en aumento de temperatura del océano. Este aumento de temperatura corresponde a la aparición de un Niño. Por el aumento de la temperatura en el Pacífico Oriental la circulación Walker se debilita, lo que se asocia con una caída de la presión atmosférica en Djakarta y fuertes precipitaciones en la isla de Cantón.

Al mismo tiempo se fortalece la circulación Hadley y trae como consecuencia una intensificación de la zona de alta presión subtropical, cerrándose el ciclo.

Para el entendimiento de la reacción en el océano bajo condiciones atmosféricas modificadas por la presencia del fenómeno de El Niño se tiene que recurrir al concepto de las ondas ecuatoriales. Primeramente los vientos del este reforzados hacen ascender el nivel del mar en el Pacífico occidental; el agua por consiguiente, se acumula en el oeste después de la declinación de los vientos del este, otra vez este cúmulo de aguas fluye y el aumento del nivel del mar se desplaza como una onda kelvin ecuatorial al este, donde alcanza en pocos meses la costa suramericana. Con el descenso del nivel del mar se une un descenso de la termoclina. El impacto de la onda Kelvin en la costa suramericana explica porque a pesar de un cambio de viento relativamente pequeño en la costa, suceden considerables variaciones en el nivel del mar y en la profundidad de la termoclina. Estas variaciones entonces no están determinadas por anomalías atmosféricas locales, si no por la intensidad de las ondas Kelvin producidas en el oeste, durante la propagación al este, estas pueden ser aún modificadas por la interacción con las condiciones locales eventuales de tal manera que las variaciones en la costa dependen después de todo de las condiciones en una gran parte del Pacífico ecuatorial.

Los descubrimientos de Sir Gilbert Walker y Jacobo Bjerknes sobre la Oscilación del Sur y la interacción del océano y la atmósfera, provocaron que el estudio de El Niño y la Oscilación del Sur, se conociera bajo un mismo nombre: "El Niño/Oscilación del Sur" (ENOS).

1.3 ANOMALIAS EN EL CLIMA CAUSADAS POR EL NIÑO

Las principales anomalías en el clima que se originan por la presencia del fenómeno de El Niño son las siguientes:

1. Aumento de la temperatura de las aguas del Océano Pacífico, que a su vez influyen en la salinidad de las aguas destrozando los ecosistemas marinos.
2. Formación de depresiones al elevarse las masas de aire que han sufrido calentamiento por la transmisión de calor de las aguas oceánicas.
3. Desplazamiento de las zonas de convección en el Océano Pacífico, provocando lluvias en lugares donde escaseaban y sequías en lugares donde las lluvias eran abundantes.
4. Cambios en el régimen de lluvias en varias regiones, al recibir mayor cantidad de lluvia de lo habitual.

(Erickson, 1992)

1.4 HIPOTESIS SOBRE EL ORIGEN DE EL NIÑO

En la actualidad, existen diferentes hipótesis acerca del origen de El Niño, pero aún no existe una explicación definitiva sobre el origen del fenómeno. A continuación se presentan algunas de las ideas más importantes:

SOBRECALENTAMIENTO. Los gases de invernadero conservan la superficie terrestre caliente, porque cuando la radiación solar llega a la tierra, la superficie emite radiación infrarroja o calor que los gases de invernadero retienen temporalmente y mantienen cerca del suelo. El efecto es comparable a la forma en que un invernadero retiene el calor. Muchos científicos piensan que la actividad humana puede estar volviendo más gruesa la capa de gases de invernadero, por ejemplo, la combustión de carbón, petróleo y gas natural lanzan grandes cantidades de dióxido de carbono al aire; y la destrucción de los bosques permite que el carbono almacenado en los árboles escape a la atmósfera y otras actividades como la cría de ganado y el cultivo de arroz emiten metano, óxido nitroso y otros gases de invernadero. Estas actividades provocan un cambio en el equilibrio de los gases que forman la atmósfera terrestre. Algunos gases de invernadero que se originan en forma natural, entre ellos el dióxido de carbono (CO_2), el metano, el óxido nitroso y el vapor de agua, mantiene la temperatura terrestre en una media global de 15 grados centígrados.

Sin esta capa natural, la superficie de la tierra sería unos 30 grados centígrados más fría que lo que es hoy. Lo cual convertiría el planeta en un paraje glacial, estéril y sin vida similar al planeta Marte. Los científicos opinan que el calor adicional, que retiene la atmósfera, puede ser la fuente del calentamiento inusual de las aguas oceánicas, durante la presencia de El Niño.

INCLINACION DEL EJE TERRESTRE. Otros científicos opinan que debido a que la inclinación del eje terrestre cambia ligeramente, se permite que ingrese mayor radiación solar al océano y esto puede producir el sobrecalentamiento de las aguas.

MAGNETISMO TERRESTRE. Hay científicos que afirman que los fenómenos de magnetismo que produce el campo magnético terrestre es el causante del calor que se transmite a las aguas de los océanos y se desencadena el fenómeno.

VULCANISMO. El meteorólogo alemán H. F. Graf sostiene la hipótesis, de que escapes de lava submarinos deben de ser las fuentes de calor, debido a que la lava puede añadir grandes cantidades de calor al océano, y esto provoca el sobrecalentamiento de las aguas oceánicas. Existe una gran correlación entre los movimientos tectónicos y la aparición de los fenómenos de El Niño. Esto es que después de aparecer temblores, terremotos y erupciones volcánicas han ocurrido fenómenos de El Niño.

1.5 FASES DE OCURRENCIA DE EL NIÑO

El transcurso relativamente uniforme de la mayoría de las ocasiones en que se ha estudiado el fenómeno de El Niño, ha permitido, según el oceanógrafo alemán Eberhard Fahrbach, establecer patrones de ocurrencia, dividiendo la aparición del meteoro en 4 fases:

PRELUDIO. Comienza alrededor de los 18 meses antes de la cima del evento con un fortalecimiento de los vientos del este en el Pacífico occidental, que unido a un transporte de aguas de este a oeste conduce a un aumento en el nivel del mar y a un descenso en la termoclina en el oeste.

ENTRADA. Se produce en septiembre u octubre del año antes de la fase principal. En estos dos meses los vientos del este en todo el Pacífico se debilitan, el nivel del mar en el oeste empieza a descender y al sur del Pacífico central se presenta una clara anomalía de alta temperatura en el agua.

FASE PRINCIPAL. Comienza entre diciembre y enero cuando las cálidas aguas del Pacífico se estacionan frente a la costa suramericana y permanecen ahí hasta los primeros meses del año. La anomalía se prolonga hasta junio mientras que las temperaturas absolutas del agua otra vez empiezan a descender.

Al mismo tiempo, el calentamiento de las aguas aumenta el nivel del mar en la costa y la termoclina empieza a descender. Entre los 100° oeste y los 170° de longitud este se forman vientos del oeste en la región ecuatorial.

Cuando la anomalía de temperatura alcanza su máximo se desplaza por el noroeste, hasta encontrarse con la anomalía ya existente en el Pacífico central. En este momento la perturbación en el Ecuador se extiende alrededor de un cuarto del perímetro de la tierra. Hasta octubre, la anomalía en la costa se reduce 1° C, pero la termoclina aun permanece bastante profunda. Los vientos del oeste ocasionan una disminución de la corriente ecuatorial del sur y un aumento del nivel del mar en el este junto a un descenso en el oeste.

FINAL. Comienza con un nuevo aumento en las desviaciones positivas de la temperatura en la costa que termina abruptamente en febrero del año siguiente, con temperaturas de las aguas del Océano Pacífico muchas veces más frías de lo normal.

En el Pacífico central la anomalía caliente se mantiene hasta casi mediados del año, el viento y el nivel del mar adquieren valores que normalmente presentan en esta época del año.

El Dr. klaus Wyrcki, profesor de oceanografía, de la universidad de Hawai, ha impulsado la investigación del fenómeno de El Niño mediante mediciones puntuales y evaluación de datos.

El fue el primero en reconocer la relación de los eventos del Niño con las variaciones del nivel del mar en el océano.

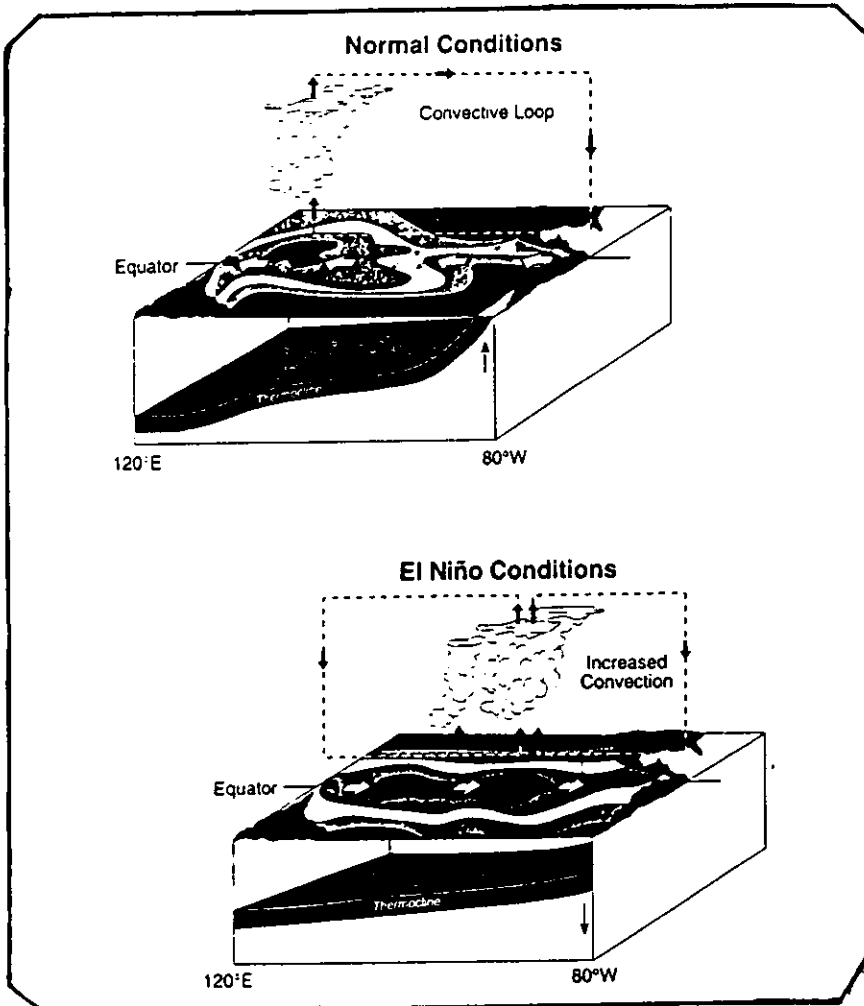
Wyrcki afirma: "fuertes Niños están acompañados de aumentos sustantivos del nivel del mar en la costa oeste de América del Sur".¹

Es por los trabajos de Wyrcki que se descubrió la función de la propagación de las ondas Kelvin.

Este investigador logró vincular los fenómenos del Pacífico occidental y oriental físicamente.

1. Wyrcki, K. (1982), **The southern oscillation, ocean-atmosphere interaction and El Niño**, Mar. Technol. Soc., j 16, p 3.

La figura 1 muestra las condiciones típicas del Océano Pacífico sin la presencia de El Niño y las condiciones que se presentan cuando aparece el fenómeno.



Fuente: Allan, Rob, y Lindesay, Janette (1996), El Niño Southern Oscillation and climatic variability, Csiro, Australia.

1.6 EPOCA DEL AÑO EN LA QUE OCURRE EL NIÑO

Los distintos eventos que han ocurrido, han comenzado en los últimos días del mes de julio, en este mes, las aguas del Océano Pacífico tropical (cercanas a las costas de Borneo y Australia) empiezan a calentarse en forma inusual provocando sistemas de alta presión, que a su vez provocan que los vientos entren en un verdadero caos y terminen soplando con toda su fuerza de oeste a este, es decir de Asia hacia América.

Durante los últimos meses del año, las cálidas aguas del continente asiático se trasladan imperturbables hacia el litoral suramericano, el cual alcanzan a finales del mes de diciembre.

1.7 DURACIÓN

Según Mike Davey, de la oficina de meteorología de Inglaterra, el fenómeno de El Niño dura entre 12 a 18 meses y se presenta en intervalos de 2 a 7 años.

1.8 ASPECTOS DEL CLIMA QUE INTERVIENEN EN LA FORMACION DE EL NIÑO

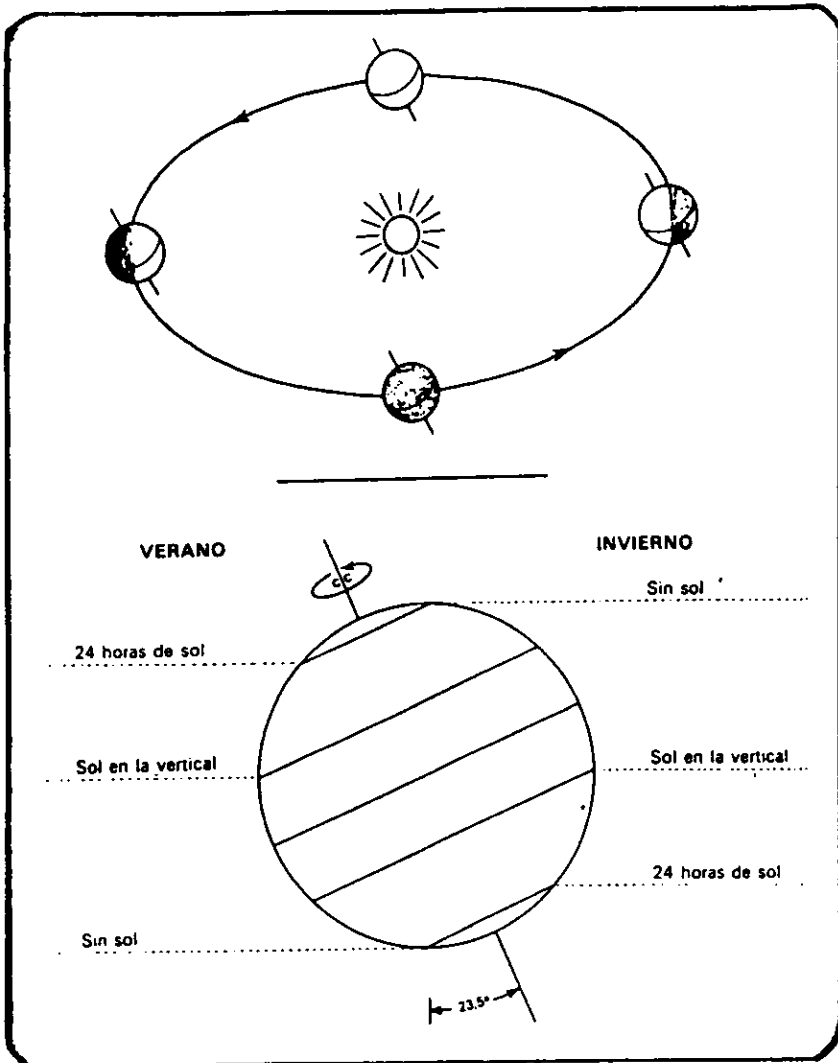
El Niño es un fenómeno oceanográfico, que involucra la participación de los aspectos del clima, que se relacionan en tiempo y espacio indeterminado, provocando dificultad para el pronóstico del origen del fenómeno.

1.8.1 TEMPERATURA

La temperatura de la atmósfera terrestre depende casi exclusivamente de la porción de energía que la tierra intercepta de los rayos solares. Estos rayos atraviesan la atmósfera llegando a la superficie terrestre (continentes y océanos); algunos son absorbidos y otros se reflejan a la atmósfera, que debido a la propiedad de la diatermancia son devueltos a la superficie terrestre.

El calor que la atmósfera y mares reciben varía por algunos factores pero sobre todo por la latitud (que debido a la forma de la tierra marca notablemente las zonas térmicas, que existen en el planeta).

La figura 2 muestra las estaciones en el hemisferio norte (arriba), y el efecto de la inclinación del eje de la tierra sobre las estaciones abajo.



Fuente: Garduño, René (1994), El veleidoso clima, Fondo de Cultura Económica, México.

La inclinación del eje terrestre provoca que la región ecuatorial reciba los rayos solares en forma vertical, las zonas templadas en forma inclinada y los polos los reciben en forma aún más inclinada.

Esta diferencia de temperatura en zonas del planeta origina intercambios de calor como el que se realiza entre la atmósfera y el océano, por lo cual termodinámicamente se considera un solo sistema.

La temperatura de las capas superiores del agua en el océano junto con la velocidad del viento, determina el intercambio térmico entre el océano y la atmósfera. La atmósfera puede emitir calor al océano o recibirlo de él. En el último caso esto ocurre principalmente por la liberación de calor de evaporación y la corriente de calor sensible. El océano recibe su calor a través de la radiación solar incidente e intercambio calórico con la atmósfera.

Muchos científicos opinan que este intercambio de calor, combinado con los factores de viento y corrientes marinas, son capaces por sí solos de desencadenar el fenómeno de El Niño.

1.8.2 LOS VIENTOS

Los vientos o masas de aire en movimiento, se originan por las diferencias de temperatura que se producen constantemente en el atmósfera y que al producirse dan lugar a diferencias de presión.

El calor del sol, de los océanos y de la tierra se transmiten a las masas de aire que al volverse más ligeras tienden a desplazarse para ser reemplazadas por masas de aire frío.

Los cambios de temperatura en la atmósfera, obedecen a la transmisión de calor de los océanos y continentes a las masas de aire que se encuentran encima de ellos y provocan desequilibrios de presión. El aire caliente se eleva y se substituye por aire frío, esto provoca la formación constante de vientos, que siempre se rigen por tres principios:

1. Los vientos siempre se dirigen de zonas de mayor presión a zonas de menor presión.
2. Por efecto de la rotación terrestre, los vientos se desvian en el hemisferio norte hacia la derecha de su punto de partida y en el hemisferio sur hacia la izquierda (efecto de Coriolis)
3. La velocidad del viento depende de la diferencia de presión del lugar del que parte, al lugar, al que se dirige.(Erickson, 1992)

La circulación planetaria, o movimiento de las masas de aire, en la atmósfera terrestre; se origina por la diferencia de presiones, como lo explica Arntz:²

La circulación planetaria es causada por la diferencia horizontal de presiones, que a su vez se origina de la diferencia de densidad (peso específico) del aire y de la altura de la columna de este aire. La densidad del aire depende a la vez de la temperatura y la presión atmosférica. La temperatura de una masa de aire es determinada por la interrelación de esta con el suelo. Ya que la mayor parte de la radiación solar penetra en la atmósfera y es absorbida por el suelo. El suelo se calienta y devuelve el calor a la atmósfera, calor que es transmitido a las capas superiores a través de los procesos de convección y radiación. A consecuencia del ángulo de incidencia de la radiación solar y por lo tanto de la cantidad de calor que recibe por centímetro cuadrado, la tierra experimenta una ganancia de calor en los trópicos y subtropicos, así como una pérdida de calor en las latitudes mayores. El desnivel de temperatura resultante provoca un intercambio entre los trópicos y las latitudes mayores, el que se divide en tres celdas: a) Polar, b) Ferrel y c) Hadley.

2. Arntz, W., y Fahrbach, E. (1996), El Niño experimento climático de la naturaleza, FCE, México.

La inclinación del eje terrestre influye en la circulación planetaria de los vientos, como lo explica Arntz:³

En los trópicos se encuentran las llamadas celdas de Hadley con corrientes de aire hacia el Ecuador, los vientos alisios, en la parte inferior de la troposfera de una corriente de aire en sentido contrario en dirección a los polos. La celda de Hadley de los hemisferios norte y sur se encuentra en la Zona de Confluencia Intertropical (confluyen), donde las masas de aire están forzadas a ascender por el calentamiento. Esto origina una abundante formación de nubes y fuertes lluvias. A causa de las distintas coberturas de tierra y agua del hemisferio norte y sur, la Zona de Confluencia Intertropical no se sitúa exactamente en la línea ecuatorial sino algo al norte de esta. En dirección a los polos las masas de aire descienden otra vez; una consecuencia son las áreas de alta presión y poca nubosidad de los subtropicos. En las latitudes medias las interrelaciones son, sin duda, algo más complicadas. Aquí debería ascender aire frío según el esquema simple de celdas y descender aire más caliente en dirección a la línea ecuatorial. Esto es una contradicción termodinámica. Su disolución se da con movimientos de ondas a gran escala.

3. Arntz y Fahrbach, op. cit., p 18

La fuerza de coriolis o fuerza resultante de la rotación terrestre provoca que las masas de aire cambien de dirección, como lo explica Arntz:⁴

Para el entendimiento de las ondas planetarias se debe tener en cuenta la influencia de la rotación de la tierra (fuerza de Coriolis). Se trata de una fuerza que desvía todas las masas de aire en marcha hacia la derecha, en el hemisferio norte, y hacia la izquierda en el hemisferio sur. Por su influencia las masas de aire no se mueven de las zonas de alta presión a las de baja presión sino paralelamente al gradiente de presión. De esta manera, el gradiente de temperatura meridional de gran escala conduce a una circulación a lo largo de los paralelos latitudinales, lo que se manifiesta, entre otras formas, como corrientes de viento de deriva del oeste. Además se forman celdas con un eje vertical, conocidas como áreas de alta y baja presión. En estas celdas ocurren movimientos verticales. En zonas de alta presión, como las zonas subtropicales de alta presión, se presentan una depresión del aire junto con un movimiento divergente a nivel del suelo (divergencia). En zonas de baja presión, ascienden masas de aire, que convergen en el suelo (convergencia); la Zona de Confluencia Intertropical se reconoce en la distribución de la presión atmosférica como un conducto de baja presión entre las zonas subtropicales de alta presión.

4. Arntz y Fahrback, op. cit., p 18

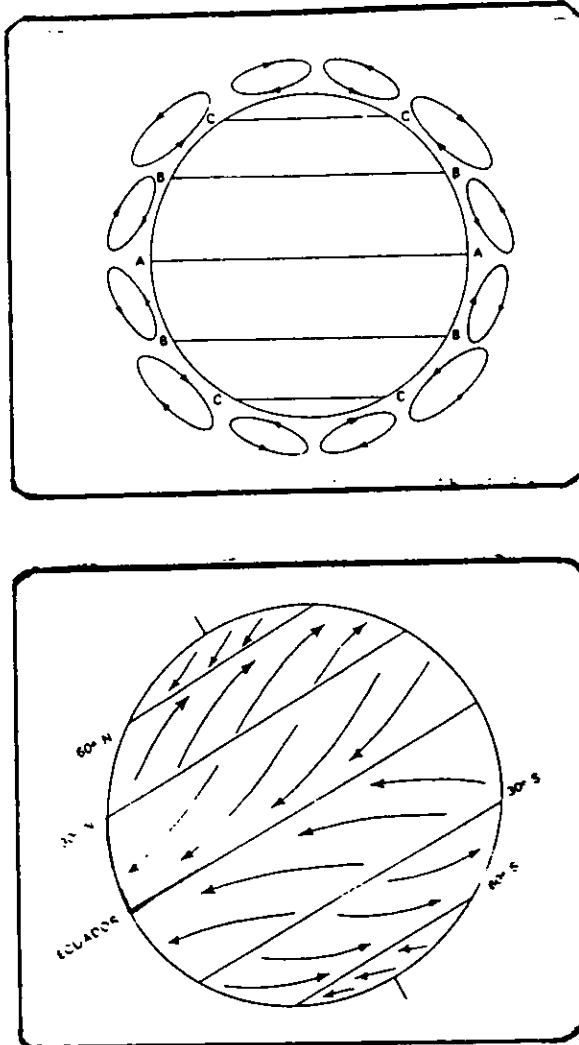
La forma esférica de la tierra, influye sobre la fuerza de Coriolis, resultando zonas donde la fuerza es mayor y zonas donde esta fuerza es menor, como lo explica Arntz:⁵

La magnitud de la fuerza de Coriolis depende de la latitud geográfica; alcanza un máximo en los polos y desciende alrededor de cero en el Ecuador. Esta dependencia es la base de la naturaleza ondulante de las ondas planetarias. Ocurren en el océano y en la atmósfera y pueden transmitir energía cinética a grandes distancias. Con ello proveen una clave importante para el entendimiento del efecto a gran escala en el desarrollo de un Niño.

La reducción de la fuerza de Coriolis cerca del Ecuador, hace posible ahí un especial movimiento de aire, la llamada circulación Walker. Esta se sobrepone a la circulación Hadley y corre paralelamente al Ecuador, desde una presión alta a una presión baja, sin ser desviada por la fuerza de Coriolis. La distribución de la presión atmosférica en los trópicos, necesaria para la circulación Walker, depende esencialmente de las temperaturas del agua de las zonas tropicales.

5. Arntz y Fahrbach, op. cit., p 19

La figura 3 muestra las celdas Hadley, responsables de las zonas de las calmas ecuatoriales (A), los alisios (B) y los vientos polares del este (C) (arriba) y los vientos en el mundo (abajo).



Fuente: Erickson, John (1992), Las tormentas; Mc Graw Hill, México.

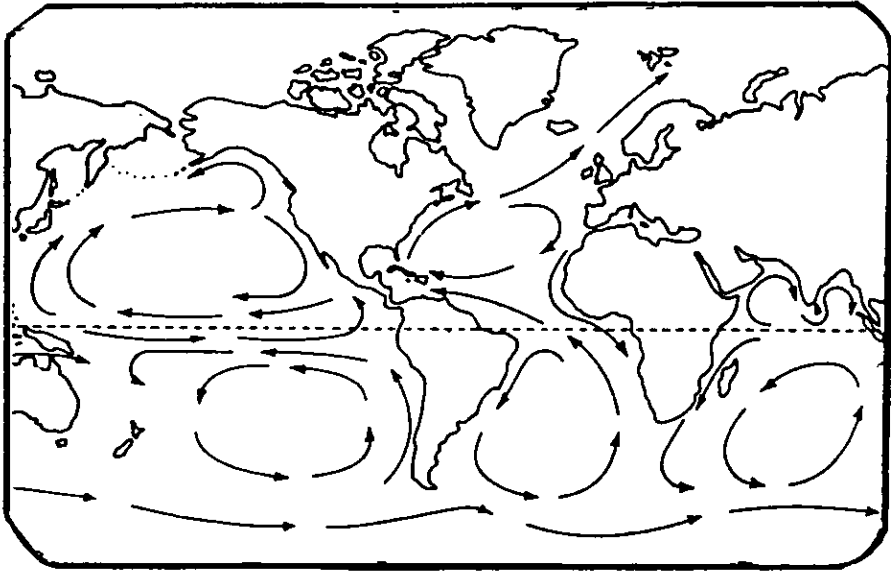
1.8.3 LAS CORRIENTES MARINAS

Así como en la atmósfera existen corrientes de aire, que distribuyen el calor de los trópicos a diferentes partes del mundo. En el océano hay corrientes que llevan agua caliente de los trópicos a latitudes más altas y regresan con agua más fría. Estos intercambios de agua repercuten en el clima y moderan o vuelven más cálidas, aquellas regiones que debido a la situación geográfica o latitud deberían ser más frías.

El calor captado por los océanos se transmite bajo el empuje de las grandes corrientes marinas, originadas por los movimientos de la atmósfera y por rotación de la tierra sobre su eje.

A finales del año en el Pacífico, una corriente de agua cálida fluye hacia el sur desde el Ecuador, cruza la costa de este país y la de Perú calentando la superficie del mar que normalmente se mantiene fría por la corriente de esta zona, mientras que en Asia ocurre lo contrario; la corriente ecuatorial del sur que normalmente es caliente se torna fría.

La figura 4 muestra las principales corrientes oceánicas



Fuente: Erickson, John (1992), *Las tormentas*, Mc Graw Hill, México.

1.9 EL NIÑO DE 1982-1983

Entre los eventos de mayor intensidad de este siglo, destacan los eventos de 1982-1983 y 1997-1998, debido a que se les adjudican los mayores daños.

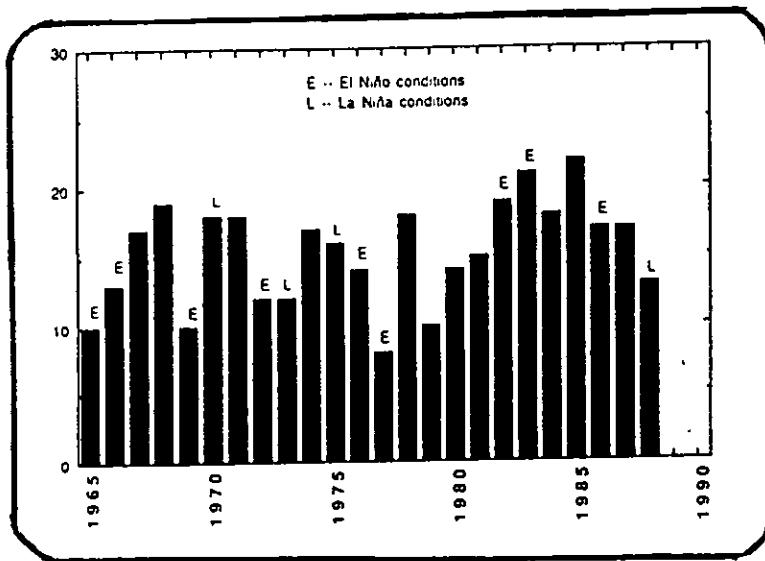
De estos dos Niños, el de 1982-1983, es el que ha sido más estudiado, debido a su fecha de ocurrencia, por lo tanto será sobre el cual se abordará con mayor detalle.

Según estudios del oceanógrafo Klaus Wyrtki, la temperatura del Océano Pacífico tropical aumentó 3 grados de la media normal.

Los oceanógrafos y meteorólogos no lograron detectar la aparición de este evento, porque este comenzó sin que se presentaran las fases usuales en la aparición del fenómeno.

Cuando comenzó este evento, los vientos del este no se manifestaron en el Océano Pacífico central, ni se observaron bajas temperaturas del agua en el este y altas en el oeste, tampoco ascendió el nivel del mar en el oeste, ni hubo profundización de la termoclina. Los vientos del este que siempre predominan sobre los vientos del oeste en algunas regiones no se presentaron poco a poco, sino que aparecieron de repente en casi todos los lugares.

La figura 5 muestra el número de ciclones tropicales que se han originado durante la presencia de El Niño (1965 a 1988), destacando el evento de 1982-1983, donde el número de ciclones fue mayor a la de los otros años.



Fuente: Díaz, H. F. (1992), *El Niño historical and paleoclimatic aspects of the southern oscillation*, Cambridge University Press.

Este evento fue completamente diferente a sus antecesores, así, lo describe Eberhard Fahrbach:⁶

El calentamiento frente a la costa peruana empezó en octubre de 1982 y alcanzó su primer máximo de más de 30 grados, en enero de 1983 a los 12 grados sur (Callao). En marzo el máximo había avanzado con 27 grados hasta el sur de Perú y finalmente hasta los 37 grados sur, en junio de 1983 otra vez se habían restablecido las condiciones normales.

Muchos científicos buscaron explicación para la ocurrencia tan variada de este evento y su dificultad para predecirlo y estudiarlo como lo menciona Eberhard Fahrbach:⁷

Se supone que el cambio de viento extraordinario que condujo a la formación de las ondas Kelvin, también se desplazó al este. Por esto, las ondas podían crecer con especial fuerza para el continuo abastecimiento de energía, manifestado por las grandes fluctuaciones del nivel del mar y de la profundidad de la termoclina.

6. Arntz, W. E., y Fahrbach, E. op. cit., p 51

7. Arntz, W. E., y Fahrbach, E. op. cit., p 53

2. EFECTOS DE EL NIÑO Y SUS REPERCUCIONES A NIVEL MUNDIAL

Si la forma en que se origina el fenómeno de El Niño es difícil de comprender, más lo son sus conexiones con los trastornos climáticos en el mundo.

Cuando se presenta este fenómeno de El Niño, el calentamiento de las aguas oceánicas que abarca millones de kilómetros cuadrados, provoca evaporación masiva que carga la atmósfera de humedad, eleva la temperatura del aire y desata fuertes tormentas. Como si se tratara del efecto domino, al ponerse en movimiento una parte de la atmósfera las otras se ven afectadas produciéndose intensas lluvias, ciclones y otros meteoros en varias partes del litoral del Océano Pacífico americano, sur de Asia y sureste de África.

Cada meteoro provoca impactos diferentes en los distintos países donde se han presentado cada vez que aparece el fenómeno de El Niño. Las intensas lluvias provocan desborde de ríos que arrasan animales, gente, casas y automóviles, la fuerza del agua es tal que muchas veces provoca deslizamientos de cerros donde existen asentamientos humanos causando muerte y desolación en la población de esas latitudes. Finalmente las crecidas paran en valles donde hay pueblos o ciudades sepultando materialmente casas y calles de estos lugares.

La sequía provoca la muerte de hortalizas y frutas causando millonarias pérdidas a la agricultura de las regiones afectadas. La sequía también provoca la muerte de ganado por hambre y sed, y muchas veces se han tenido que sacrificar para evitar mayores pérdidas.

La falta de agua también provoca incendios forestales que acaban con miles de hectáreas de bosques, además el humo de estos incendios eleva alarmantemente los índices de contaminación de las ciudades cercanas al lugar de los incendios.

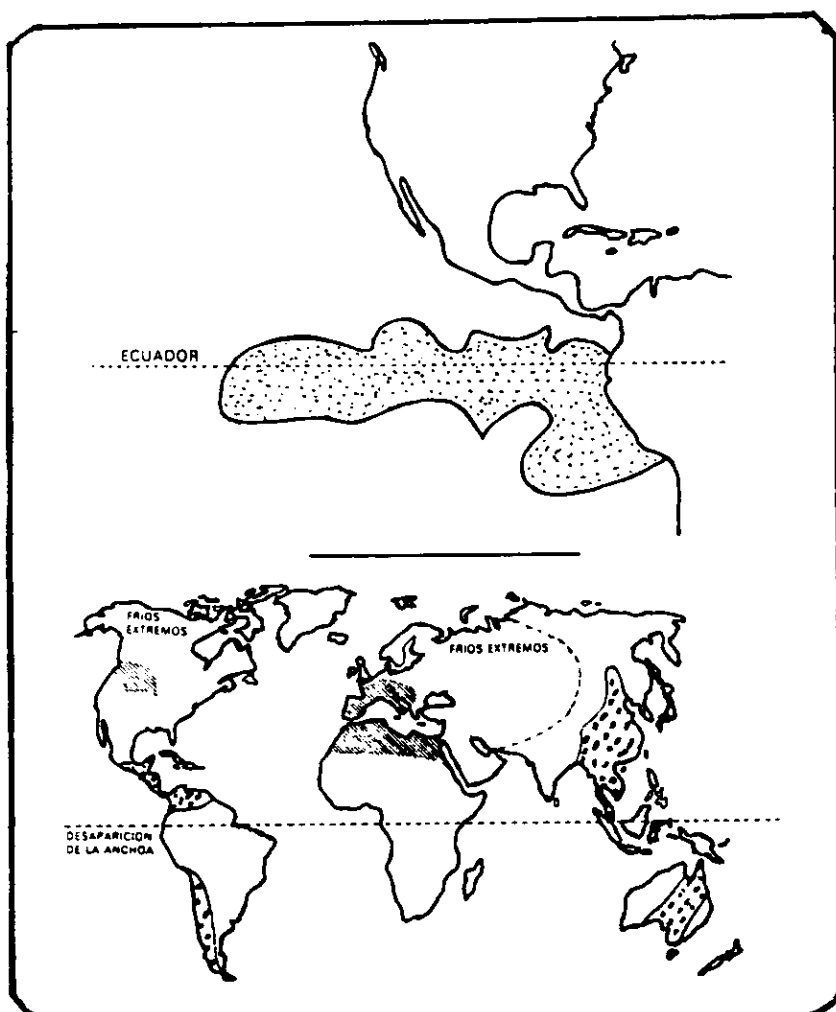
La sequía y las lluvias intensas, provocan la proliferación de los insectos, que a su vez provocan el surgimiento de enfermedades contagiosas, que rápidamente se convierten en epidemia. Tales han sido los casos del dengue, la malaria, la fiebre amarilla y el cólera que han matado a cientos de personas, cada vez que se presenta el fenómeno de El Niño.

Los daños a la infraestructura de ciudades, puertos y carreteras más los destrozos a la agricultura, ganadería y salud de las poblaciones, se traducen en grandes pérdidas económicas, que son difíciles de cuantificar, así por ejemplo; según James Baker, subsecretario de comercio para los océanos y la atmósfera, de la Administración Nacional para los Océanos y Atmósfera de Estados Unidos de América (NOAA), estimó que las pérdidas causadas por El Niño de 1982-1983 fueron de un total de 8.7 billones de dólares, 1,100 muertos y sufrimiento a la población que no se logró cuantificar.

Según el mismo James Baker, las inundaciones en Perú, Ecuador, Bolivia, Cuba, y E.U., causaron pérdidas por 2.3 billones de dólares, los huracanes que azotaron los países de Tahiti y Hawai causaron pérdidas cuantificadas en .3 billones de dólares y las sequías en Africa, India, Indonesia, Australia, México y Centroamérica causaron pérdidas por 7.7 billones de dólares.

El analista de la NOAA, también precisó, en su informe de septiembre de 1998, que la ola de impactos desastrosos en el evento de 1997-1998, pudo haber superado los 8.7 billones de dólares que ocasionó El Niño de 1982-1983.

La figura 6 muestra (arriba), las zonas afectadas por el aumento de la temperatura en el mar superficial durante El Niño de 1972. (Abajo) El extraño clima de 1972. Las zonas punteadas son las afectadas por una extrema sequía, y las rayadas por un tiempo húmedo.



Fuente: Erickson, John (1992), Las tormentas, Mc Graw Hill, México.

2.1 EFECTOS GLOBALES DE EL NIÑO

2.1.1 EN EL CLIMA

Según el investigador Michael Hill, de la Administración Nacional para los océanos y la Atmósfera (NOAA), durante el evento de 1982-1983, la temperatura media del mar frente a las islas Galápagos (Ecuador) se elevó hasta 30 grados, siendo que la media normal es de 28 grados.

2.1.2 EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS

El aumento en la temperatura de las aguas oceánicas mató los arrecifes de coral, que comenzaron blanqueándose para después morir.

Michael Hall afirma que la muerte de los corales también ocurrió en Baja California Sur (México) y los Cayos (E. U.).

El fenómeno de El Niño causa grandes desajustes a los ecosistemas marinos, uno de los cuales es la falta de alimentos para las aves marinas, que según estudios del investigador de la NOAA, durante el evento de El Niño de 1982-1983 disminuyó el 85% de su población.

2.1.3 EFECTOS EN LA ECONOMIA

Los estudios del Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo han demostrado que los cambios en el clima inciden sobre la economía global del planeta. Según estas instituciones el evento de 1982-1983 repercutió en la baja de la producción de la palma africana en un 7.3%, en la del arroz en un 4.8%, en la papa 4.6%, en el maíz 4.5%, el algodón 4.3%, el cacao 3.7%, el banano 2.8%, caña de azúcar 2.4%, soya 2.2% y la leche en un 5% .

La disminución en la producción de alimentos repercute en descensos considerables en las bolsas de valores de todo el mundo y en los mercados financieros de productos básicos naturales.

La presencia del fenómeno de El Niño, es un detonador para los aumentos de precios de productos, como, cereales, forrajes, café, cacao, frijol de soya y otros productos agropecuarios.

2.2 EFECTOS POR REGION

2.2.1 SURESTE DE ASIA

La presencia de El Niño, provoca que la zona de convergencia tropical se desplace, causando alteraciones en los regímenes de lluvia de los países asiáticos, como fue el caso del evento de 1982-1983, que provocó que en Indonesia y Filipinas, países donde normalmente llueve mucho, se presentara una sequía, que se prolongó durante varios meses.

Durante este mismo evento, en países como China, Camboya y Tailandia, se presentaron lluvias intensas durante varios días.

El evento de 1982-1983 originó una larga sequía en Indonesia y Filipinas, que a su vez provocó la pérdida de las cosechas de cacao causando pérdidas millonarias.

En el evento de 1997-1998 las sequías causaron enormes daños a las cosechas de cacao de Indonesia y Filipinas.

La sequía en el evento de 1982-1983, provocó extensos y prolongados incendios forestales, en los países de Indonesia y Filipinas, que arrasaron millones de hectáreas de bosques.

El evento de 1991-1993 provocó abundantes lluvias en China, que causaron grandes inundaciones, que a su vez, originaron graves y cuantiosos daños a la infraestructura de puertos y ciudades.

Durante el evento de 1982-1983, las sequías no solo destruyeron cosechas sino que causaron la muerte de más de 100 personas por deshidratación.

Las grandes inundaciones del evento de 1991-1993, causaron muchas víctimas en China.

2.2.2 SURESTE DE AFRICA.

Suráfrica y Botswana son países tradicionalmente agrícolas y mineros, por lo cual el buen desarrollo de sus actividades económicas depende del buen nivel de lluvias, que existe en estos países.

La presencia de El Niño en estos países, se deja sentir con las prolongadas sequías, que ocurren cada vez que se presenta el fenómeno.

El evento de 1982-1983, provocó una prolongada sequía, que causó la muerte de miles de cabezas de ganado vacuno.

La sequía también disminuyó la actividad extractiva de las minas, al faltar el agua de los ríos, que es el motor de esta actividad.

Las pérdidas en la ganadería, durante el año de 1983, provocaron una de las hambrunas más dramáticas de los últimos tiempos en el continente Africano.

La miseria y hambruna asolaron a los pobladores de estos países por un largo período, la muerte y sufrimiento de los habitantes de estas regiones fue variable difícil de cuantificar en términos monetarios.

El desempleo y la crisis económica fueron el resultado de estos contratiempos provocados indirectamente por el fenómeno de El Niño.

2.2.3 OCEANIA

En ningún otro país, se han resentido los impactos de El Niño, como en Australia. En este país, las lluvias han escaseado, presentándose prolongadas sequías.

El trigo y el ganado bovino, pilares de la agricultura y ganadería australiana, se han visto mermados, cada vez que se ha presentado el fenómeno de El Niño.

Durante el evento de 1982-1983, las cosechas de trigo no se lograron y las ovejas se tuvieron que sacrificar por falta de agua y alimento.

Durante 1997 se produjeron pérdidas en la cosecha triguera por 1,400 millones de dólares, al bajar la cosecha de 23,600,000 toneladas a tan solo 16,200,000 toneladas

Los incendios forestales arrasaron con grandes extensiones de bosques y pastos, a tal grado, que los canguros salieron de sus madrigueras a comer de las cosechas de los campesinos, causando graves daños a los sembradíos.

La sequía que se presentó durante el evento de 1982-1983, causó pérdidas a la economía, cuantificadas en 2.5 billones de dólares. (Canby, 1984)

Durante 1997, El Niño provocó que el crecimiento económico de Australia proyectado en 6% disminuyera un 1%.

Las ciudades se vieron azotadas por enormes tormentas de polvo y arena y los rápidos vientos infligieron grandes daños a la infraestructura de las ciudades.

En el evento de 1991-1993, los daños de la sequía no fueron tan graves, no así, los fuertes vientos que azotaron al país causando la muerte de más de 100 personas. (Canby, 1984)

2.2.4 SURAMÉRICA

Durante el evento de 1982-1983, en los países como Perú, Ecuador y Chile se presentaron torrenciales lluvias.

Durante el actual evento de 1997-1998, la presencia de El Niño provocó en 1997, las más intensas lluvias ocurridas en las últimas décadas en Perú.

Por otra parte, en Ecuador, las torrenciales lluvias alcanzaron límites históricos.

En este mismo año, en Chile se presentó el peor temporal de los últimos años

Las aguas del Océano Pacífico colindantes con las costas de América del Sur, son por tradición, ricas en especies para la pesca, debido a la presencia de la corriente de Humboldt, que acarrea nutrientes y mantiene fría estas aguas. La presencia de El Niño rompe con el patrón anterior, al estacionarse las aguas cálidas en esta región e impedir que las aguas frías salgan a la superficie,

Durante el evento de 1982-1983, se registraron aspectos positivos y negativos en la actividad pesquera. La captura de peces disminuyó en forma drástica, en 1982 se capturaron 11.6 millones de toneladas y en 1983 solo se capturaron 3 millones de toneladas, en Latinoamérica

Sin embargo, durante estos 2 años se presentaron cambios en los volúmenes y en las especies capturadas. Así por ejemplo, frente a México las capturadas de Anchoveta del norte, bajo a la mitad. Frente al Ecuador se capturaron 25,000 toneladas de jaurel, que tradicionalmente no se pesca en esta zona.

En Perú la captura cayó de 3.3 millones de toneladas en 1982 (de ellas; 1.7 millones de toneladas de anchoveta y 1.5 millones de toneladas de sardina) a 1.4 millones de toneladas en 1983 (de ellas, 1.1 millones de toneladas de sardina y 0.1 millones de toneladas de anchoveta).

El suceso que más llamo la atención, fueron los 3.9 millones de toneladas que capturaron los pescadores chilenos, en 1983. Esto se debió a la migración de la sardina, que además se mantuvo a poca profundidad, facilitando su captura y aumentando los volúmenes de pesca considerablemente. (Arntz y Fahrbach, 1996)

Los daños al sector pesquero durante 1997, fueron calculados en 1,200 millones de dólares y una retracción del 43% en las exportaciones de harina de pescado.

Los pescadores del Perú, al ver disminuir la actividad, con que sostienen a sus familias, se dedicaron a la agricultura, talando bosques y selvas, provocando graves daños a los ecosistemas de este país.

Durante el evento de 1982-1983, en los países como Perú, Ecuador y Chile se presentaron catastróficas inundaciones en varias ciudades de estos países.

Durante el año de 1997, las intensas lluvias provocaron que varios ríos se desbordaran, las aguas destruyeron tramos de carreteras, dejando en el total desamparo a más de 2,000 personas en varios puntos del Perú. La inundación más desastrosa ocurrió en Tumba, Perú, donde el nivel del agua subió hasta 2 metros de altura y obligó al desalojo de más de 30,000 personas.

Por otra parte, en Ecuador, las torrenciales lluvias inundaron varias ciudades, como Guayaquil, donde el nivel del agua alcanzó los 2 metros de altura.

En 1997, en Chile se presentó el peor temporal de los últimos años, provocando la crecida y desbordamiento de los ríos Uruguay y Paraná, que provocaron serias inundaciones a varios poblados dejando un saldo de 60 mil damnificados.

Las terribles pérdidas ocasionadas por estos meteoros obligaron al gobierno de Ecuador a solicitar un préstamo de 180 millones de dólares para reparar y reconstruir las ciudades afectadas.⁹

Mientras tanto, en Brasil las torrenciales lluvias ocasionaron graves inundaciones que causaron daños materiales por 20 millones de dólares. Así, mismo, las gigantescas olas que se levantaron en las costas brasileñas removieron la arena de las playas dejando al descubierto el suelo rocoso y causando graves pérdidas económicas al turismo de este país.

9. Notimex (2-sep-1997), Analizan en Nicaragua, el impacto en Centroamérica del fenómeno meteorológico de El Niño, Uno más Uno, sec. 2, p 2, México.

2.2.5 CENTROAMERICA

Panamá sufrió los embates de la prolongada sequía del verano de 1997 y Nicaragua se vio seriamente afectada en su régimen de lluvias.

Durante el actual evento de 1997-1998, en Nicaragua se perdió casi el 75% de la primera cosecha de 1997

En Guatemala y Costa Rica el verano de 1997 fue inolvidable, debido a la sequía, que provocó millonarias pérdidas a las cosechas de maíz, porotos, arroz y café.

Durante el evento de 1982-1983, los mares de esta región se vieron invadidos por especies de peces, que tradicionalmente habitan latitudes más al sur, provocando el aumento en el volumen de captura de los países de Centroamérica.

Durante el evento de 1997-1998, en Nicaragua la pérdida de las cosechas, provocó una severa escasez de alimentos, que afectó a cuando menos 200 mil campesinos pobres.

2.2.6 NORTEAMERICA

El fenómeno de El Niño se asocia con el incremento del número de huracanes en el Océano Pacífico, que azotan las costas de México y Estados Unidos.

Durante el evento de 1982-1983, se presentaron torrenciales lluvias en la costa oeste de Estados Unidos

Este mismo evento también provocó beneficios, ya que los estados del centro de Estados Unidos pudieron llenar sus presas a su mayor capacidad y la humedad que arrastraron consigo las lluvias provocaron el aumento en los volúmenes de producción agrícola.

Mientras tanto en California, la llegada de agua cálida, provocó el aumento del nivel del mar y la llegada de especies poco vistas en esas latitudes (barracudas y cangrejos rojos). También alteró la ruta del salmón, que provocó costosas pérdidas a los pescadores.

Las intensas lluvias en 1983, provocaron el desbordamiento de ríos, como el río Mississippi, que amenazó con buscar una nueva ruta hacia el Golfo de México y dejar a Nueva Orleans, el puerto de mayor tráfico en Estados Unidos, sin agua y sin comercio, situación que el ejército de ese país resolvió implementando un plan de emergencia para evitar el desbordamiento del río.

Las altas olas y las fuertes tormentas provocaron costosos daños a la infraestructura portuaria, dañaron a más de 1,000 casas y causaron pérdidas calculadas en un billón de dólares.(Canby, 1984)

3. EFECTOS DE EL NIÑO EN MEXICO

El fenómeno de El Niño tiene grandes repercusiones en el clima de México, que afectan el desarrollo de algunas actividades económicas. Según estudios del investigador, del Centro de Ciencias de la Atmósfera, de la UNAM, Víctor O. Magaña, "la presencia del fenómeno altera los regímenes de lluvia de invierno y verano."⁸

3.1 LOS MARES MEXICANOS

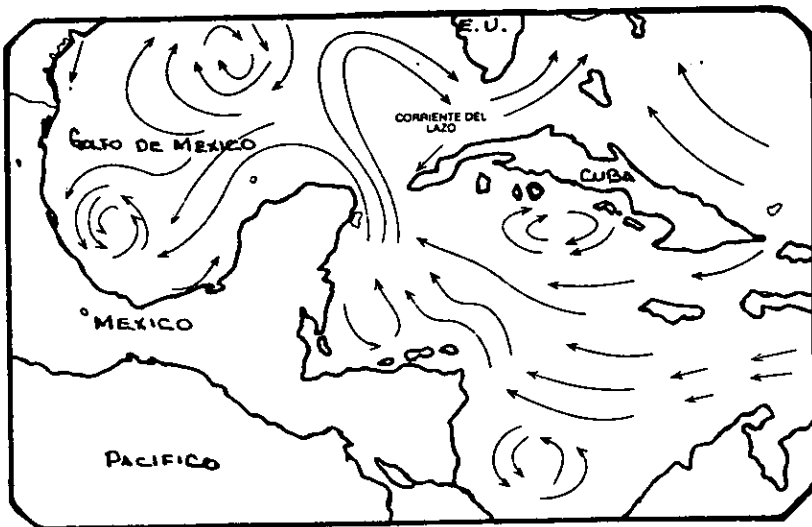
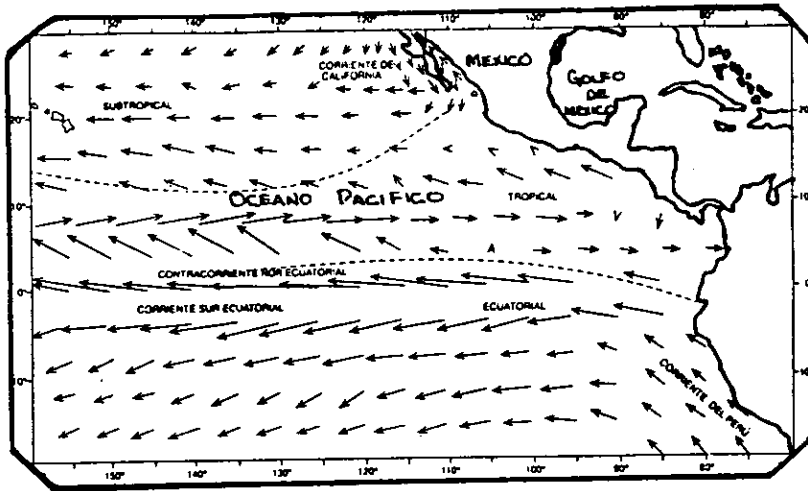
Los mares en México juegan un papel importante en la climatología y economía del país, ya que México se encuentra localizado entre dos grandes masas oceánicas, que bañan sus costas (11,000 km. de litoral), tanto al oriente, como al occidente.

Las corrientes marinas y los vientos son en gran medida responsables del clima de México.

Las corrientes marinas influyen en la temperatura de las regiones costeras y los vientos acarrear las nubes y lluvia que influyen en las actividades económicas de la población de México.

8. Magaña, Víctor (1997), El fenómeno de El Niño y la oscilación del Sur (ENOS) y sus impactos en México, UNAM: Centro de Ciencias de la Atmósfera, p 6.

La figura 7 muestra las principales corrientes marinas que afectan a la República Mexicana.



Fuente: Secretaría de pesca (1994), Atlas pesquero de México, Instituto Nacional de la Pesca, México.

3.1.1 GOLFO DE MEXICO

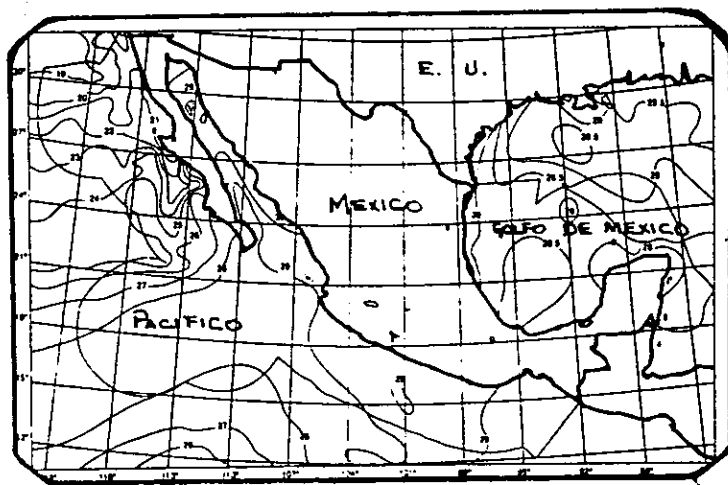
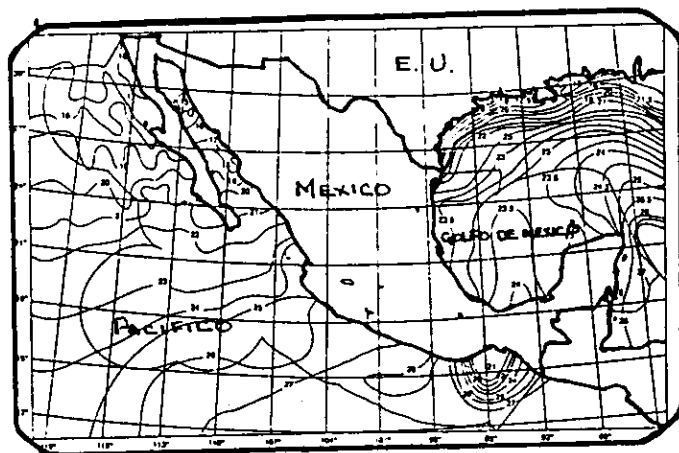
El Golfo de México es un mar muy importante para México, el Golfo es una depresión de forma casi circular, cuya topografía es poco complicada, al contrario de lo que sucede en el caso del Pacífico. La Plataforma Continental con profundidades de hasta de 200 metros, que junto a la Península de Yucatán abarca hasta 150 Km. de ancho, se va reduciendo hacia las costas de Veracruz y Tamaulipas y llega a ser especialmente amplia en la llamada sonda de Campeche y frente al noroeste de Yucatán.

Las costas son predominantemente de playas arenosas, sin mayores contraste, pues las montañas se encuentran casi siempre alejadas de la línea costera, excepto en el centro de Veracruz y en la región de Los Tuxtlas.

Por otro lado, la influencia del Golfo de México sobre el clima de la República es muy grande, pues sobre él pasan las masas aéreas originadas sobre las vastedades del Atlántico y se saturan de humedad para estrellarse en verano y otoño (igual que invierno las provenientes de Norteamérica) contra la Sierra Madre de Oaxaca, la Oriental y del Norte de Chiapas, pasando en ocasiones hasta las altiplanicies y los valles interiores.

Las temperaturas de los mares de México influyen en la temperatura de las regiones costeras del país.

La figura 8 muestra las temperaturas promedio durante el invierno y verano, de los mares mexicanos.



Fuente: Secretaría de pesca (1994), Atlas pesquero de México, Instituto Nacional de la Pesca, México.

El Golfo da nombre a la corriente que tanta importancia tiene para el este de los Estados Unidos y Canadá, lo mismo que para el occidente de Europa; su riqueza en organismos vivos representa una base destacada para la pesca comercial. Por si fuera poco, se está explotando petróleo en el subsuelo de la plataforma continental mexicana del Golfo, que es ahora fuente de riqueza mineral.

El Mar de las Antillas o Caribe, baña el litoral de Quintana Roo, y en esta porción la plataforma litoral es estrecha, con profundidad, de tres mil y cuatro mil metros en sitios alejados no más de 100 Kilómetros de la costa. Este mar es también factor de interés climático, por los ciclones y vientos alisios que se desarrollan en el Caribe y descargan, en forma de lluvia, su humedad sobre el sureste y el sur de nuestro país.

3.1.2 EL OCEANO PACIFICO

El Océano Pacífico y su prolongación, el Golfo de California, son de extraordinaria riqueza pesquera en diversas porciones, aunque su influencia climática es distinta en comparación con la del Golfo de México.

Las costas son de diversa condición, sucediéndose lagunas y playas infinitas de arena y piedras en Sonora, Sinaloa, Nayarit y centro oeste de Baja California y las altas rocas que forman el litoral oriental de la península, las costas de Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, hasta reaparecer en el Istmo y Chiapas una amplia faja costera arenosa. El hecho de encontrarse en una zona de transición, que recibe aguas frías del Pacífico del norte y templadas provenientes del sur, hace que sobre todo en el Golfo de California, se reúnan propiedades que favorecen enormemente la riqueza de la fauna de sus aguas, de ahí que el noroeste de México sea una zona de pesca de indiscutible importancia.

La presencia de El Niño incide en el aumento del número de huracanes en el Océano Pacífico y disminución en el número de estos, en el Golfo de México. (García, M. H., 1987).

3.2. LA PRECIPITACION EN MEXICO Y SU RELACION CON EL NIÑO

Normalmente durante el verano y otoño, los vientos húmedos procedentes del Golfo de México descargan lluvias sobre Veracruz, Tabasco, Campeche y Quintana Roo, concentrándose en la Sierra Madre Oriental, Sierra de Oaxaca y norte de Chiapas, mientras que los vientos provenientes del Golfo de California influyen en las regiones costeras, la Sierra Madre Occidental, península de Baja California y Sierra del Soconusco.

Durante la presencia del fenómeno de El Niño la influencia de los vientos provenientes del Océano Pacífico se hace mayor, por la presencia de un mayor número de huracanes en este océano y un menor número de huracanes en el Golfo de México. (Magaña, 1997)

La mayor cantidad de meteoros en el Océano Pacífico beneficia a la costa occidental de México, por la mayor presencia de humedad y lluvias.

En 1997, el huracán Paulina, azotó las costas de Guerrero y Baja California, beneficiando a los estados del centro de México. al presentarse una gran cantidad de humedad e intensas lluvias durante varios días. (Magaña, 1997)

La disminución de huracanes en el Golfo de México afecta el nivel de lluvias de Veracruz, Tamaulipas, y Coahuila, por lo que la sequía es severa durante los años en que se presenta el fenómeno de El Niño.

Durante los veranos del fenómeno de El Niño, la lluvia disminuye en la mayor parte del territorio mexicano, debido a que este provoca que la zona intertropical de convergencia¹ permanezca más cercana al Ecuador, y así, durante los meses de junio, julio y agosto el nivel de lluvias es muy bajo.

En invierno, y ocasionalmente hasta principios de la primavera, las masas de aire continental que cruzan los territorios de Canadá y los Estados Unidos, llegan hasta nuestro país y ocasionan bajas de temperatura, aun en el centro de México. Pero con la presencia del fenómeno de El Niño la corriente de chorro de latitudes medias, en la que se encuentran inmersos los ciclones extratropicales, se desplaza hacia el sur provocando una mayor incidencia de frentes fríos y lluvia en la zona norte y centro de México, como ocurrió durante el evento de 1991-1993. (Magaña, 1997)

1. La zona intertropical de convergencia es una zona donde existe gran cantidad de nubes profundas y lluvia, siendo esta la fuente de humedad para las lluvias que se presentan durante el verano, en la costa occidental de México.

El noroeste de la Baja California posee un clima, mediterráneo, con vientos del noroeste que favorecen las famosas nieblas, que cubren grandes extensiones del desierto de Sebastián Vizcaíno, los valles al sur de Tijuana y las sierras de Juárez y San Pedro Mártir.

Durante la presencia de El Niño, esta zona recibe un mayor volumen de lluvia durante el invierno y en ocasiones un volumen extraordinario, según estudios de Ulises Cruz, oceanógrafo de la Universidad de Baja California Sur.

3.3 EL RELIEVE Y LAS PRECIPITACIONES EN MEXICO

El relieve de México es un factor importante en la distribución de los niveles de lluvia. Es claramente visible el aislamiento de las regiones internas y secas, en tanto que la planicie costera del Golfo y las zonas montañosas expuestas a los vientos húmedos, reciben las precipitaciones más considerables, más de 2,000 mm, excepto en sitios aislados.

Las cuencas interiores del sur de la República como la depresión central de Chiapas, la cuenca del Balsas y las cuencas altas de los ríos Verde, Mixteco, Tlapaneco, Tehuantepec y Papaloapan debido a su aislamiento de los vientos húmedos por las altas montañas que los rodean y el calentamiento adiabático y secamiento relativo del aire al descender por sus laderas, reciben menos de 1,000 mm de lluvia al año y algunos sitios menos de 600 mm, la temporada lluviosa es el verano, por lo que las lluvias son de carácter convectivo en su mayoría.

La parte sur de la Planicie Mexicana tiene de 600 a 1,000 mm; la zona más árida, con menos de 300 mm de lluvia al año, se extiende en la parte norte de la Antiplanicie Mexicana.

Durante años de El Niño son estas barreras naturales las que impiden mayores desastres, al no permitir la entrada de los fuertes vientos e intensas lluvias que se originan por El Niño.

La figura 9 muestra la distribución geográfica de la precipitación (carta de isoyetas anuales de la República Mexicana).



Fuente: García, Enriqueta (1978), Apuntes de climatología, UNAM, México.

Las mayores precipitaciones pluviales de la República ocurren en la vertiente exterior de la Sierra Madre Oriental (1,600 mm), la planicie de Tabasco y sur de Veracruz, donde superan los 2,000 milímetros y las alturas de la Serranía Norte de Chiapas y Sierra de San Martín, además del Soconusco, donde hay lluvias anuales de 3,000 o más mm. Estas cifras generales sufren variaciones, de lugar a lugar, ocasionadas principalmente por la situación de las masas montañosas y por el hecho de encontrarse localizadas en las vertientes exteriores, donde es mayor la lluvia, o en las interiores, aisladas de las corrientes aéreas que traen la humedad.

Durante años del fenómeno de El Niño, estas zonas reciben menores volúmenes de lluvia, debido a la disminución de huracanes en el Golfo de México. (Magaña, 1997)

3.4 EFECTOS DE EL NIÑO EN ALGUNAS ACTIVIDADES ECONOMICAS

El clima es uno de los factores que influyen en algunas de las actividades económicas de la población de México.

Las anomalías en el clima provocadas por fenómeno de El Niño han repercutido en grandes pérdidas económicas y sociales para el pueblo de México.

La relativa distancia a la que se encuentra México del lugar donde se desarrolla el fenómeno de El Niño, provoca que las pescaderías en México, se vean afectadas cada vez que se presenta El Niño.

Las grandes extensiones de los mares mexicanos (aproximadamente 12,000 km. de litoral y casi 3 millones de km. de zona económica exclusiva), han permitido el buen desarrollo de la pesca, convirtiéndola en una de las actividades económicas con mayor potencial del país. Pero desafortunadamente, estas extensiones ayudan, a que cada vez que se presenta el fenómeno de El Niño, las pescaderías se vean afectadas.

Durante la presencia del fenómeno de El Niño, las pescaderías en México, sufren efectos desastrosos ya que las aguas cálidas llegan hasta las costas mexicanas.

La presencia de estas aguas cálidas provocan que los arrecifes coralinos se blanqueen y después mueran, provocando grandes alteraciones en los ecosistemas marinos. Estas aguas también provocan la migración de peces, favoreciendo los volúmenes de pesca o disminuyéndolos en algunos casos.

Por ejemplo, en el año de 1983, los volúmenes de pesca de la anchoveta del norte, especie abundante en los mares de México, disminuyeron un 50% con respecto a los volúmenes de pesca de 1982. (García, M. H., 1987)

Durante el evento de 1997-1998, el fenómeno de El Niño, según datos del director de la unidad municipal de San Luis, Francisco Gutiérrez, provocó durante el invierno de 1997 las peores lluvias en décadas en el estado de Sonora, causando pérdidas millonarias en la agricultura.

Durante el verano de 1997, el fenómeno de El Niño, según la titular de la Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca, Julia Carabias, provocó una grave sequía en los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, donde se perdieron millones de pesos por daños a la agricultura, a la ganadería y a la población misma.

El titular de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Románico Arroyo, declaró que en el año de 1997, se perdió el 25% del volumen total de la producción agrícola debido a las prolongadas sequías que asolaron los estados del norte de México.

El mismo funcionario declaró, que uno de los cultivos que más daños recibieron en 1997, fue el frijol. Y fue tal la magnitud del daño, que solo en el estado de Jalisco, se perdió el 50% de la cosecha de frijol, debido a las lluvias vespertinas, que arruinaron las cosechas.

Durante el evento de 1982-1983, el fenómeno de El Niño según James Baker, subsecretario de comercio para los océanos y la atmósfera de la NOAA, provocó sequías e incendios forestales, que causaron pérdidas estimadas en 600 millones de dólares, en las economías de México y Centroamérica.

En febrero de 1998, Julia Carabias Lilo, titular de la Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), declaró que las sequías provocaron 3 incendios forestales en Pachuca, Hidalgo, 7 incendios en el Estado de México, 18 en Oaxaca, Puebla y Morelos. Y que estos incendios destruyeron miles de hectáreas de bosques, provocando grandes daños a los ecosistemas silvestres.

Durante el evento de 1991-1993, el fenómeno de El Niño provocó una prolongada sequía en el norte de México, que orilló a tener conflicto por el uso de las aguas de las presas entre México y Estados Unidos.

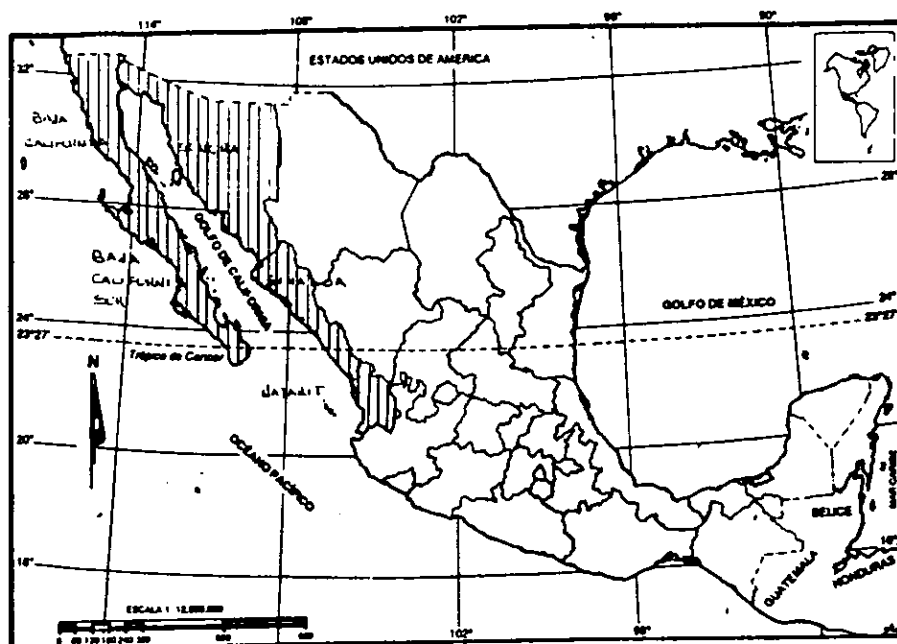
4. EFECTOS DE EL NIÑO EN EL NOROESTE DE MEXICO

Una vez revisados los efectos generales del fenómeno de El Niño en México se observa que existen regiones que sufren más efectos que otras. Según Magaña, (1997), "durante la presencia del fenómeno de El Niño, los estados del Noroeste de México recibieron más lluvia de lo normal y en ocasiones extraordinarias durante el invierno."

Los efectos del fenómeno de El Niño son provocados por las anomalías en el clima, causadas por los cambios en los patrones de la circulación atmosférica y oceánica y dichas anomalías inciden en los niveles de lluvias y temperaturas medias de algunas regiones de México. Como por ejemplo, la región noroeste de México, que ha sido la más afectada del país, en las últimas décadas por las anomalías en el clima.

Según la división realizada por el geógrafo Angel Bassols, en su obra Geografía Económica de México, la región noroeste abarca el 21% del territorio nacional comprendiendo los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, y Nayarit

La figura 10 muestra la región noroeste de México.



Según división de Angel Bassols, en sus obra Geografía Económica de México, (1995), con adecuaciones propias.

4.1 EL NOROESTE DE MÉXICO

En Baja California existen las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir que dividen al estado en dos vertientes, la del Golfo de California en donde la sierra termina en el litoral formando acantilados y la vertiente del Océano Pacífico en donde existen serranías que forman un declive suave y amplio.

Las islas Coronado, Guadalupe, Angel de la Guarda, Cedros y Montagne son las de mayor extensión del estado.

Las condiciones climatológicas determinan la hidrografía del estado ya que los arroyos se encuentran secos la mayor parte del año, pero en época de lluvia suelen ser ríos caudalosos.

Entre los principales ríos del estado se encuentran, el río Tecate, que nace en la población del mismo nombre, el río de la Palma que abastece la presa Abelardo L. Rodríguez, los ríos Guadalupe, San Carlos, Santo Tomas, el río San Antonio que nace en la sierra de San Pedro Mártir y el río Colorado, único río de la vertiente del Golfo de California.

Baja California Sur se encuentra dividida por la sierra de la Giganta y la sierra de San Lázaro, en esta última existen bosques de encino y pino. En la vertiente del Océano Pacífico se encuentran los desiertos del Vizcaino y de la Magdalena. Mientras que en la vertiente del Golfo de California solo existe una gran cantidad de grandes acantilados.

No existen corrientes constantes a excepción del río San Ignacio que desemboca en el Océano Pacífico y lleva agua la mayor parte del año.

No existen cuerpos de agua importantes en la entidad, sin embargo existen grandes depósitos de agua subterránea en la región de la Magdalena.

La mayoría de los ríos intermitentes del estado bajan por la vertiente del Océano Pacífico, situación que es bien aprovechada para formar pequeñas presas en los lomeríos para provocar la infiltración de agua, que de otra manera se perdería.

En Sonora comienza la Sierra Madre Occidental cubierta de bosques templado y de coníferas. En las tierras más altas existe una región costera, que es una llanura árida (menos de 250 mm de lluvia anuales) que en algunas zonas se convierten en verdaderos desiertos.

También existe el litoral bajo y arenoso en el que abundan las albuferas y se encuentra rodeado de islotes.

Los principales ríos son el Yaqui, el Mayo, Sonora y Caborca. Estos ríos son importantes ya que alrededor de ellos se han instalado zonas de emporios agrícolas.

En Sinaloa se levanta la Sierra Madre Oriental que está cubierta de bosques de encino y pino, remata en altas mesetas, cortadas por cañones o barrancas y desciende hacia el Golfo de California formando serranías bajas y lomeríos, que constituyen el pie de la sierra. Es aquí donde comienzan las amplias llanuras bajas por las que corren los ríos de Sinaloa. Los ríos que desembocan en el Golfo de California lo hacen a través de lagunas costeras que forman barras arenosas, más al norte la llanura es más amplia, y los ríos forman en su desembocadura grandes deltas que le dan a la línea de la costa, un perfil ondulado. En estos lugares es en donde se asientan la mayoría de los terrenos de riego del estado.

La otra vertiente de la serranía esta formada por lomeríos que en los límites de Chihuahua y Durango dan lugar a serranías más abruptas, cañadas de laderas escalonadas con fuertes pendientes y algunas mesetas.

Sinaloa cuenta con abundantes corrientes fluviales y mantos acuíferos de importancia en sus llanuras costeras.

Todos los ríos de Sinaloa nacen en la Sierra Madre Occidental, tal es el caso de los ríos Fuerte, Sinaloa, Humaya y San Lorenzo

El estado de Nayarit comprende una serie de regiones naturales distintas de cada una de ellas.

Las zonas occidental y noroccidental de la entidad son llanas y bajas, y en ellas abundan las lagunas costeras y las barras. Estos terrenos corresponden a la llanura costera del Océano Pacífico. Al oriente de esta primera zona y desde el noreste de la entidad hasta el cauce del río grande de Santiago, se extiende una amplia franja de serranías alargadas y rematadas por mesetas que se alternan con profundos cañones. Esta región es parte de la Sierra Madre Occidental.

Al sur del río grande de Santiago se encuentra una zona volcánica en la que se localiza llanuras de cierta elevación y varias sierras volcánicas, así como, volcanes de gran tamaño como es el Ceboruco y el Sanganguey. Esta región corresponde al extremo más occidental de la llamada provincia del eje neovolcanico.

Por último, la región suroeste de Nayarit está conformada por sierras graníticas y el valle del río Améca, que comparte el estado con su vecino Jalisco. Estas zonas corresponden a la misma región natural que la sierra de Jalisco y se les considera como la porción más nororiental de la Sierra Madre Occidental.

El recurso acuífero de la entidad es amplio, Nayarit cuenta con numerosos ríos y lagunas a lo largo de su territorio. Entre los ríos más importantes están: el Grande de Santiago que a traviesa la entidad de este a oeste, el Acaponeta, el San Pedro y el Ameca; y otros de menor tamaño como el río de las Cañas que sirve de límite entre la entidad y Sinaloa, el San Juan, el Chiapotán, el Tepic, el Huaynamota, el Bolaños y el Rosa Morada entre otros, aunque sólo los grandes ríos presentan un caudal digno de consideración, ya que los pequeños únicamente en épocas en que la precipitación es mayor, aproximadamente de julio a septiembre, presentan un escurrimiento importante.

Las grandes lagunas del estado, además de constituir un atractivo turístico cuentan con recursos pesqueros como la de Agua Brava por su profundidad, también permite la entrada de embarcaciones para su explotación. Otras lagunas importantes son las del Valle, la del Tule y la del Pescadero, esta última desaparece en los meses de sequía, las de la Garza, San Pedro, Tepetitlic, Agua dulce y Santa María.

4.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS CONDICIONES CLIMATICAS DEL NOROESTE

En casi todo Baja California predomina el clima seco, con precipitaciones medias de 150 mm en las costas del Golfo de California. En el sur del estado el clima es cálido y cambia a templado en la costa del Océano Pacífico. Las temperaturas promedio son de 16 y 20 grados respectivamente. Hacia la porción centro-norte el clima es templado semiárido con registros medios de 500 mm de precipitación y 16 grados de temperatura, el clima varía de templado subhúmedo a semifrío subhúmedo y la temperatura desciende de 14 a 10 grados. La precipitación media es de 500 mm.

En Baja California Sur por la naturaleza del clima y la distribución de la lluvia que se concentra en el verano, en unos cuantos aguaceros, el déficit de agua, en la mayor parte de los terrenos del estado es muy grande, entre 900 y 1,200 mm anuales y el suelo no permanece húmedo, en años promedio, por períodos mayores a un mes continuo.

En las zonas serranas de los Cabos, se da una gradación desde los climas muy secos predominantes en el resto de la entidad, hasta los templados con relativa humedad, en las partes más altas en donde se encuentra vegetación boscosa. En esta zona el déficit de agua es menor, de unos 600 mm al año y los suelos aunque poco profundos y con pendientes fuertes se encuentran húmedos por períodos de cuatro meses durante el verano.

En Sonora el clima es cálido desértico con una estación seca muy acusada y temperaturas elevadas (las medias mensuales de enero y julio en la capital son de 17 y 32 grados respectivamente).

El clima de esta entidad es extremoso, ya que en la zona del gran desierto se presentan temperaturas máximas extremas de hasta 45 grados, mientras que en lo alto de la sierra se registran temperaturas mínimas extremas de hasta -5 grados centígrados.

Sinaloa presenta una variedad de condiciones climáticas que van desde las semiáridas hasta aquellas con relativa humedad. La precipitación en la mayoría de su territorio es insuficiente para la agricultura de temporal continua y en algunas zonas del centro y norte del estado aún para realizar un solo ciclo de temporal con seguridad.

En Sinaloa encontramos varias condiciones de déficit de agua, principalmente en la época invernal. En su parte sur el déficit tiende a ser menor, de unos 500 mm al año, en este caso, el suelo permanece húmedo por cinco meses continuos en el mismo período. En la zona septentrional del estado, el déficit es mayor, alrededor de 1,000 mm anuales, permaneciendo húmedo el suelo solo por un mes continuo y períodos discontinuos menores a un mes, en año promedio.

En Nayarit existe una clara diferencia en los climas de la llanura costera y zona de la sierra. En las llanuras de la costa del Océano Pacífico predominan los climas cálidos con relativa humedad que hacen que la vegetación que predomina en esta zona sean las selvas y los manglares.

La sierra cuya altitud rebasa en varias zonas los 2,500 metros presenta clima templado y hacia el fondo de los valles y cañones el clima se vuelve cálido con fuertes sequías invernales. Esta es la principal zona boscosa en la entidad.

La zona correspondiente al eje neovolcánico, donde se localiza la capital, presenta climas semicálidos con bastante humedad. Las zonas llanas conforman un corredor, entre las zonas montañosas entre la Sierra Madre Occidental y la del Sur, en la que se encuentran zonas desde cálidas hasta templadas. (Bassols, 1995)

4.3 ACTIVIDADES ECONOMICAS DE LA REGION NOROESTE

El estado de Baja California concentra su mayor producción agrícola en el valle de Mexicali aunque también son importantes los municipios de Tecate, Tijuana y Ensenada.

El distrito de riego del valle de Mexicali ocupa el tercer lugar en cuanto a superficie cultivada y es el primero en lo referente a su producción, el algodón es el cultivo que aporta mayores ingresos al estado. Otros cultivos de importancia son trigo, alfalfa, cártamo, chile, tomate y papa. (Bassols, 1995)

La fruticultura es otra actividad que reviste importancia en la economía del estado a un nivel nacional. El olivo representa casi el 40% del total de la producción total en el país y la vid el 17%. Se cultiva también chabacano, durazno pera, ciruela, higo y almendra.

La ganadería tiene poca relevancia para el estado, ni siquiera satisface la demanda, por tanto se importan los productos de otras entidades federativas.

Aunque la población ganadera se encuentra dispersa en los cuatro municipios del estado la principal concentración se halla en el valle de Mexicali. El tipo de ganado de más importancia económica es el bovino para carne y leche que en su mayoría se explota en forma estabulada.

Los recursos forestales de este estado son reducidos y sin perspectivas favorables para su desarrollo. Las únicas son las madereras que se localizan en las sierras de San Pedro Mártir y de Juárez. La producción más importante de la actualidad es de tablas y tabloncillos de pino; el valor total forestal apenas rebasa los 2 millones de pesos.

Baja California ocupa el tercer lugar nacional en la explotación de productos marinos. En la actualidad, el abulón, la langosta y las sardinas son las especies que más se capturan.

La producción minera actual del estado se basa en la explotación de minerales metálicos entre los que destacan oro, plata, cobre, plomo, tungsteno y hierro. En lo que respecta a los minerales no metálicos, el yeso, talco y cuarcita son los de mayor importancia.

Baja California Sur posee una área agrícola relativamente pequeña. Prácticamente toda la agricultura que se lleva a cabo en la entidad es de riego, aunque existen zonas muy restringidas, en las desembocaduras de varios arroyos y ríos, que presentan humedad y suelos apropiados para la práctica de la agricultura.

La principal zona agrícola del estado se localiza en los alrededores de ciudad Constitución, en la región de la Magdalena, en donde se siembra el cártamo, la alfalfa, el trigo y el garbanzo. Entre las hortalizas destaca el chile y el tomate, y se siembran también cítricos como el naranjo. Esta zona posee una infraestructura de riego en la que se combinan los canales de riego por gravedad, con las instalaciones para riego por aspersión. La gran mayoría del agua para riego se obtiene por bombeo, de la que existe en depósitos subterráneos en la región. Se ha creado también una infraestructura de caminos que cubre toda la zona de riego.

Otras áreas de agricultura de riego se encuentran en La Paz y hacia el sureste de esta ciudad. El dátil se ha sembrado tradicionalmente en varias zonas cercanas a desembocaduras de arroyos o ríos y el área más grande con este cultivo se localiza en Mulegé.

La agricultura sólo puede ser llevada a cabo, en todo el estado, mediante riego continuo y la escasez del recurso agua representa, más que en otras partes del país, una limitante al desarrollo económico. La riqueza en plantas desérticas que son únicas en el mundo, representa un recurso de singular importancia para la entidad y para toda la península.

En la región de la sierra de la Giganta se explotan yeso, magnesita y cobre, así como fosforita, en las zonas con rocas volcánicas. En la región de bahía de la Concepción, en las cercanías de Mulegé, se encuentran yacimientos de manganeso. La región de los cabos es rica en yacimientos de minerales metálicos, como el oro, la plata, zinc y plomo. Por último en la zona del desierto del Vizcaino se localizan las extensas salinas de Guerrero Negro, en donde se explotan la sal común. Es esta una de las mayores explotaciones de dicho mineral en el mundo, y por supuesto, la mayor, con mucho, de México.

Los recursos marinos presentan tal vez, el mayor potencial económico para la entidad. La presencia de una corriente fría frente a las costas del Océano Pacífico del estado, tiene como consecuencia una enorme abundancia de nutrientes y la existencia de grandes poblaciones de especies aprovechables, como: el abulón, la sardina, el camarón y el atún, entre otras. Esta situación pone a la entidad en un lugar privilegiado en el ámbito nacional.

Los principales centros pesqueros del estado se localizan en La Paz, San Carlos y Guerrero Negro, así como en varios puntos de la costa del Golfo de California.

En el estado de Sonora la agricultura se ve beneficiada por las obras de riego llevadas a cabo en los ríos Sonora (presa Abelardo Rodríguez), Yaqui (Angostura) y Mayo (Alvaro Obregon).

La agricultura se practica mayoritariamente en el sur y en centro del estado, destacando el cultivo del algodón, maíz y frijol.

En el norte de Sonora se encuentran localizados los pastos más ricos para el ganado bovino, que junto a la crianza de ganado equino son tradición en el estado.

La pesca tiene su centro de operaciones en Guaymas, sobresaliendo la captura de atunes, camarón, langosta y sardina.

En la minería el 85% del cobre de México se obtiene de las minas de Cananea y Nacozari. La zona costera es rica en grafito.

En Sinaloa los ríos son aprovechados en buena parte de sus caudales para el riego agrícola, para lo cual se han construido diversos almacenamientos, como las presas Miguel Hidalgo, en el Fuerte; Adolfo López Mateos, en el Humaya y Sanalona en el Tamazula, así como redes de canales que distribuyen las aguas en los distritos de riego.

Sinaloa cuenta con abundantes corrientes fluviales y mantos acuíferos de importancia, en sus llanuras costeras. Es por esta razón que la agricultura de riego, que se ve favorecida por la construcción de múltiples obras de infraestructura sea una actividad de gran importancia en la entidad. Pero la agricultura de temporal se extiende por amplias áreas de la llanura costera, ya que en muchos casos los suelos que son profundos y planos, retienen gran cantidad de humedad y con esos basta para lograr una buena producción en el ciclo agrícola primavera verano.

Dentro de las riquezas que posee el estado de Sinaloa, se encuentran amplios litorales con bahías, esteros y puertos que son aprovechados para el desarrollo de la explotación de los recursos pesqueros.

Dentro de la actividad pesquera turística destaca la pesca del pez vela y dorado en alta mar.

Los centros pesqueros más importantes son: Mazatlán, puerto conocido internacionalmente por sus paisajes y sus bellas playas, Altata y Topolobampo. Actualmente se ha intensificado la pesca en sus aguas interiores (presas), de donde se obtiene gran producción de cultivos marinos.

En Sinaloa se explotan minerales metálicos como oro, plata, plomo, cobre, hierro y zinc y no metálicos como la caliza y el yeso.

En Nayarit el clima tropical en combinación con los suelos negros y la afluencia de ríos permiten que la agricultura sea la principal actividad económica del estado. Los cultivos que sobresalen son el tabaco, caña de azúcar, café, maíz, arroz, frijoles, plátanos y cocoteros.

Las extensas zonas de bosques tropicales en el norte y oeste del estado permiten realizar la silvicultura de maderas finas y madera para la construcción.

4.4 DATOS ESTADISTICOS DEL NOROESTE DE MÉXICO

En la región Noroeste se encuentra el 12% del total de las tierras de labor y el 37% de las tierras que se disponen para riego en el país.

En esta región se concentra el 23% de los terrenos de pasto y el 16% de llanuras del país.

En el año de 1984 la región Noroeste acumuló el 23% del valor de la producción agrícola del país.

En este mismo año la región alcanzó el 11% del valor de la producción ganadera del país.

La actividad pesquera alcanzó también en este año el 42% del valor de captura total del país.

Por último según el censo de 1990 la región Noroeste logró conjuntar el 5% del producto interno bruto.

Fuente: Inegi (1989), Censo Económico, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

4.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL NIÑO EN EL NOROESTE

En inviernos de El niño, la corriente en chorro de latitudes medias, en la que los ciclones de latitudes medias se encuentran inmersos, se desplaza hacia el sur provocando una mayor incidencia de frentes fríos y lluvias en la zona noroeste de México. Como ocurrió en los meses de invierno durante los eventos de 1982-1983 y 1991-1993. (Magaña, 1997)

Durante el evento 1997-1998, el fenómeno de El Niño según el meteorólogo Carlos Jesús Arias, originó las lluvias más copiosas de los últimos 150 años en Sonora, durante los meses de invierno de 1997, también según este investigador, durante la presencia del fenómeno de El Niño, en el noroeste de México han ocurrido lluvias por encima de lo normal y en ocasiones extraordinarias en la temporada invernal de acuerdo con la intensidad del fenómeno de El Niño.

En febrero de 1997, el fenómeno de El Niño causó fuertes tormentas en la península de Baja California.

Durante años en que se presenta El Niño, el número de huracanes, en el Océano Pacífico tiende a aumentar y a disminuir en el Golfo de México. (Magaña, 1997)

Tal fue el caso del año de 1997, en el que según Jaime Albarrán, meteorólogo del Servicio Meteorológico Nacional, "en los primeros 75 días de la temporada de ese año la actividad ciclónica fue más intensa en el Océano Pacífico que en el Golfo de México, donde se formaron 8 ciclones tropicales de los cuales 3 alcanzaron categoría de huracán, 3 fueron tormentas tropicales y 2 más depresiones."¹⁰

El meteorólogo de este organismo explicó que los ciclones registraron una trayectoria errática como lo fue el caso de las tormentas tropicales "Andrés y Blanca", que inicialmente se acercaron a las costas del Pacífico sur y amenazaron con penetrar en tierra para luego alejarse del país.

Posteriormente, la depresión tropical número 3, la tormenta tropical "Carlos" y la depresión tropical 5 como los huracanes "Dolores, Enrique y Felicia", siguieron una trayectoria hacia el oeste-noroeste, alejándose de las costas nacionales, por lo que toca al Golfo de México, los ciclones fueron más irregulares: los primeros 3, la tormenta tropical "Ana", el huracán "Bill" y la tormenta tropical "Claudette", tuvieron características subtropicales con trayectorias hacia el este o noreste, mientras que el huracán "Danny" se formó en el Golfo de México e impactó en la zona sur de Estados Unidos, en tanto que la depresión número 5 se disipó en la Antillas.

10. Pavón, M Fernanda (noviembre-1997). Se acerca el mes de El Niño, en noviembre panra el Pacífico, U2000, Num. 20, p 6.

4.6 EFECTOS DE EL NIÑO EN ALGUNAS ACTIVIDADES ECONOMICAS DE LA REGION NOROESTE DE MÉXICO

En septiembre de 1997, Romárico Arroyo, titular de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Sagar) explicó que los cultivos tradicionales de Nayarit, como el tabaco y las hortalizas, disminuyeron su producción hasta en un 30% durante el ciclo agrícola otoño-invierno de 1997-1998, debido a la presencia del fenómeno de El Niño que causó intensas lluvias en los meses de enero, febrero y marzo de 1998, en todo el estado de Nayarit. Durante los meses de este mismo año, la presencia de El Niño, propició que el huracán "Paulina", azotara las costas de Baja California Sur, causando graves daños a los cultivos del estado.

El mismo funcionario, en febrero de 1998, declaró que en este mismo estado los cambios en el clima provocaron que se intensificaran las lluvias vespertinas causando graves daños al cultivo de frijol, que fue arrancado y puesto a secar al sol, ya que no se desarrolló en forma normal, pero no pudo evitarse la disminución de la producción que estaba estimada en 2,400 toneladas y sólo se lograron rescatar 2,000 toneladas, evitando de esta manera la pérdida total de la cosecha.

También en junio de 1998, las anomalías en el clima propiciaron que la tormenta tropical "Isis", impactará la costa de Baja California Sur, provocando intensas lluvias que ocasionaron el desborde de ríos, deslaves e inundaciones, que a su vez provocaron cuantiosos daños a los cultivos y sembradíos a la región sur de este estado.

Durante el verano de 1998, la prolongada sequía en el estado de Sonora, causó grandes pérdidas en la actividad ganadera de la región, por la falta de agua para beber.

Las inundaciones provocaron la destrucción de depósitos y tuberías de agua potable. Además el agua contaminada aumentó las enfermedades contagiosas transmisibles por el agua y por los alimentos ya que los cortes de energía eléctrica arruinaron los alimentos de muchos refrigeradores y vacunas que se conservaban a bajas temperaturas.

Las inundaciones propiciaron el contacto de las personas con insectos o roedores, que buscaron refugio en las viviendas. Tal situación aumentó los casos de dengue y cólera en el estado de Baja California Sur.

La sequía también causó conflicto por el uso del agua de las presas, que se vieron disminuidas considerablemente durante el verano de 1998.

La presencia de El Niño afecta seriamente las pescaderías en el noroeste de México ya que modifica la corriente de California en intensidad, sentido y crea problemas de escasez en la pesca a lo largo de la península californiana.

Antonio Díaz de León, titular del Instituto Nacional de Pesca, declaró que la región surcaliforniana es la única productiva del abulón en el país y genera unos 40 millones de dólares en beneficio directo de unas 15,000 personas, la mayoría de ellas habitantes de los 10 campamentos pesqueros de esta región.

El mismo funcionario declaró que durante el año de 1994, la población de abulón disminuyó provocando el descenso del volumen de captura en la región del pacífico norte. La extracción del molusco fue de 700 y 800 toneladas debido a los cambios bruscos de las condiciones hidrometereológicas, cifra menor a la del año 1983, en donde se capturó 1,100 toneladas.

Antonio Díaz de León también explicó que el desplazamiento de especies es evidente en las costa de la península de Baja California, ya que durante el mes de julio de 1997, aparecieron cardúmenes como la macarela y bonito, ambas especies características de latitudes sureñas. Igual sucedió con especies típicamente tropicales y subtropicales como el marlin y la barracuda, registrándose capturas importantes en puertos como: Tijuana y Ensenada.

Un aspecto interesante es la aparición cíclica (cada 10 años) de un mayor volumen de calamar frente a la costa de Baja California.

También es notable el aumento de la producción primaria en el Golfo de California que se traducen en capturas de camarón ligeramente mayores a las normales, pero de tallas superiores, en tanto que la producción de los esteros de Sinaloa se ven mermados.

El desplazamiento de las especies se debe a las alteraciones de los ecosistemas marinos, que comienza con blanqueo y muerte de los arrecifes coralinos, por la presencia de agua cálida, durante el fenómeno de El Niño. (Erickson, 1997)

La disminución de la producción primaria del mar que es el alimento para las distintas especies de peces provoca un bajo crecimiento de peces y aves acuáticas.

Por ejemplo durante el evento de 1997-1998, el fenómeno de El Niño, según declaraciones de Julia Carabias Lilo, titular de la Semarnap, provocó una mortandad de lobos marinos y focas, y redujo la migración de la ballena gris.

Antonio Díaz de León, titular del Instituto Nacional de Pesca, declaró que la desaparición del calamar gigante de las costas sonorenses se debió a efectos del fenómeno de El Niño de 1997-1998. Lo cual provocó que unos 2,000 pescadores ribereños se encontraran inactivos y sufrieran bajas en sus ingresos, estimados en 800,000 pesos diarios.

CONCLUSIONES

El Niño es un fenómeno oceanográfico, que consiste en la aparición de una corriente cálida, en el Pacífico tropical. Esta corriente fluye desde el Pacífico central, hacia las costas de América del Sur, alterando los patrones normales entre el océano y la atmósfera.

En la actualidad, existen varias hipótesis que tratan de explicar la causa real del sobrecalentamiento de las aguas del Pacífico central. Pero, a pesar de las largas y costosas investigaciones de los expertos en la materia, aún no se logra determinar con certeza la verdadera causa del inusual sobrecalentamiento.

En la formación de El Niño intervienen variables difíciles de manejar como el océano y la atmósfera, en tiempos y espacios muy amplios. Estos fluidos son inconstantes por naturaleza y un cambio en uno, provoca alteraciones en el otro y viceversa. Además, todavía no se conoce el momento exacto en que estos dos fluidos dejan de ser causa para convertirse en el fenómeno de El Niño.

La presencia de miles de kilómetros cuadrados de agua cálida, frente a las costas suramericanas, provoca cambios en las condiciones climáticas mundiales, entre las que destacan las torrenciales lluvias en los países de la costa occidental de América del Sur y las prolongadas sequías en Australia y Nueva Zelanda.

Las condiciones climáticas de México, se ven afectadas cada vez que se presenta El Niño, ya que la presencia del fenómeno provoca una relación inversa en los patrones de lluvia de invierno y verano, mientras que en invierno se produce un ligero aumento en el nivel de lluvia en el norte y centro de México; durante el verano las lluvias parecen disminuir en la mayor parte del país.

La revisión de la información, permite establecer que el noroeste de México, fue una región con importantes repercusiones de este fenómeno. Entre las principales repercusiones se pueden mencionar: La escasez de especies de peces frente a las costas de la península de Baja California, inundaciones en el estado de Sonora y daños a los cultivos de tabaco y frijol, en los estados de Sinaloa y Nayarit.

Es necesario puntualizar que la relación entre El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y las anomalías climáticas en México, requieren de estudios a mayor detalle para poder determinar completamente su validez.

BIBLIOGRAFIA

Allan, Rob, y Lindesay, Janette (1996), El Niño Southern Oscillation and climatic variability, Csiro, Australia.

Acosta, G. A. (1988), El Niño: sus efectos sobre el norte de México, Secretaría de agricultura y recursos hidrahúlicos, (SARH), México.

Andrade, Victoria (1985), Geografía I, Trillas, México

Arntz, W. E., y J. Tarazona (1990), Effects of El Niño 1982-1983 on benthos, fish and fisheries off the South American Pacific coast, en P.W. Glynn (comp.), Global ecological consequences of the 1982-1983 El Niño-Southern Oscillation. Elsevier Oceanogr. series, 323-360.

Arntz, W. E., y Fahrbach, E. (1996), El Niño: Experimento Climático de la Naturaleza, Fondo de cultura económica, México:

Barnston,-A.-G.; 12-others; et-al (1994), Long-lead seasonal forecasts - where do we stand?, Bulletin,-American-Meteorological-Society. 1994. 75(11), pp 2097-2114.

Bassols, Batalla Angel (1995), Geografía Económica de México, Trillas, México.

Bin-Li,; Clarke,-A.-J. (1994), An examination of some ENSO mechanisms using interannual sea level at the eastern and western equatorial boundaries and the zonally averaged equatorial wind, Journal-of-Physical-Oceanography. 1994. 24(3), pp 681-690.

Brankovic,-C.; Palmer,-T.-N.; Ferranti,-L. (1994), Predictability of seasonal atmospheric variations, Journal-of-Climate. 1994. 7(2), pp 217-237.

Canby, Thomas (1984), El Niño's ill wind, National Geographic, vol. 165, num. 2, pp144-183.

Cole,-J.-E.; Rind,-D.; Fairbanks,-R.-G. (1993), Isotopic responses to interannual climate variability simulated by an atmospheric general circulation model, *Quaternary-Science-Reviews*. 1993. 12(6), pp 387-406.

Clarke,-A.-J.; Van-Gorder,-S. (1994), On ENSO coastal currents and sea levels, *Journal-of-Physical-Oceanography*. 1994. 24(3), pp 661-680.

Delcroix,-T.; Boulanger,-J.-P.; Masia,-F.; Menkes,-C. (1994), Geosat-derived sea level and surface current anomalies in the equatorial Pacific during the 1986-1989 El Nino and La Nina, *Journal-of-Geophysical-Research*. 1994. 99(C12), pp 25,093-25,107.

Derr,-V.-E.; Slutz,-R.-J. (1994), Prediction of El Nino events in the Pacific by means of neural networks, *AI-Applications*. 1994. 8(2), pp 51-63.

Diaz, H. F. (1992), El Niño Historical and paleoclimatic aspects of the Southern Oscillation, Cambridge University Press.

Diaz,-H.-F.; Pulwarty,-R.-S. (1994), An analysis of the time scales of variability in centuries-long ENSO-sensitive records in the last 1000 years, *Climate-Change*. 1994. 26(2-3), pp 317-342.

Dickey,-J.-O.; Marcus,-S.-L.; Hide,-R.; Eubanks,-T.-M.; Boggs,-D.-H. (1994), Angular momentum exchange among the solid Earth, atmosphere, and oceans: a case study of the 1982-1983 El Nino event, *Journal-of-Geophysical-Research*. 1994. 99(B12), pp 23,921-23,937.

Drosowsky,-W. (1994), Analog (nonlinear) forecasts of the Southern Oscillation index time series, *Weather-and-Forecasting*. 1994. 9(1), pp 78-84.

Earl,-R.-A.; Harrington-Jr,-J.-A, (1994), Relationship of Rio Grande headwaters precipitation and discharge to the southern oscillation index, Papers-and-Proceedings-of-Applied-Geography-Conferences,-State-University-of-New-York-at-Binghamton. 1994. 17, pp 16-24.

Erickson, John (1992), Las tormentas, Mc Graw Hill, México

Enfield, D. B. (1988), Is El Niño becoming more common ? Oceanogr. Mag. 1, 23-27 y 59.

Fraedrich,-K. (1994), An ENSO impact on Europe? A review, Tellus,-Series-A. 1994. 46A(4), pp 541-552.

Francey,-R.-J.; Tans,-P.-P.; Allison,-C.-E.; Enting,-I.-G.; White,-J.-W.-C.; Troler,-M. (1995), Changes in oceanic and terrestrial carbon uptake since 1982, Nature. 1995. 373(6512), pp 326-330.

Garduño, Rene (1994), El veleidoso clima, Fondo de Cultura Económica, México.

García, M. H. (1987), El Niño, ese fenómeno impredecible, Técnica Pesquera, vol. 115, pp 6-8.

Gray,-W.-M.; Landsea,-C.-W.; Mielke-Jr,-P.-W.; Berry,-K.-J. (1994), Predicting Atlantic Basin seasonal tropical cyclone activity by 1 June, Weather-and-Forecasting. 1994. 9(1), pp 103-115.

Hoerling,-M.-P.; Mingfang-Ting, (1994), Organization of extratropical transients during El Nino, Journal-of-Climatology. 1994. 7(5), pp 745-766.

Inegi (1989), Censo Económico, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

Jones,-P.-D. (1994), Recent warming in global temperature series, Geophysical-Research-Letters. 1994. 21(12), pp 1149-1152.

Kahya,-E.; Dracup,-J.-A. (1994), The influences of Type 1 El Nino and La Nina events on streamflows in the Pacific southwest of the United States, Journal-of-Climatology. 1994. 7(6), pp 965-976.

Karoly,-D.-J.; 6-others; et-al (1994), An example of fingerprint detection of greenhouse climate change, *Climate-Dynamics*. 1994. 10(1-2), pp 97-105.

Karl,-D.-M.; 6-others; et-al (1995), Ecosystem changes in the North Pacific subtropical gyre attributed to the 1991-92 El Nino, *Nature*. 1995. 373(6511), pp 230-234.

Lander,-M.-A. (1994), An exploratory analysis of the relationship between tropical storm formation in the western North Pacific and ENSO, *Monthly-Weather-Review*. 1994. 122(4), pp 636-651.

Machare,-eds-J.; Ortlieb,-L.(1993), Records of El Nino phenomena and ENSO events in South America. Proceedings of an international symposium, Lima, March 1992, *Bulletin,-Institut-Francais-d'Etudes-Andines*. 1993. 22(1), 406 pp.

Magaña, Víctor (1997), El fenómeno de El Niño y la Oscilación del Sur (ENOS) y sus impactos en México. Instituto Nacional de Ecología, Semarnap, UNAM, 2-21

Mantua,-N.-J.; Battisti,-D.-S. (1994), Evidence for the delayed oscillator mechanism for ENSO: the 'observed' oceanic Kelvin mode in the far western Pacific, *Journal-of-Physical-Oceanography*. 1994. 24(3), pp 691-699.

McGregor,-G.-R. (1995), The tropical cyclone hazard over the South China Sea 1970-1989: annual spatial and temporal characteristics, Pollen evidence from tropical Australia for the onset of an ENSO-dominated climate at c.4000 BP, *Applied-Geography*. 1995. 15(1), pp 35-52.

Meggens,-B.-J. (1994), Archeological evidence for the impact of mega-Nino events on Amazonia during the past two millennia, *Climatic-Change*. 1994. 28(4), pp 321-338.

Mo,-K.-C.; Xueliang-Wang (1994), The global climate of June-August 1992: warm ENSO episode decays and colder than normal conditions dominate the Northern Hemisphere, *Journal-of-Climate*. 1994. 7(2), pp 335-357.

Montroy, D. (1998), Observed nonlinearities of monthly teleconnections between tropical pacific sea surface temperature anomalies at central and eastern North American precipitation, *Journal of climate*, 11 (7): 1812-1835

Moss,-M.-E.; Pearson,-C.-P.; McKerchar,-A.-I. (1994), The Southern Oscillation index as a predictor of the probability of low streamflows in New Zealand, *Water-Resources-Research*. 1994. 30(10), pp 2717-2723.

Nydam,-P.-G. (1993), Seasonal climate summary Southern Hemisphere (summer 1991-92): the 1991-92 El Nino-Southern Oscillation (ENSO) episode matures, *Australian-Meteorological-Magazine*. 1993. 42(4), pp 183-189.

Philander, S. G. H. (1990), *El Niño, La Niña, and the southern oscillation*. Academic Press, San Diego.

Ping-Chang,; Bin-Wang,; Tim-Li,; Link-Ji (1994), Interactions between the seasonal cycle and the southern oscillation - frequency entrainment and chaos in a coupled ocean- atmosphere model, *Geophysical-Research-Letters*. 1994. 21(25), pp 2817-2820.

Pisciottano,-G.; Diaz,-A.; Cazes,-G.; Mechoso,-C.-R. (1994), El Nino-Southern Oscillation impact on rainfall in Uruguay, *Journal-of-Climatology*. 1994. 7(8), pp 1286-1302.

Ramage, C. S. (1986), *El Niño*, *Scientific American*, vol. 254, pp 76-83

Rasmusson, E. M., (1984), *El niño the ocean-atmosphere connection*, *Oceanus* 27,5-11.

Rasmusson, E. M., y J:M: Wallace (1983), *Meteorological aspects of the El Niño and the Southern oscillation*, *Science* 222, 1195-1202.

Ribstein,-P.; Tiriau,-E.; Francou,-B.; Saravia,-R. (1995), *Tropical climate and glacier hydrology: a case study in Bolivia*, *Journal-of-Hydrology*. 1995. 165(1-4), pp 221-234.

Robinson, G., y E. M. del pino (comps), El Niño en las Islas Galápagos. El evento de 1982-1983. Fund. Charles Darwin, Quito.

Salafsky,-N. (1994), Drought in the rain forest: effects of the 1991 El Nino-Southern Oscillation event on a rural economy in West Kalimantan, Indonesia, Climatic-Change. 1994. 27(4), pp 373-396.

Salinger,-M.-J.; 6-others; et-al (1995), Climate trends in the south-west Pacific, International-Journal-of-Climatology. 1995. 15(3), pp 285-302.

Secretaría de Pesca (1994), Atlas pesquero de México, Instituto Nacional de la Pesca, Mexico.

Tziperman,-E.; Stone,-L.; Cane,-M.-A.; Jarosh,-H. (1994), El Nino chaos: overlapping of resonances between the seasonal cycle and the Pacific ocean-atmosphere oscillator, Science. 1994. 264(5155), pp 72-74.

Walkier,-D.-A. (1995), More evidence indicates link between El Ninos and seismicity, Eos. 1995. 76(4), pp 33-34,36.

Waylen,-P.-R.; Quesada,-M.-E.; Caviedes,-C.-N. (1994), The effects of El Nino-Southern Oscillation on precipitation in San Jose, Costa Rica, International-Journal-of-Climatology. 1994. 14(5), pp 559-568.

Webster, P. (1998), Monsoons: Processes predictability, and the prospects for prediction, Journal of geophysical research océans, 103 (c7): 14451-14510

Wright,-W.-J. (1993), Seasonal climate summary Southern Hemisphere (autumn 1992): signs of a weakening ENSO event. Australian-Meteorological-Magazine. 1993. 42(4), pp 191-198.

Wyrski, K. (1982), The southern oscillation, ocean-atmosphere interaction and El Niño, *Mar. Technol. Soc. J.* 16, 3-10.

Zhenjie-Lin, (1994), Seasonal climate summary Southern Hemisphere (summer 1992-93): a re-strengthening El Niño-Southern Oscillation (ENSO) episode, *Australian-Meteorological-Magazine*. 1994. 43(2), pp 129-138.

Zhi-Yong-Yin, (1994), Reconstruction of the winter Pacific-North American teleconnection pattern during 1895-1947 and its application in climatological studies, *Climate-Research*. 1994. 4(2), pp 79-94.

*** BIBLIOGRAFIA CITADA

*** BIBLIOGRACIA CONSULTADA

