

Adaptación al Cambio Climático

Tomo I

La sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y la República Dominicana

Proyecto PNUD/ACDI *Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático*
Proyecto PNUD/GEF *Fomento de Capacidades para la Fase II de Adaptación al Cambio Climático
en Centroamérica, México y Cuba*



**La sequía meteorológica y agrícola
en la República de Cuba y la
República Dominicana**

Esta publicación contiene los resultados alcanzados a través de la implementación de los siguientes proyectos:

PNUD/ACDI Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático (En la República de Cuba y la República Dominicana)

PNUD/GEF Fomento de Capacidades para la Fase II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba

Los puntos de vista expresados en esta publicación pertenecen a sus autores y no necesariamente representan los del PNUD o del Sistema de Naciones Unidas.

Publicado por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) en Cuba , 2007.

Calle 18, No. 110 e/ 1ra y 3ra,

Miramar, Habana, Cuba

E-mail: registry.cu@undp.org

Teléfonos: (537) 204 1512, 13, 14, 15 y 17

Autores Principales

Abel Centella Artola
Braulio Lapinel Pedroso
Oscar Solano Ojeda

Autores

República de Cuba

Ransés Vázquez Montenegro
Cecilia Fonseca Rivera
Virgen Cutié Cancino
Reinaldo Báez Altamirano

República Dominicana

Solangel González Espíritusantos
Juana Sille Puello
Patria Rosario Santana
Leoncio Duarte García

Este documento debe ser referido como:

Centella A, B. Lapinel, O. Solano, R. Vázquez, C. Fonseca, V. Cutié, R. Baéz, S. González, J. Sille, P. Rosario y L. Duarte (2006). La sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y la República Dominicana, 172 pp.

Contenido

<i>Prólogo</i>	7
<i>Presentación</i>	9
<i>Agradecimientos</i>	11
<i>Introducción General</i>	13

<i>Capítulo 1</i>	
<i>La sequía meteorológica en Cuba y la República Dominicana</i>	19

Marco conceptual y metodológico	21
La lluvia y la sequía en Cuba	23
Características de la lluvia en Cuba y sus tres regiones	23
Características de la lluvia por provincias	27
Sequías significativas entre 1951 y 2005 en Cuba	43
La circulación atmosférica y los procesos de sequía en Cuba	48
Características espacio-temporales de los acumulados de la lluvia y la sequía en la República Dominicana	65

<i>Capítulo 2</i>	
<i>La sequía agrícola en Cuba y República Dominicana</i>	89

Marco conceptual y metodológico	91
Descripción general del diagnóstico de la sequía agrícola	98
Marcha anual, multianual y tendencias de la sequía agrícola	118
Amenaza de la sequía agrícola	125
Estudio de caso en una zona de alto riesgo	129
La sequía agrícola en la República Dominicana	137

<i>Capítulo 3</i>	
<i>Vigilancia y Alerta de la Sequía. Creando capacidades para el futuro</i>	161

Principales experiencias de la investigación	162
El sistema de vigilancia de la sequía en Cuba. Una experiencia positiva	163
Empleando las herramientas de análisis en nuevos conocimientos. Los procesos de aridez en Cuba.	167

<i>Referencias Bibliográficas</i>	175
-----------------------------------	-----

Prólogo

La relevancia del tema del cambio climático está pasando a la vanguardia del debate del desarrollo, con la emisión en el 2007 del IV Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Este Informe contiene nuevos datos científicos que confirman los serios impactos sobre las condiciones climáticas mundiales derivados de las actividades humanas. Estos efectos son más críticos para el mundo en desarrollo, particularmente los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (SIDS) y los Países Menos Adelantados (LDC), donde el cambio climático significa sequía, hambre, y pérdidas del sustento, hogares, tierras e incluso la vida de las personas. El IV Informe del IPCC establece que la vulnerabilidad al cambio climático puede ser exacerbada por la presencia de otras tensiones tales como “pobreza, acceso desigual a los recursos, inseguridad de alimentación, tendencias en la globalización económica, conflictos y la incidencia de enfermedades como el VIH/SIDA”.

De cara a este complejo asunto, y en el marco de las diversas iniciativas que desarrolla el Sistema de las Naciones Unidas, el PNUD dedicó su Informe de Desarrollo Humano 2006 a la crisis mundial del agua y ha decidido abordar en el 2007, los desafíos del cambio climático. El Administrador Kemal Dervis ha expresado el compromiso del PNUD para apoyar la respuesta de los gobiernos a este reto, ayudándoles a incorporar la adaptación al cambio climático, de manera integral, a sus estrategias nacionales de desarrollo. El calentamiento global no puede ser visto más como un asunto ambiental, es indudablemente una amenaza al desarrollo humano como un todo. Toda estrategia de desarrollo debe tener en cuenta los riesgos relacionados con el clima, los cuales podrían impedir el alcance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y sus metas trazadas para el 2015.

En este contexto, el PNUD-Cuba se complace en presentar la siguiente publicación, que forma parte de un conjunto de dos tomos titulados: *Tomo I La sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y en la República Dominicana* y *Tomo II Políticas de adaptación a la sequía actual y proyectada en la República de Cuba y en la República Dominicana*. Ambos libros resumen los principales hallazgos de los estudios realizados en los dos países, relacionados con los procesos de sequía, particularmente los que tuvieron lugar entre el 2003 y el 2005. Los mismos constituyen una importante contribución para los decisores, al ofrecer herramientas perfeccionadas para aplicar sistemas de alerta temprana ante la sequía. De igual manera, recomiendan un conjunto de políticas, medidas y acciones para la adaptación, identificadas por sectores y organizadas según su prioridad.

Un logro significativo de este trabajo es que representa una experiencia exitosa de la colaboración Sur-Sur entre científicos, funcionarios de gobierno y expertos en Cuba y la República Dominicana, así como también en otros países del Caribe y América Central. Estos esfuerzos facilitaron la transferencia de conocimientos y la validación del Marco de Políticas para la Adaptación –una metodología desarrollada por el PNUD– en la práctica. El valor singular de esta iniciativa y sus resultados se encuentra también en su replicabilidad y la utilidad de sus recomendaciones para otros países en desarrollo y en particular para el Caribe.

Deseo agradecer a la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI) y al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) por el apoyo brindado para la implementación de los proyectos *Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático* (en la República de Cuba y la República Dominicana) y *Fomento de Capacidades para la Fase II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba*, respectivamente. El PNUD se complace también por la colaboración lograda entre las comunidades científicas e instituciones públicas de la República Dominicana y Cuba, las cuales han realizado esta investigación.

El PNUD se enorgullece de haber apoyado esta valiosa iniciativa.

Susan McDade

Representante Residente

PNUD Cuba

Presentación

En el Informe de Desarrollo Humano 2006, publicado recientemente por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y dedicado a la crisis mundial del agua, se expresa que las sequías son una forma extrema de inseguridad de agua, que tienen consecuencias devastadoras para el desarrollo humano. En ese mismo informe se plantea que estos extremos pueden socavar los medios de sustento, reduciendo el potencial de crecimiento de una economía. La transformación del ciclo hidrológico como consecuencia del cambio climático, es un aspecto que merece especial atención, dado que puede incrementar las áreas y niveles de estrés hídrico actual. Adaptarse a las nuevas condiciones climáticas que impondrá paulatinamente el cambio climático, resulta entonces una enorme prioridad, sobre todo para los países subdesarrollados.

En el proceso de identificación, evaluación e implementación de las medidas de adaptación es importante considerar el conocimiento de las amenazas relacionadas con la variabilidad natural del clima y las tendencias recientes. Está demostrado que el conocimiento y la mejor descripción de las amenazas puede conducir a favorecer la reducción de sus impactos adversos. Si bien las amenazas naturales no pueden ser evitadas; comprenderlas y desarrollar la capacidad de predecirlas, puede reducir el riesgo de desastres o la ocurrencia de impactos negativos. Bajo este razonamiento, el estudio y monitoreo de las situaciones actuales y el desarrollo de sistemas de avisos y pronóstico de eventos climáticos extremos, debe formar parte de las medidas y estrategias de adaptación.

El presente volumen ofrece luz sobre las principales características de la sequía meteorológica y agrícola en Cuba y la República Dominicana. Los resultados aquí mostrados constituyen evidencias científicas sobre las principales características del comportamiento de este evento extremo y sobre los rasgos esenciales de las condiciones de circulación de la atmósfera que lo favorece. Estas evidencias y los nuevos conocimientos acumulados han facilitado el fortalecimiento del Sistema de Vigilancia de la Sequía en Cuba y la creación de las bases iniciales para su desarrollo futuro en la República Dominicana. Sin lugar a dudas, las capacidades de ambos países para continuar avanzando en el desarrollo de acciones dirigidas a reducir la vulnerabilidad y a fortalecer la capacidad de respuesta ante este extremo climático, se han visto fortalecidas. Esto representa un avance evidente en el camino a la adaptación.

El documento se preparó con la contribución y el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de la Agencia de Canadiense para el Desarrollo Internacional y del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. La contribución y el firme soporte otorgado por los Gobiernos de Cuba y la República Dominicana fueron decisivos e imprescindibles en el logro de los avances mostrados a lo largo de este volumen.

Dr. Tomás Gutiérrez
Director General
Instituto de Meteorología
La Habana, Cuba

Agradecimientos

En el desarrollo de esta investigación y en la preparación del documento fue decisivo el apoyo y compromiso de los Gobiernos de Cuba y la República Dominicana, representados por el Instituto de Meteorología y la Oficina Nacional de Meteorología, respectivamente.

Los autores desean reconocer la contribución de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, mediante el proyecto «Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático»; el soporte financiero recibido del Fondo para el Medio Ambiente Mundial mediante el proyecto regional GEF-PNUD «Fomento de capacidades para la etapa II de adaptación al cambio climático en Centroamérica, México y Cuba», el cual fue ejecutado por el Centro del Agua para el Trópico Húmedo de América Latina y el Caribe.

Especial mención merece el constante apoyo recibido de la Oficina del PNUD en Cuba durante la ejecución de ambos proyectos. Gracias al profesionalismo y al compromiso mostrados por el personal de esta oficina en el desarrollo de las diferentes actividades técnicas, los resultados pudieron ser alcanzados y este documento pudo ver felizmente la luz.

Los Autores

Introducción General

En los recientes años ha habido desastres de origen natural de grandes magnitudes en diferentes regiones del planeta, que han afectado principalmente a los países en vías de desarrollo. Entre estos desastres se encuentra la sequía, la que afectó el mayor número de personas y con repercusiones económicas muy severas para el futuro.

Muchos países de la región geográfica del Caribe incluyendo Cuba y la República Dominicana han estado también sometidos a la influencia de severos eventos de sequía. Estos eventos han causado importantes trastornos de la vida social e impactos altamente negativos sobre los ecosistemas naturales y de cultivos, con la consecuente degradación de los suelos, que combinada con la frecuente ocurrencia de eventos máximos de lluvias, aceleran los procesos de desertificación en zonas frágiles y generan cuantiosas pérdidas económicas.

Uno de los eventos meteorológicos más nocivos conocidos en el planeta es **la sequía**. Este fenómeno, si bien constituye una afectación climática extrema que la sociedad ha enfrentado tradicionalmente, en los últimos decenios su acrecentada influencia ha dado lugar a que se le considere como “uno de los mayores desastres naturales del mundo, el más frecuente y persistente, de mayores efectos negativos para la producción agrícola, como también de impactos adversos reales sobre el medio ambiente” (World Meteorological Organization, 1994).

Para ilustrar la gravedad del problema, se puede destacar que en Cuba, los eventos de sequía moderados y severos se duplicaron en el período normal 1961-1990, respecto al período anterior 1931-1960 (Lapinel *et al.*, 1993). En la década de los años 90 las afectaciones ocurridas en los veranos de 1993, 1994, 1998 y 2000 fueron muy notables, siendo el suceso de 1998 el más intenso para el período abril-mayo-junio registrado en las estadísticas del Centro del Clima disponibles desde el año 1941 (Lapinel *et al.*, 2003a).

Más recientemente, la sequía ocurrida desde mayo del 2003 a mayo del 2005, ha sido el evento más significativo conocido en toda la historia del país, el cual ha tenido un gravísimo impacto en amplios sectores de la sociedad, la economía y el medio ambiente. Estadísticas oficiales, afirman que los daños directos a la economía, originados por este evento rebasan los 1.4 mil millones de dólares norteamericanos.

Condiciones climáticas de fondo

En el Informe “Variaciones y cambios del clima en Cuba”, editado por el Centro del Clima del Instituto de Meteorología (Centella *et al.*, 1997), se afirma que “*la circulación atmosférica regional en los alrededores de Cuba, ha presentado un elevado nivel de respuesta a los principales cambios del Sistema Climático ocurridos a escala global en las últimas décadas, por lo que el clima cubano ha experimentado notables alteraciones*”. En varios Capítulos temáticos de dicho Informe se presentan y discuten tales alteraciones, entre las cuales, se destacan las siguientes:

- Durante la segunda mitad del siglo XX la temperatura media superficial del aire en Cuba ha presentado un incremento significativo en una magnitud que oscila entre 0.4 y 0.6 °C, asociado en lo fundamental al incremento de las temperaturas mínimas. El tránsito hacia condiciones más cálidas se observó básicamente a mediados de la década de los años 70, vinculado a un intenso calentamiento en las capas bajas de la troposfera.
- A partir de esta misma década de los años 70, los acumulados de las lluvias del período poco lluvioso se incrementaron significativamente, mientras que los del período lluvioso se mantuvieron en la norma o ligeramente por debajo de ésta. Tal comportamiento es atribuido, en lo fundamental, al impacto originado por el incremento en frecuencia e intensidad de los eventos ENOS ocurridos desde estos mismos años.
- En el contexto de la asimetría observada en el período 1890-1991 entre el incremento de los ciclones tropicales en el océano Atlántico y su disminución en el Caribe, probablemente causada por un desplazamiento de los puntos de origen hacia el océano abierto, se destaca el período 1947-1991, siendo la tendencia decreciente de estos fenómenos mucho más acentuada entre 1970 y 1991. Este último intervalo, que es coincidente con la sequía en el Sahel y una mayor presencia del ENOS, también se corresponde con un significativo incremento de los procesos de sequía moderados y severos en Cuba.
- Durante los últimos 30 años se detectaron variaciones en la estructura e intensidad de la influencia anticiclónica sobre la región, cuyas consecuencias se reflejaron en una tendencia lineal creciente de los campos de la presión atmosférica. Esta tendencia, observada particularmente en los niveles medios y altos, condicionada la misma por el comportamiento de los campos básicos sobre el Caribe oriental y la cuenca del océano Atlántico, lo que indica un

proceso de intensificación de la dorsal anticiclónica del Atlántico. Consistentemente a esto, se detectaron evidencias de un incremento de la intensidad de las corrientes zonales del Este vinculadas al régimen alisio sobre esta zona, lo que puede constituir un elemento desfavorable para los mecanismos productores de precipitación en el período lluvioso (mayo-octubre). Así mismo, se destacan la importante fluctuación que en el nivel de 500 hPa fue observada a partir de la segunda mitad de la década de los 70, consistente con las alteraciones observadas en el sector Pacífico Norte América y el calentamiento reflejado en las capas bajas, desde el inicio de este período.

- Otras señales de importancia son el notable incremento de las temperaturas, particularmente las mínimas, y el notable adelanto de la fecha de paso de las mismas por encima de los 20 °C; la disminución de la oscilación térmica; el aumento del poder destructivo de las tormentas severas y de las líneas de tormenta, así como la mayor frecuencia de eventos de grandes precipitaciones.

Procesos atmosféricos específicos relacionados con la sequía

Los procesos atmosféricos que conducen a la sequía son sumamente complejos. Hare, 1993, muy acertadamente vincula sus orígenes más inmediatos a “la escasez de humedad atmosférica, la insuficiencia de sistemas generadores de lluvia, la persistencia de una fuerte subsidencia, o bien la combinación de algunos de estos factores”, cuyas causas deben ser estudiadas, sin dudas, en el contexto de la “Circulación General de la Atmósfera”.

Entre los aspectos más sobresalientes vinculados a las causas de los procesos de sequía en Cuba, (Lapinel et al. 2000 y 2003b) señalan los siguientes:

- Significativos incrementos en las alturas geopotenciales medias anuales de las principales superficies de presión, son observados a partir de mediados de los años 70 en la región central del anticiclón del Atlántico y Cuba. Esto coincide con los cambios acontecidos en la temperatura global del aire y de la superficie del mar en la región trópico. Además, ha sido posible apreciar una fuerte relación entre la marcada polaridad en la frecuencia de ocurrencia de las fases cálidas y frías de los eventos ENOS antes y después de esos mismos años y los importantes cambios operados en la circulación atmosférica sobre el área, favorables al desarrollo de los procesos de sequía.
- Durante la primera fase del período lluvioso (mayo-junio), las características típicas de la influencia anticiclónica sobre Cuba cambian significativamente en condiciones extremas secas, siendo posible advertir que la vaguada de niveles medios, que para este período se establece normalmente en la región central del Golfo de México, en tales condiciones se desplaza hacia el occidente o no se haya presente, predominando un centro anticiclónico sobre Cuba.
- Las características de la estructura vertical de las componentes zonales y meridionales del viento durante la primera fase del período lluvioso sobre Cuba, indican que en condiciones secas hay una mayor presencia en la tropósfera alta de las componentes del Este y del Norte, respectivamente. Esto se vincula fuertemente con un incremento de la influencia en los niveles altos del anticiclón de verano en la altura (anticiclón mexicano).
- En el período lluvioso, durante los bimestres mayo-junio, julio-agosto y septiembre-octubre, los flujos de vapor de agua durante los bimestres secos no disminuyeron sus magnitudes o las incrementaron notablemente, principalmente en mayo-junio. El incremento de la subsidencia anticiclónica cerca de la superficie propicia una notable divergencia del vector velocidad y la formación de una capa de inhibición del transporte de vapor de agua en la vertical, que favorece los procesos de sequía.
- Las anomalías de las alturas geopotenciales discriminan mejor los estados del régimen de lluvias extremos, en la misma medida en que se asciende en la troposfera, adoptando, sus perfiles verticales positivos y negativos una configuración de V o de embudo.
- Cada evento de sequía, aún dentro de un mismo período del año, muestra características singulares. En el análisis por variables (temperatura, insolación, humedad absoluta, humedad específica, geopotenciales, divergencia y otras) puede suceder que durante un evento en particular, existan algunas de ellas que no reflejen de modo directo alteraciones significativas.
- Con frecuencia, durante los procesos de sequía, los patrones nubosos de las ondas tropicales se desplazan por debajo de los 20 grados Norte, provocando un bajo aporte a los acumulados de las lluvias sobre tierra.
- En determinados eventos de sequía es posible apreciar una interrupción de la marcha de la línea de discontinuidad zonal de invierno a verano, así como una intensificación de la influencia de las componentes meridionales del norte.
- Existe una relación estadística significativa entre la magnitud de la humedad específica, especialmente en la troposfera media a 700–500 hPa, y las lluvias en Cuba durante la primera fase del período lluvioso. Esta relación es directa y muy

posiblemente se relacione con la presencia o no de capas secas en estos niveles, originadas en lo que resta de las típicas inversiones de temperatura asociadas a los alisios y centros anticiclónicos cercanos.

- Existe una relación estadística significativa entre las lluvias y el contenido integral de vapor de agua en la atmósfera sobre Cuba, tanto para la primera fase del período lluvioso como el resto de meses de todo el año. Su variación de uno a otro mes se asocia al grado de eficiencia del proceso de la lluvia, probablemente vinculada a la intensidad variable de la influencia anticiclónica y de los sistemas generadores de precipitación en el área. Puede advertirse que este comportamiento puede estratificarse de modo tal, que parece corresponder a dos estados diferentes del sistema atmosférico, relacionados ya sea con una influencia sensible de los sistemas anticiclónicos, donde el sistema se encuentra en el estadio de precipitaciones escasas y sequías (estado no perturbado), o bien con otro, presumiblemente asociado a la influencia de perturbaciones atmosféricas generadoras de lluvias, el cual se encuentra en el estadio de lluvias superiores a las normales (estado perturbado).
- La mayor parte de los acumulados mensuales de las lluvias provienen del vapor de agua advechado y no del vapor de agua evaporado localmente, y que como promedio sólo precipita una pequeña fracción de este vapor advechado durante la estación seca y aún en la estación lluviosa tal fracción no rebasa el 35%. Este hecho indica la importancia de considerar el componente adveectivo en el diagnóstico y pronóstico de la sequía en Cuba.
- Los procesos de sequía evaluados que afectaron la estación lluviosa, se produjeron durante la fase de la Oscilación Cuasi-Bienal (QBO) del Este descendente, predominando en la capa entre 30 y 50 hPa el flujo zonal del Este en las dos terceras partes de los períodos estacionales afectados. Sin embargo, en los períodos estacionales poco lluviosos afectados por sequía, si bien 9 de cada 10 casos evaluados transcurrieron también bajo condiciones de Este descendentes, en la capa entre 30 y 50 hPa predominaban flujos del Oeste.
- Las correlaciones entre las velocidades del viento de la QBO y la lluvia en Cuba se elevan (con signo negativo) cuando las componentes zonales del Este se encuentran en fase simultánea a 30 y 50 hPa, caso en el cual el proceso de modulación de la QBO sobre la lluvia favorecería los procesos de sequía. Las correlaciones entre la QBO y la lluvia son máximas cuando la muestra se estratifica, ya sean del Este o del Oeste, por encima de 5 y 10 m/s (la fase Este con signo negativo y la Oeste positivo, que señalan la dirección de la modulación). Los valores más elevados se encuentran con velocidades superiores a 10 m/s en el flujo del Oeste.
- La gran variabilidad en frecuencia, trayectorias y características de la pluviosidad de los distintos sistemas ciclónicos que afectan el archipiélago cubano, hacen sumamente compleja la tarea de vincular los mismos al fenómeno de la sequía propiamente. No obstante, no caben dudas respecto al rol que los procesos ciclónicos juegan en el aporte al acumulado anual de las lluvias, que de no estar presentes, generan un déficit de consideración que puede contribuir en el desarrollo del fenómeno de la sequía en sus diferentes escalas espacio-temporales. Según cálculos realizados por Lapinel (1988), en la década 1971-1980, la cual reflejó una actividad ciclónica por debajo de lo habitual en la región (solamente 8 organismos ciclónicos influyeron sobre Cuba de uno u otro modo), el aporte a los acumulados anuales del país por concepto de lluvias producidas bajo la influencia de éstos procesos, alcanzó hasta un 12% en la mitad occidental del país.
- El notable y progresivo incremento de las alturas geopotenciales de las principales superficies de presión troposféricas sobre Cuba y la existencia de frecuentes y acentuados flujos de componente Norte en la troposfera alta sobre la región más oriental del país, indicativas del creciente rol del anticiclón mexicano en estos niveles, en combinación con el anticiclón oceánico del Atlántico en los niveles medios y bajos, es un proceso coherente con la inhibición de las lluvias y en consecuencia del establecimiento de los persistentes procesos de sequía que afectan esta región.

La sequía y la agricultura

En el contexto de la agricultura, la sequía "no comienza cuando cesa la lluvia, sino cuando las raíces de las plantas no pueden obtener más humedad del suelo" y puede ser definida sobre la base de la humedad del suelo más que sobre alguna interpretación indirecta de los registros de precipitación.

Dado que la reserva de humedad productiva del suelo depende del carácter del suelo y de la vegetación, existe Sequía Agrícola, cuando la humedad del suelo en la rizosfera se encuentra en un nivel tal que limita el crecimiento y la producción de esa vegetación. Visto de otro modo, según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), "hay Sequía Agrícola cuando la cantidad de precipitación y su distribución, las reservas de agua del suelo y las pérdidas debidas a la evaporación se combinan para causar disminuciones considerables del rendimiento de los cultivos y del ganado". El resultado de ello es una producción alimentaria deprimida, condiciones inadecuadas de pastoreo, una baja rentabilidad de los trabajos y de las inversiones agrícolas, una disponibilidad menor de madera para la combustión, un peligro mayor de ocurrencia de incendios en la vegetación, un riesgo mayor de desertificación y las consecuencias sociales y económicas vinculadas a la sequía, incluida una inseguridad en los suministros alimentarios.

En condiciones de agricultura de secano la precipitación determina la disponibilidad de agua y el tiempo en que las plantas pueden abastecerse de ella. Una parte del agua proveniente de la lluvia es almacenada en el suelo y es utilizada por las plantas para satisfacer sus necesidades. Cuando la disponibilidad de agua en el suelo es inferior a las necesidades que tiene la vegetación para satisfacer el crecimiento y el desarrollo normal, aunque el agua es teóricamente disponible hasta el punto de marchitamiento permanente, el consumo de agua por las plantas se reduce progresivamente desde el límite productivo (valor inferior del contenido de agua en el suelo, por encima del cual las plantas alcanzan rendimientos aceptables, si no existen factores limitantes), hasta el punto de marchitamiento. En este caso, la conductividad hidráulica del suelo no permite que el agua almacenada en él pueda ser transportada suficientemente rápido hacia las raíces de las plantas para responder a la demanda de transpiración.

En general, cuando la transpiración es mayor que el agua absorbida por las raíces, lo cual ocurre primeramente durante el día, las plantas comienzan a padecer de estrés hídrico, manifestado por la pérdida de turgencia de las hojas. Si el estrés hídrico es ligero, el marchitamiento temporal de las plantas desaparece durante la noche, cuando la transpiración se reduce, y si no ocurren varios períodos de estrés ligero en la misma época, ellas pueden soportarlo y alcanzar rendimientos aceptables, pero si estas condiciones persisten, el estrés hídrico puede llegar a ser moderado y comienza a manifestarse permanente en horas del día y de la noche. En estas condiciones las plantas crecen y se desarrollan con dificultad, lo que después se refleja en los rendimientos, aún cuando posteriormente reciban agua suministrada por la lluvia o la irrigación. Si estas condiciones continúan, el estrés hídrico puede llegar a ser severo y puede causar grandes afectaciones en determinados estadios de desarrollo de las plantas. Si no se abastece la humedad del suelo las plantas pueden llegar a perecer.

Solano y Vázquez (1999) y Vázquez y Solano (1999) describieron un método generado por ellos para detectar y seguir la evolución de la Sequía Agrícola a partir de la vigilancia de las condiciones secas del índice de humedecimiento de la vegetación. Este método, expresado en términos de contenido de agua en el suelo en la zona de las raíces, explicó con muy buena aproximación (Solano *et al.*, 2000a, Solano *et al.*, 2000b, Solano y Vázquez, 2002) la evolución temporal, espacial y de la intensidad de la Sequía Agrícola al nivel de localidad, municipio, provincia, región y nación hasta el comienzo del año 2003. Más adelante, Solano *et al.* (2003a), ajustaron el modelo de balance hídrico del suelo en la rizosfera, según el método tradicional empleado por la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), modificado por Allen *et al.*, 1998, lo simplificaron y calibraron algunos cálculos de sus elementos principales para su uso operativo en el servicio de vigilancia y en la investigación agrometeorológica y lo expresaron en términos de agotamiento de agua en la rizosfera, utilizando los métodos propuestos por la Comisión Internacional de Riego y Drenaje, la OMM y la FAO y planteados en el Estudio FAO No. 56 de la serie Riego y Drenaje.

El cambio climático y la amenaza de la sequía

Aunque la sequía es un evento climático o una amenaza asociada a la variabilidad natural del clima, las tendencias al aumento en su frecuencia e intensidad son de gran preocupación en la actualidad. Es más, las proyecciones asociadas al cambio climático, las cuales indican un aumento en la frecuencia de los eventos extremos y el refuerzo del ciclo hidrológico son razones que nos ayudan a entender el comportamiento futuro de esta seria amenaza. Ello también muestra la necesidad de evaluar e identificar las medidas que llevarán a la adaptación de la sociedad a esos eventos, y de este modo, a reducir sus impactos adversos.

En el proceso de la identificación, evaluación e implementación de las medidas y estrategias de adaptación, es importante considerar que ellas no sólo deban enfocarse a resolver los problemas futuros cuando las señales de cambio del clima son más evidentes. Es esencial también considerar el conocimiento ofrecido por la variabilidad del clima presente y las recientes tendencias. Esta aseveración es delineada desde los marcos conceptuales utilizados para facilitar los estudios de evaluación de impactos y adaptación al cambio climático o de aquéllos relacionados a los desastres naturales. Dentro de los elementos conceptuales expresados en cualquier escenario es importante, por un lado, identificar el nivel de vulnerabilidad de una unidad o sistema, y por el otro, entender y evaluar las amenazas que afectan la unidad o sistema bajo el estudio.

Se ha demostrado que el conocimiento de amenazas y su descripción más detallada, puede llevar a una reducción en sus impactos adversos. Aunque no pueden evitarse las amenazas naturales, el riesgo de desastres o la ocurrencia de impactos negativos pueden ser reducidos si llegan a entenderse y anticipárseles. A través de este razonamiento, el estudio y seguimiento de las situaciones presentes y el desarrollo de advertir y prever sistemas de eventos climáticos extremos, los cuales pueden ser definidos como las amenazas naturales, pueden formar parte de las medidas de adaptación y estrategias.

En general, la sequía se define como una función de distintos elementos, tales como su duración, área afectada e intensidad. Dado que la sequía es un proceso gradual que produce diferentes impactos es difícil definirla, aunque generalmente es clasificada de la siguiente manera: por las causas que la originan (sequía meteorológica), o por sus

impactos (sequía agrícola, hidrológica o económico-social). Si bien es difícil identificar el comienzo de un período de sequía, en no pocas ocasiones, más difícil es determinar claramente el fin del mismo. Con facilidad se olvidan sus efectos y cuando reaparece toma a todos nuevamente por sorpresa.

Las características de la sequía como una amenaza hacen necesario el desarrollo de sistemas de vigilancia, alerta temprana y pronóstico, con el fin de facilitar el planeamiento y ejecución de acciones proactivas, lo que es sin dudas una importante contribución científica en la búsqueda de soluciones prácticas. De hecho, el conocimiento de los riesgos y trazado de mapas de amenazas, es parte integrante de los sistemas de alerta.

La Convención de Lucha contra la Desertificación (CCD), elaborada por las Naciones Unidas y ratificada en 1996 (DPCSD/CCD/95/2) en su Artículo 10, Sección 1, denominada "Programas de acción, cooperación científica y técnica y medidas de apoyo", llama los países para reforzar sus capacidades para establecer sistemas de alerta temprana de la sequía, así como recomienda desarrollar sistemas comunes a nivel sub-regional y regional. También insta los países para aumentar su capacidad de gestión en el caso de sequía facilitando e intercambiando los datos y el uso de predicciones del clima a escalas regional y sub-regional.

El presente informe describe los resultados obtenidos en el proceso de desarrollo y mejora del conocimiento científico de la naturaleza de las tendencias y frecuencias de la sequía meteorológica y agrícola en Cuba y la República Dominicana. Este estudio hizo posible encontrar y caracterizar nuevos procesos asociados a las causas de sequía meteorológica en Cuba. Se ha demostrado el importante papel de las variaciones y cambios en los procesos de la circulación general de la atmósfera. También ofrece, por primera vez, una descripción y caracterización de la sequía meteorológica y agrícola en el República Dominicana. Indudablemente ésta es una contribución importante al desarrollo de un Sistema de Vigilancia Climática en ese país, mientras constituye una contribución sustancial al sistema anterior desarrollado en Cuba.

El documento forma parte de los resultados obtenidos dentro del Proyecto de PNUD "Desarrollo y Adaptación al Cambio del Clima" llevado a cabo por Cuba y la República Dominicana con el apoyo financiero de la Agencia de Desarrollo Internacional canadiense. En el caso específico de Cuba, los resultados son también parte del proyecto de GEF-PNUD "Construcción de Capacidades para la Fase II de la Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba.

Al considerar que la evaluación de las amenazas climáticas, la comprensión de sus causas y la predicción de su comportamiento futuro es una base importante para reducir la vulnerabilidad al cambio climático y por ende, incrementar la capacidad de enfrentar los riesgos climáticos. En efecto, uno de los principios básicos del Marco de Políticas de Adaptación (Lim et al, 2005) para el desarrollo de acciones integradas de adaptación al cambio climático es "La adaptación a la variabilidad del clima y a los eventos extremos a corto plazo, sirve como base para reducir la vulnerabilidad al cambio climático a largo plazo".

Por las razones anteriores, la investigación desarrollada se dirigió a:

- Establecer y promover un marco conceptual para el desarrollo de investigaciones relacionadas con la sequía meteorológica y agrícola;
- Perfeccionar el Sistema Nacional para la Vigilancia, el Pronóstico y el Aviso Temprano de la Sequía en Cuba;
- Proveer información especializada a expertos de los Centros Municipales para la Reducción de Desastres y de los sub-sectores agrícola, forestal y ganadero, como herramientas de gestión.

Este documento se estructura en 3 capítulos. En el Capítulo 1 se describen y caracterizan los procesos de sequía meteorológica en Cuba y República Dominicana, incluyendo la presentación de un marco conceptual y metodológico, el cual resulta esencial para la correcta comprensión del proceso que es objeto de estudio. Considerando que las alteraciones que se producen en el régimen de precipitaciones son consecuencia de las variaciones que se producen en los patrones de circulación atmosférica, la caracterización presentada incluye una explicación bastante detallada y profunda de las últimas, profundizando los estudios que previamente se habían realizado en Cuba.

En el Capítulo 2 se caracteriza el comportamiento de la sequía agrícola en ambos países, sobre la base de un esquema de trabajo desarrollado en estudios anteriores en Cuba. El esquema empleado constituye una herramienta que posibilita la estimación de indicadores complejos, que facilitan el estudio de la sequía agrícola, su extensión e intensidad, para después poder analizar y caracterizar los niveles de riesgo de este evento.

Finalmente, el Capítulo 3 presenta una breve discusión de las experiencias resultantes de la ejecución de la investigación realizada. Para ello, se utiliza como ejemplo positivo el Sistema de Vigilancia de la Sequía en Cuba, así como el empleo de la información y herramientas generadas en el desarrollo de otros estudios e investigaciones.

Capítulo 1

La sequía meteorológica en Cuba y la República Dominicana

“...las sequías son una forma extrema de inseguridad de agua, que tienen consecuencias devastadoras para el desarrollo humano...”

Informe sobre Desarrollo Humano, PNUD 2006

MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

Elementos conceptuales

Todo trabajo referido al fenómeno de la sequía desde un inicio exige su clara conceptualización, tanto por la complicada naturaleza del mismo, como por las complejas interacciones que posee con otros importantes problemas medioambientales. Por lo general, todos los autores que abordan el tema de la sequía, al definirla, establecen sus propios puntos de referencia, determinados éstos por un conjunto de factores, entre los que figuran destacadamente sus objetivos específicos.

No obstante, es importante expresar que el Vocabulario Meteorológico Internacional (OMM, 1992) define la sequía en su acepción más común, como: «un período de condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitaciones cause un grave desequilibrio hidrológico». Además, un importante aspecto a considerar es que la sequía como fenómeno de desarrollo gradual, comienza y termina de maneras no bien definidas y afecta a las poblaciones y sus economías muy diferentemente, siendo el único denominador común en la diversidad de definiciones la «escasez de precipitación».

De uno u otro modo, para aplicaciones operacionales y de investigación, siempre es indispensable seleccionar unas u otras técnicas y procedimientos confiables y viables, que posibiliten identificar el inicio de la sequía, caracterizar su evolución espacio-temporal y precisar el fin de la misma. Sazónov (1989), afirma que «La cuestión capital para los estudiosos de la sequía y de su formación en el tiempo y el espacio es cómo definir las y seguir su evolución».

Lapinel et al. (1993 y 1998), conformaron la primera versión «Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía» (SNVS) del Instituto de Meteorología de Cuba, principalmente sobre la base del uso de los deciles, técnica utilizada desde los años sesenta hasta hoy día por el Servicio Meteorológico australiano, ampliamente difundida por el mundo y recomendada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), Gibbs (1987), la cual se basa en el análisis estadístico de las series de los acumulados mensuales de las lluvias mediante las distribuciones percentílicas correspondientes. También, otros procedimientos vinculados a los porcentajes relativos a las normas y las desviaciones estandarizadas, forman parte del Sistema.

Metodología utilizada en la evaluación de la sequía meteorológica

Para el estudio de las características de la lluvia en Cuba desde 1951 a 1990, se procesaron las series de datos medios mensuales de acumulados de lluvia a partir de los datos decenales de 809 estaciones pluviométricas seleccionadas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) y el Instituto de Meteorología, las cuales son utilizadas oficialmente por estas instituciones y están actualmente disponibles en el Departamento de Agrometeorología.

A partir de los datos de las estaciones pluviométricas antes mencionadas y con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se interpolaron los valores provenientes de las estaciones pluviométricas, lo cual permitió obtener la base de datos mensual de acumulados de lluvia por puntos de rejilla con 4 km de lado de resolución espacial, exportar a formato texto la matriz de datos obtenida, así como ajustar con facilidad el método de interpolación seleccionado, el cual es el inverso de la distancia al cuadrado y cuyos coeficientes de entrada son asignados conforme la experticia previamente desarrollada para este tipo de procesamiento.

Los límites geográficos del rectángulo para la conformación de la rejilla están dados por X mínima: -72.13, X máxima: -68.19, Y mínima: 17.42, Y máxima: 20.05. Los valores están referidos a la proyección «Longitude / Latitude (NAD 27 for Carribean)», expresados en décimas de grado y por convención a la izquierda del meridiano «0» las longitudes se asumen negativas. El mapa que posibilita el código de cada punto de rejilla, con el fin de facilitar la localización y acceso a la información deseada, se muestra en el Anexo 1.

Tener la base de datos que conforma la rejilla, sustentada en un servidor SQL, facilitó consolidar series de acumulados de la lluvia, representativas de los municipios, provincias, regiones del país y Cuba como un todo. El procesamiento de todas las series se ejecutó mediante el Sistema de Programas Monitor en su versión 8.0 del Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía (Lapinel, et al., 1998).

Por las facilidades que brinda en la optimización del tiempo, el uso de macros, se utilizó el software EXCEL como herramienta de trabajo para la organización de las salidas del sistema y la confección de los gráficos del comportamiento de diferentes parámetros de lluvia y de los procesos de sequía por regiones, provincias y municipios.

Para el examen de la distribución de la lluvia, según ha sido recomendado por Gibbs (1987), se utilizó la técnica de los deciles, por tener la ventaja de ser independiente de las características que adopte la distribución y expresar el grado de la lluvia sin necesidad de especificar la cantidad de lluvia caída.

La técnica de los deciles consiste en dividir la distribución de las ocurrencias de los totales de precipitación de una serie larga en 10 partes de dicha distribución. A cada una de estas categorías se le denomina deciles. El 1^{er} decil es la cantidad de precipitación que no ha excedido el 10% de las observaciones menos lluviosas de la distribución. El 2^{do} decil es la cantidad de precipitación que no ha excedido el 20% de las observaciones menos lluviosas de la distribución. Esta división continúa hasta que la cantidad correspondiente al 10^{mo} decil ha sido identificada, que no es más que la mayor cantidad de precipitación registrada dentro de la serie. Por definición el 5^{to} decil es la mediana, que se corresponde con un valor de precipitación no excedido por el 50% de todos los casos que componen la serie.

A partir de la serie de datos mensual de acumulados de lluvia por puntos de rejilla, se confeccionaron los mapas de los acumulados de la lluvia expresados en rango decil para los diferentes períodos estacionales y años hidrológicos correspondientes al período 1951-1990. Así mismo, con el objetivo de mostrar con más claridad las características de los acumulados de la lluvia en el período estudiado, se complementa el análisis con un conjunto de gráficos que señalan su comportamiento general expresados de la siguiente forma:

· **Acumulados de la lluvia expresados en rangos deciles:** refleja el déficit o el exceso hiperanual, mediante su distribución percentilica:

Muy por encima de la norma	superior al 90	10
Bastante por encima de la norma	80-90	9
Por encima de la norma	70-80	8
En la norma	30-70	4-7
Por debajo de la norma	20-30	3
Bastante por debajo de la norma	10-20	2
Muy por debajo de la norma	inferior al 10	1

· **Marcha anual de los acumulados de la lluvia expresados en percentiles seleccionados:** refleja el comportamiento medio de la lluvia, teniendo en cuenta que los deciles 4 a 7 corresponden a los valores que se encuentran, dentro de su distribución de frecuencia, en el rango considerado como normal o medio.

· **Desviación estandarizada de la lluvia:** expresa la severidad del déficit o el exceso expresados en términos de anomalía, para un período determinado (períodos estacionales lluvioso, poco lluvioso y anual) respecto a una norma dada.

Finalmente se realizó el análisis de las anomalías de las alturas de las superficies de presión y las velocidades verticales de presión (Omega), en la troposfera baja, media y alta de esta región geográfica, entre otros importantes parámetros. El objetivo del mismo fue, precisar los progresivos cambios que en los años más recientes han estado teniendo lugar en la circulación atmosférica sobre el área, los cuales han acarreado persistentes procesos de sequía, principalmente en la parte oriental de Cuba y en especial el Este de la provincia de Camagüey, Las Tunas (más acentuados en su parte norte) y el Oeste de Holguín. Los resultados de este análisis se pueden apreciar en el epígrafe donde se presentan las causas de los procesos de sequía acaecidos en la región oriental en los años más recientes.

El trabajo fue realizado sobre la base del NCEP-NCAR Reanalysis Project (CDAS) del Centro de Predicción Climática (CPC) de los Estados Unidos de Norteamérica (<http://wesley.ncep.noaa.gov/reanalysis.html>) y el Centro de Diagnósticos (CDC)–Climate Diagnostics Center de la NOAA-CIRES- (<http://www.cdc.noaa.gov/cgi-bin/Composites/printpage.pl>) de este mismo país.

Las variables principales analizadas son las alturas geopotenciales (HGT) de las superficies de presión troposféricas y la velocidad vertical de presión (Vvel), denominada Omega. También se consideran los acumulados mensuales de las lluvias, el contenido integral de vapor de agua, la radiación de onda larga (OLR) y el vector viento.

Debido a que la presión atmosférica disminuye con la altura, Omega negativo indica movimientos de ascenso y Omega positivo indica movimientos de descenso. La definición detallada de esta última variable se presenta en «Una revisión del análisis isentrópico con aplicación al PCGRIDS», en la Western Region Technical Attachment No. 93-14, de mayo 18, 1993, de David Pike - WSFO SaltLakeCity.

El área básica utilizada corresponde a la situada entre 20 y 25 ° N y entre 75 y 80 ° W (área de interés para la mitad oriental del país). Los niveles examinados fueron para la tropósfera baja (925 y 850 hPa), la tropósfera media (700 y 500 hPa), y la tropósfera alta (300 y 200 hPa) y el período de estudio abarcó desde 1948 al 2004. Norma para la lluvia: 1971-2000.

Para el análisis de las características de los acumulados de la lluvia y la sequía en República Dominicana, se utilizó la serie de datos de lluvia disponible, de 23 estaciones pluviométricas seleccionadas de la Oficina Nacional de Meteorología de República Dominicana (ONAMET) para el período 1971-2004 y se aprovechó la experiencia adquirida por el Servicio Meteorológico de Cuba con el uso de las técnicas y procedimientos para el procesamiento y análisis de la información.

LA LLUVIA Y LA SEQUÍA EN CUBA. COMPORTAMIENTO MEDIO, VARIACIONES Y CAUSAS.

En esta sección se ofrece una visión del comportamiento general de la lluvia para Cuba y sus tres regiones, así como para los municipios Jesús Menéndez, Manatí y Puerto Padre, ubicados al norte de la provincia Las Tunas, unos de los más afectados por procesos de sequía en la región oriental del país. La misma facilita el seguimiento de los eventos de sequía de corto período ocurridos durante los años analizados. Las condiciones medias son descritas considerando los datos del período 1961-1990. En esta misma sección se describen los eventos de sequía más significativos, así como los procesos de circulación atmosférica relacionados.

Características de la lluvia en Cuba y sus tres regiones.

En Cuba, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1285 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 76% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 24% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de las lluvias se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en la estación lluviosa (Figura 1.1 a y b).

Un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1158 mm y un 70% inferiores a 1406 mm (Figura 1.1 c). Los meses más secos son diciembre y enero, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 1963 con 439 mm y el extremo mensual mínimo en abril de 1968 cuando solo se alcanzaron 8 mm (Figura 1.1 d).

Los acumulados anuales de las lluvias presentaron un período relativamente estable alrededor de su media en la década de los años 50 y primera mitad de los 60. A continuación se observó un período irregular de incrementos y decrementos de los acumulados, pero con una tendencia predominantemente creciente hasta finales de los años 70, seguido de un sostenido período de disminución de los acumulados que comprendió toda la década de los 80 (Figura 1.2 a).

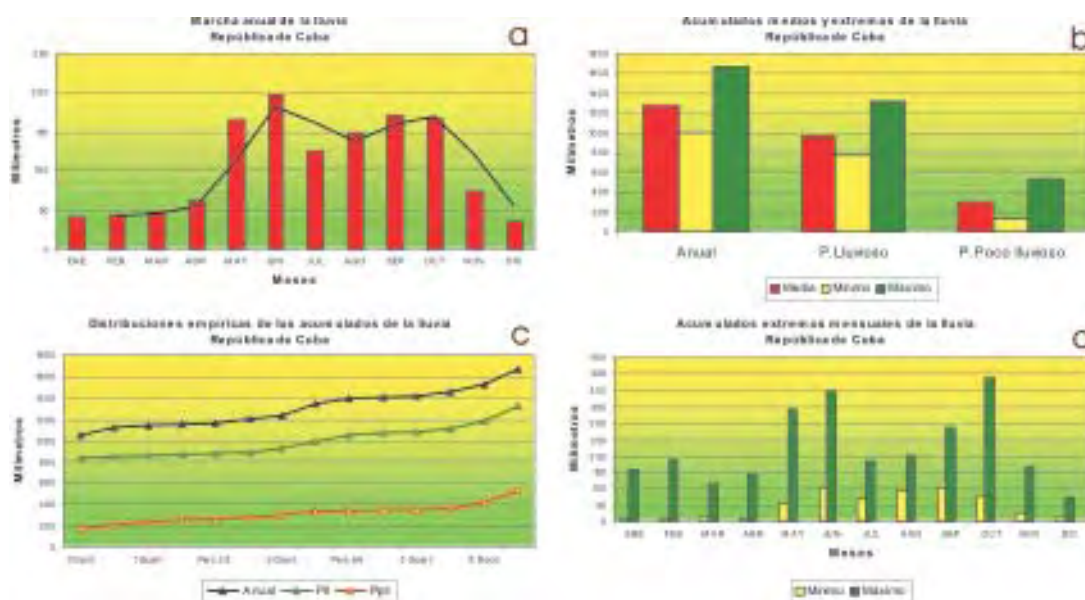


Figura 1.1. Características generales del comportamiento de la lluvia en Cuba.

Los déficit hiperanuales más significativos ocurrieron desde el período estacional poco lluvioso de 1960-61 al período poco lluvioso de 1962-63 y desde el período estacional lluvioso de 1984 al de 1986, los cuales comprendieron 5 períodos estacionales consecutivos, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 o mediana (Figura 1.2 b).

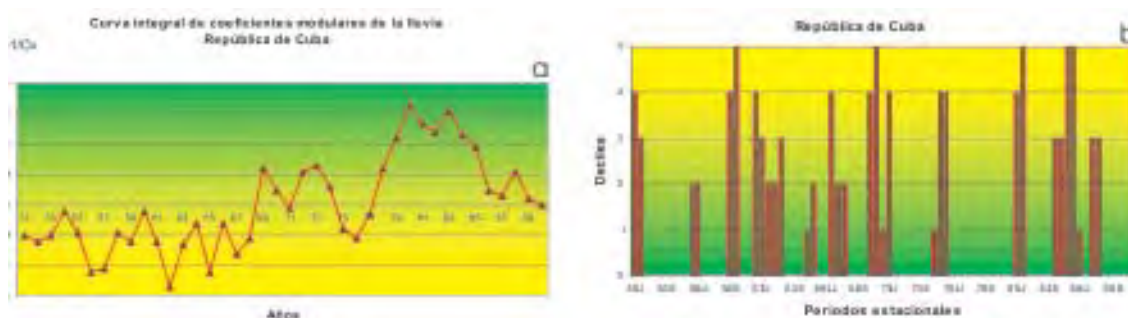


Figura 1.2. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en Cuba.

La distribución espacial de los acumulados de la lluvia en Cuba para los períodos estacionales lluvioso, poco lluvioso y año hidrológico durante los años comprendidos entre 1961 y 1990 se muestran en la Figura 1.3.

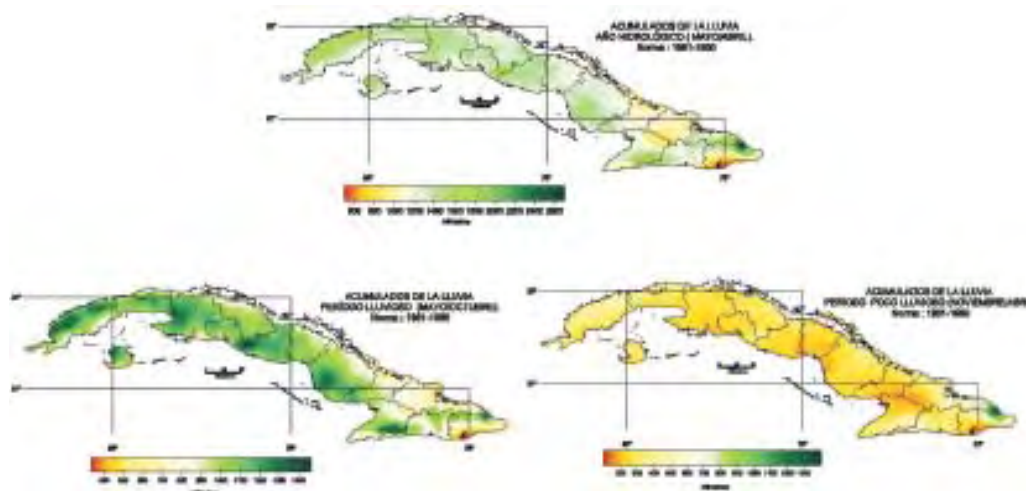


Figura 1.3. Acumulados medios de las lluvias expresados en milímetros. Norma: 1961-1990.

Región occidental de Cuba.

En la Región Occidental de Cuba, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1369 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 80% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 20% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de las lluvias se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en la estación lluviosa (Figura 1.4 a y b).

Un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1163 mm y un 70% inferiores a 1534 mm (Figura 1.4 c). Los meses más secos son diciembre y enero, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en junio de 1972 con 454 mm y el extremo mensual mínimo fue de 1 mm en abril de 1968 (Figura 1.4 d).

Los acumulados anuales de las lluvias mostraron, desde mediados de la década de los años 50 hasta mediados de los 60, una tendencia predominantemente decreciente. A continuación se produjo un proceso de incremento, el cual aún cuando presentó algunas irregularidades a principios de los años 70, duró hasta finales de esta misma década, iniciándose entonces, un sostenido decremento durante todos los años 80 (Figura 1.5 a).

El déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período estacional lluvioso de 1983 al también lluvioso de 1986, el cual comprendió 7 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 o mediana (Figura 1.5 b).

Región central de Cuba.

En la Región Central de Cuba, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1292 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 79% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 21% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de las lluvias se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de la lluvia en la estación lluviosa (Figura 1.6 a y b).

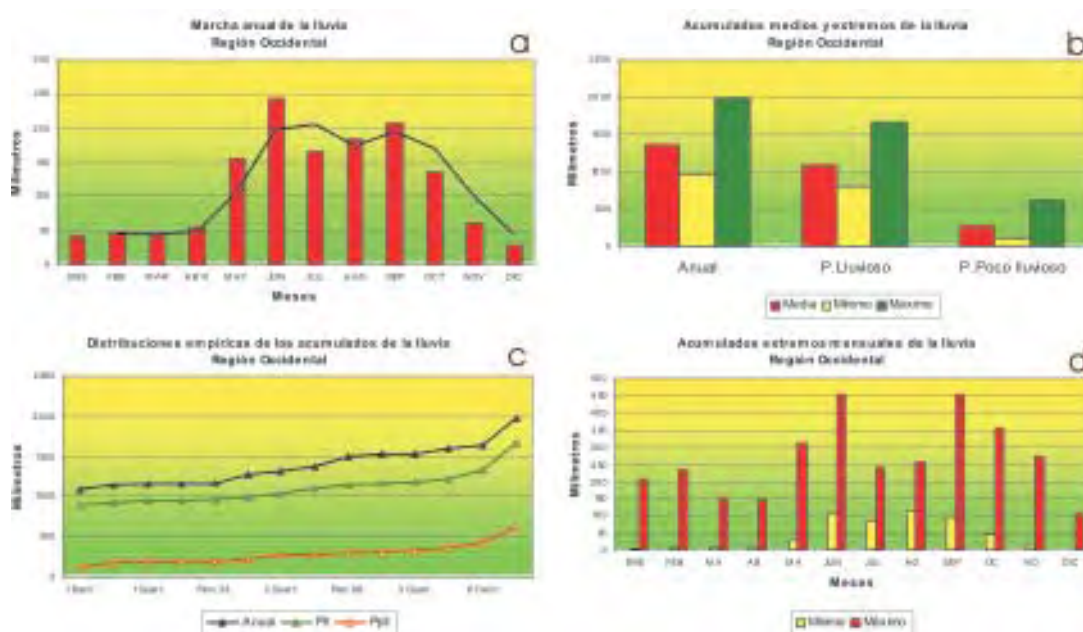


Figura 1.4. Características generales del comportamiento de la lluvia en la región occidental Cuba.

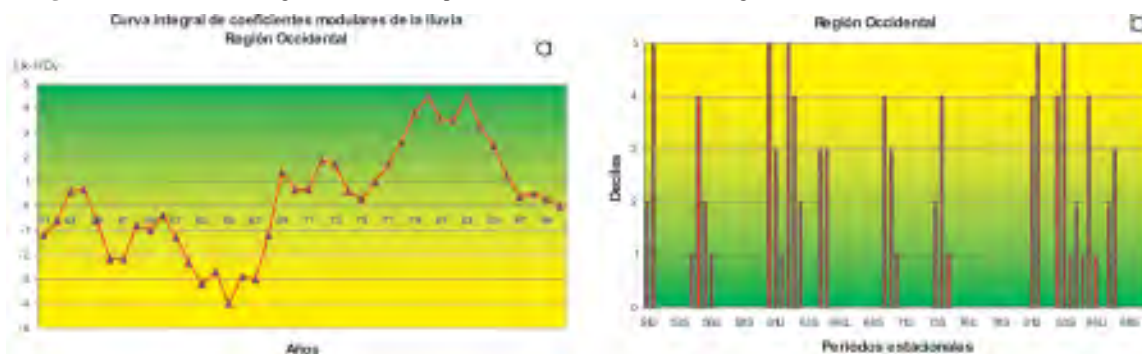


Figura 1.5. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la región occidental de Cuba.

Un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1179 mm y un 70% inferiores a 1385 mm (Figura 1.6 c). Los meses más secos son diciembre y enero, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en junio de 1969 con 520 mm y el extremo mensual mínimo también en diciembre de 1969 cuando solo se alcanzaron 2 mm (Figura 1.6 d).

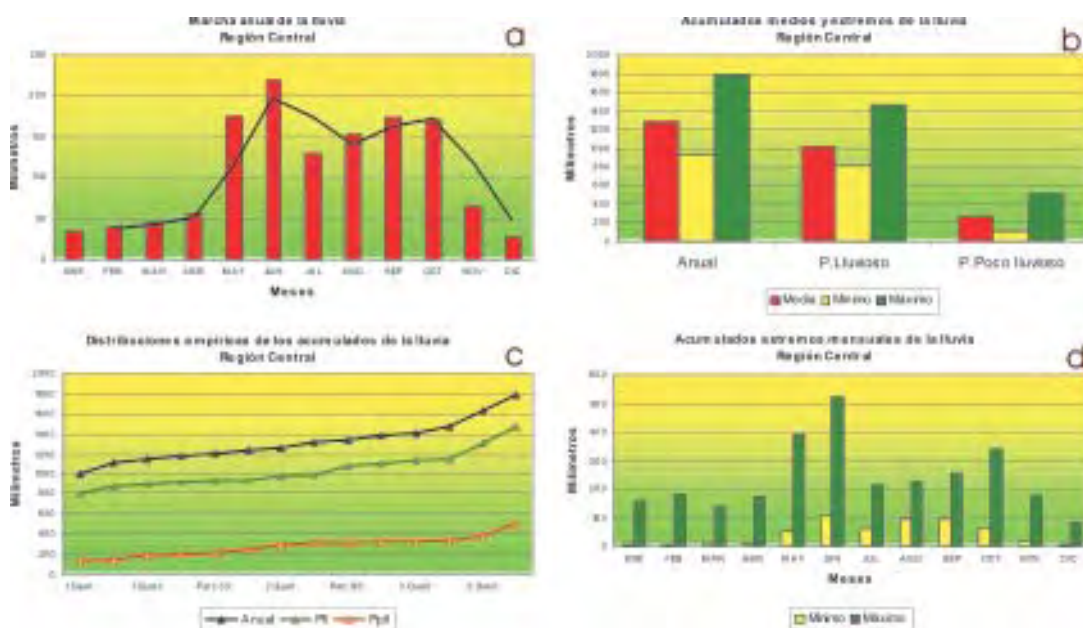


Figura 1.6. Características generales del comportamiento de la lluvia en la región central Cuba.

En la década de los años 50 y hasta mediados de los años 60, los acumulados anuales de las lluvias mostraron un comportamiento muy irregular, pero predominantemente decreciente. Otro período irregular, pero de acumulados predominantemente crecientes, pudo apreciarse hasta el final de la década de los años 70. En los años 80, los acumulados permanecieron relativamente estables alrededor de sus acumulados medios (Figura 1.7 a).

El déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período estacional poco lluvioso de 1960-61 al período poco lluvioso de 1962-63, el cual comprendió 5 períodos estacionales consecutivos, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 o mediana (Figura 1.7 b).

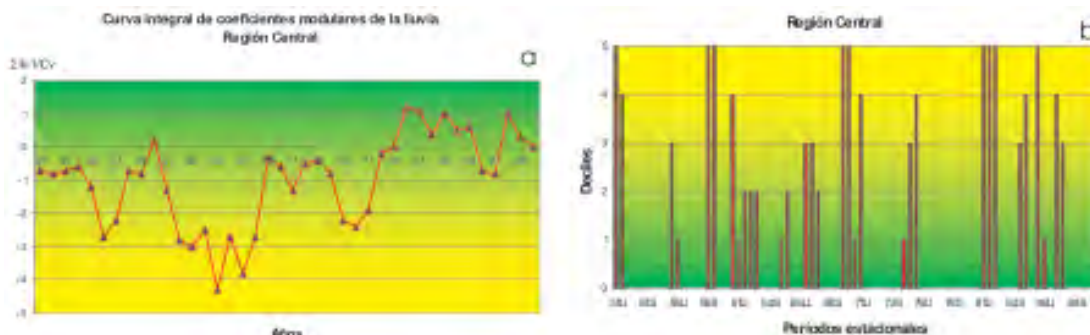


Figura 1.7. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la región central de Cuba.

Región oriental de Cuba.

En la Región Oriental de Cuba, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1190 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 70% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 21% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de las lluvias se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de la lluvia en la estación lluviosa (Figura 1.8 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1179 mm y un 70% inferiores a 1385 mm (figura 6 c). Los meses más secos son diciembre y enero, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en junio de 1969 con 520 mm y el extremo mensual mínimo también en diciembre de 1969 cuando solo se alcanzaron 2 mm (figuras 6 d).

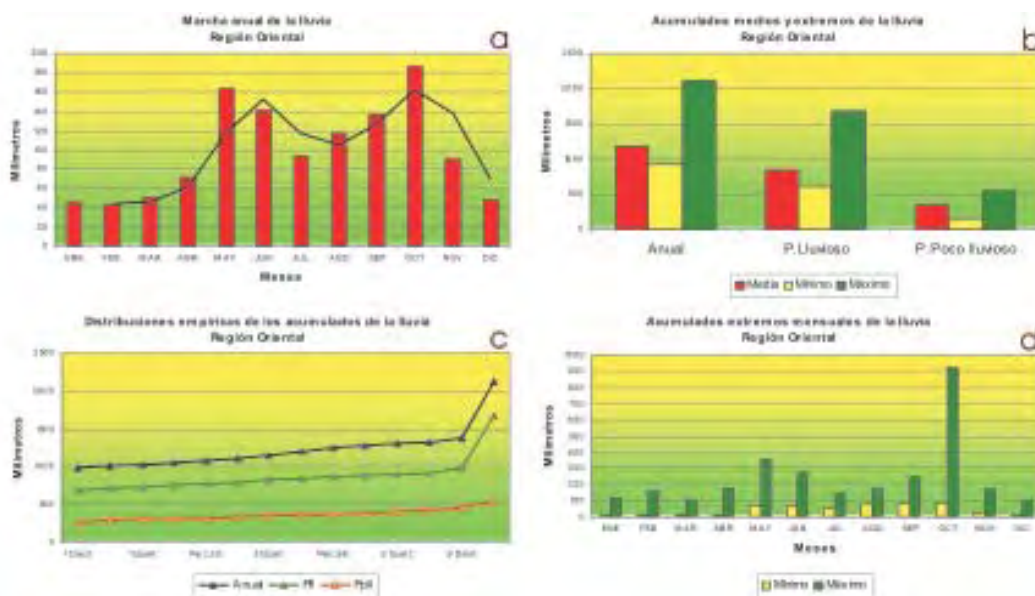


Figura 1.8. Características generales del comportamiento de la lluvia en la región oriental de Cuba.

Los acumulados anuales de las lluvias, después de permanecer relativamente estables alrededor de sus valores medios en de la década de los años 50, presentaron desde la primera mitad de los años 60 hasta los 90, una tendencia bastante irregular, pero predominante a la disminución de los acumulados (Figura 1.9 a).

Los déficit hiperanuales más significativos ocurrieron en los períodos comprendidos desde el período estacional lluvioso de 1967 al período poco lluvioso de 1968-69, así como desde el período estacional poco lluvioso 1974-75 al período lluvioso de 1976, los cuales en ambos casos comprendieron 4 períodos estacionales consecutivos, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 4 (Figura 1.9 b).

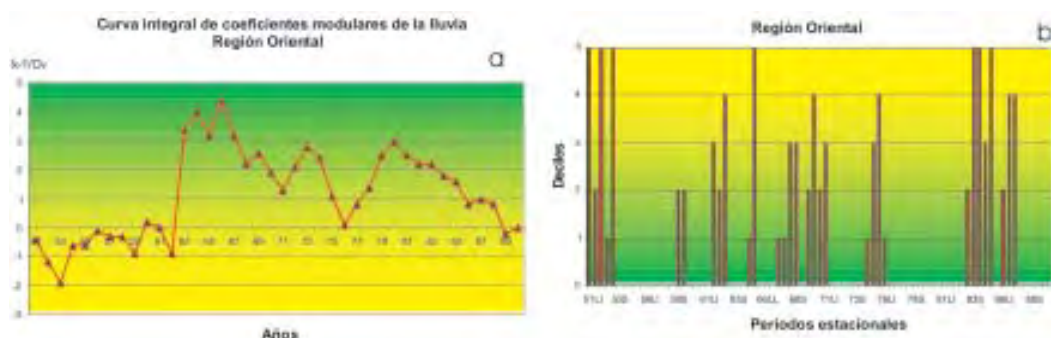


Figura 1.9. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la región oriental de Cuba.

Características de la lluvia por provincias.

Provincia Pinar del Río

En la provincia Pinar del Río, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1445 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 75% del total anual y otro período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 25% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.10 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1285 mm y un 70% inferiores a 1576 mm (Figura 1.10 c). Los meses más secos son diciembre y enero, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en junio de 1972 con 581 mm y el extremo mensual mínimo en diciembre de 1970 cuando solamente se alcanzaron 2 mm (Figura 1.10 d).

El déficit hiperanual más extenso e intenso ocurrió desde el período estacional poco lluvioso 1954-55 al lluvioso de 1957, el que comprendió 6 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 o mediana (Figura 1.11).

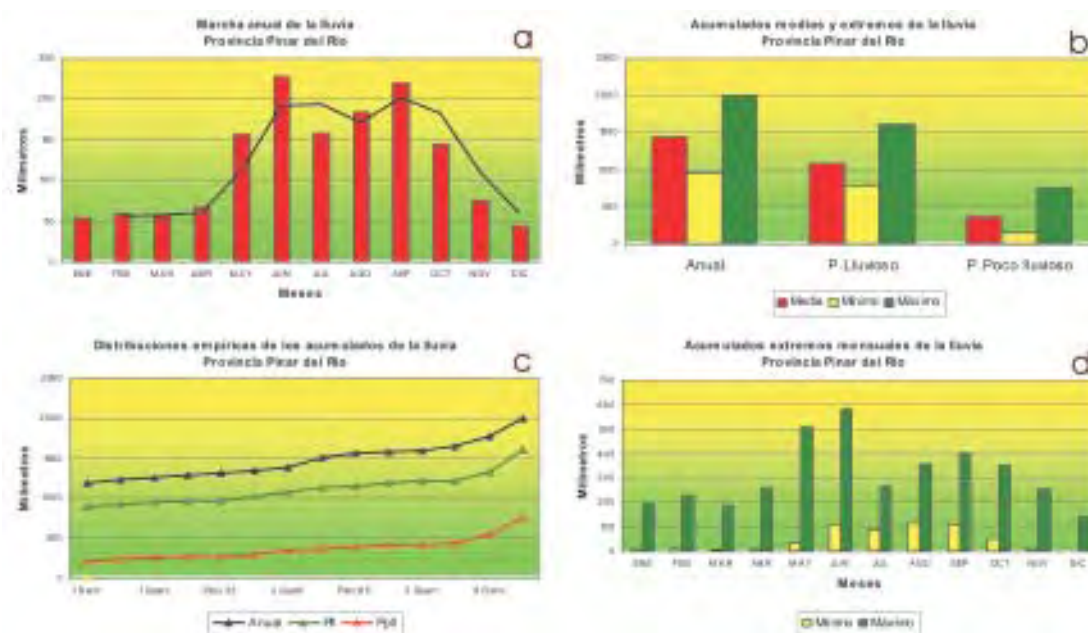


Figura 1.10. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia de Pinar del Río.

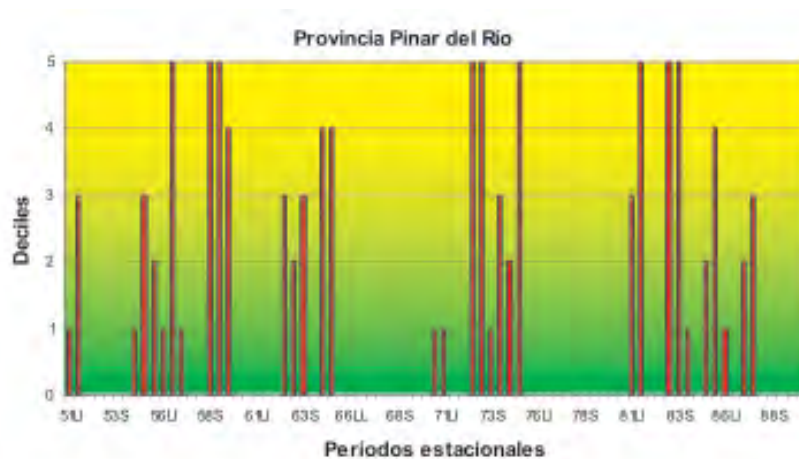


Figura 1.11. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia de Pinar del Río.

Provincia Ciudad de La Habana

En la provincia Ciudad de La Habana, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1456 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 77% del total anual y otro período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 23% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.12 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1222 mm y un 70% inferiores a 1504 mm (Figura 1.12 c). Los meses más secos son diciembre y marzo, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en junio de 1982 con 828 mm y el extremo mensual mínimo tuvo lugar similarmente, en diciembre de 1984 y abril de 1962, fechas en que apenas se acumuló 1 mm, respectivamente (Figura 1.12 d).

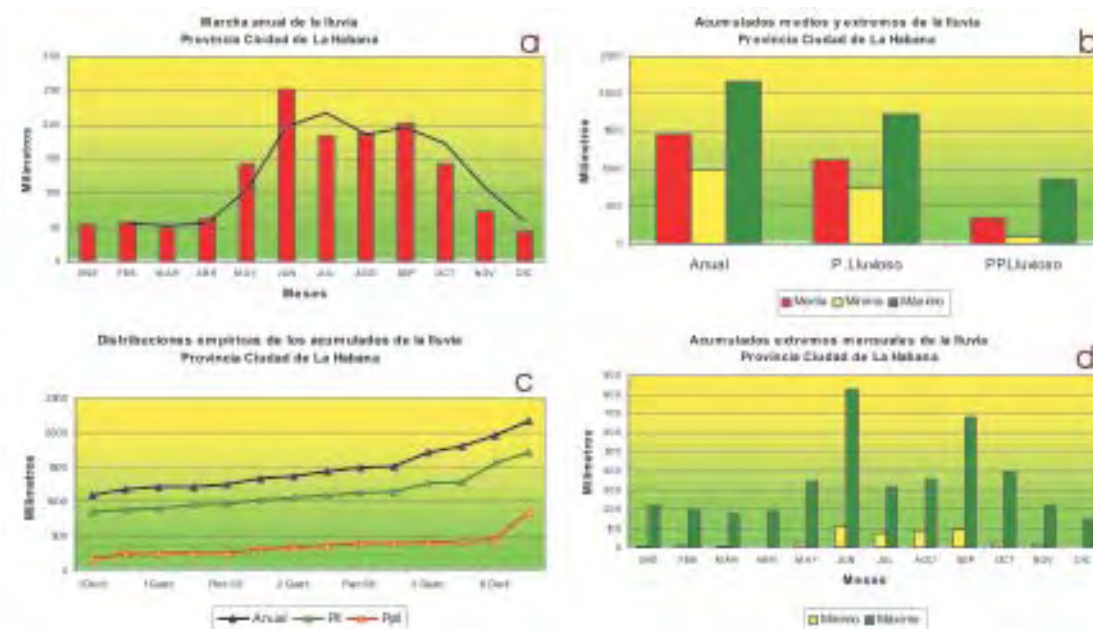


Figura 1.12. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Ciudad de La Habana.

El déficit hiperanual más extenso e intenso ocurrió desde el período poco lluvioso 1954-55 al lluvioso de 1956, el que comprendió 4 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 o mediana (Figura 1.13).

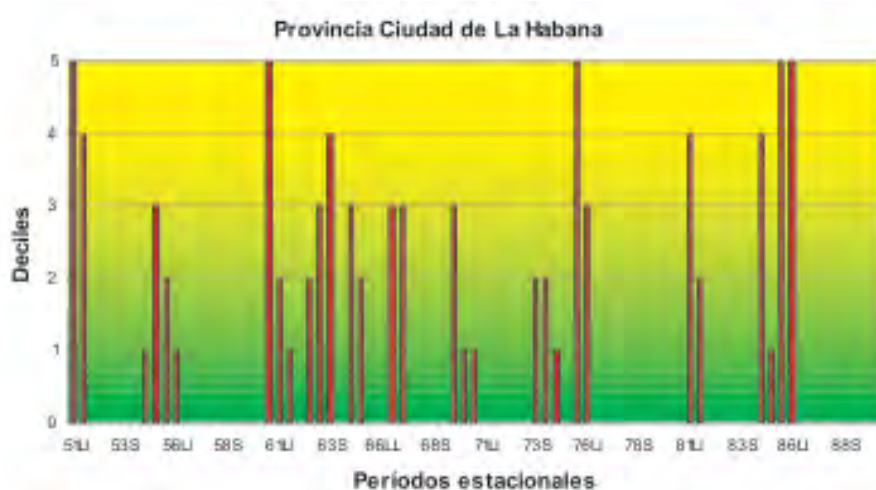


Figura 1.13. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Ciudad de La Habana.

Provincia La Habana

En la provincia La Habana, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1393 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 80% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 20% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.14 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1209 mm y un 70% inferiores a 1565 mm (Figura 1.14 c). Los meses más secos son diciembre y enero, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en septiembre de 1979 con 589 mm y el extremo mensual mínimo en diciembre de 1984 cuando solamente se alcanzaron 2 mm (Figura 1.14 d).

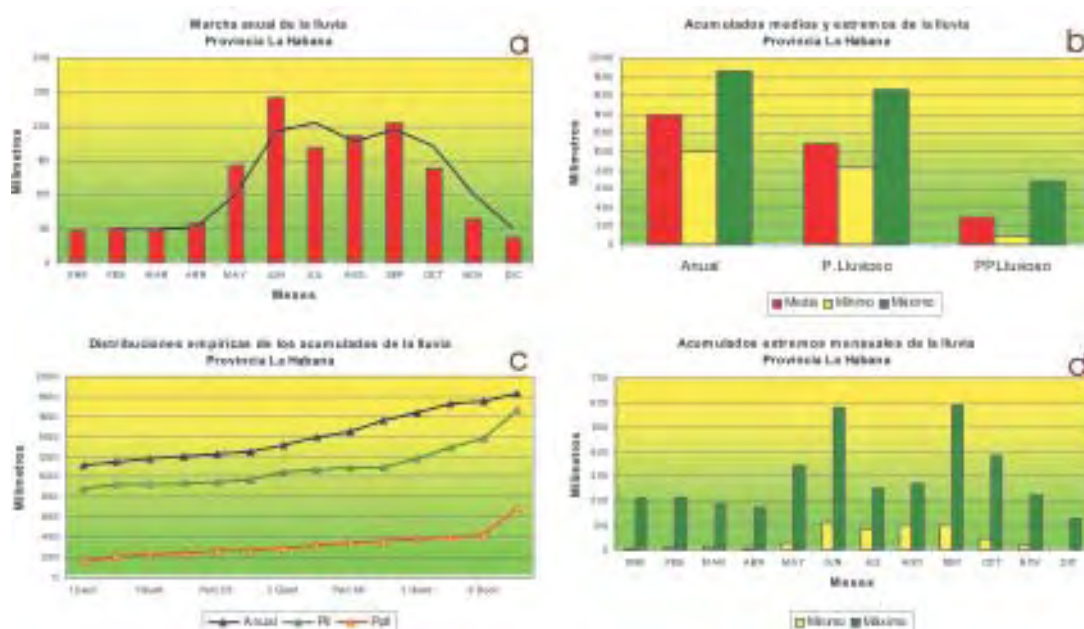


Figura 1.14. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia La Habana.

Los déficit hiperanuales más significativos ocurrieron desde el período estacional lluvioso de 1961 al poco lluvioso 1963-64 y desde el período poco lluvioso 1983-84 al lluvioso de 1986, ambos con 6 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 o mediana (Figura 1.15).

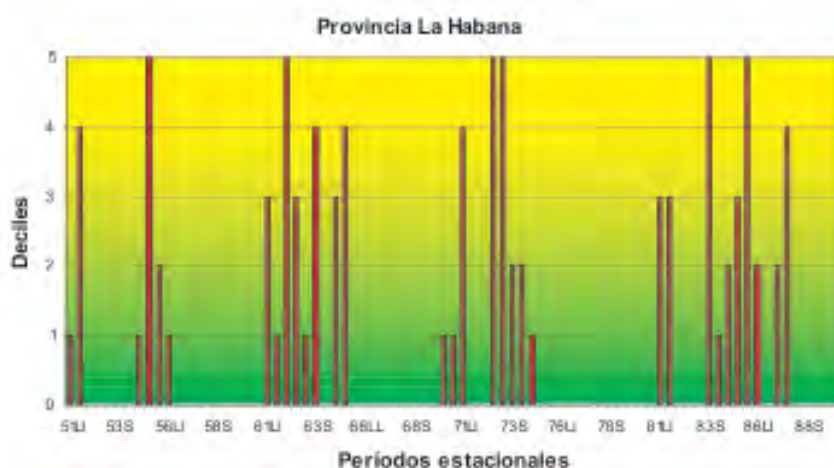


Figura 1.15. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia La Habana.

Municipio Especial Isla de la Juventud

En el Municipio Especial Isla de la Juventud, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1404 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 78% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 22% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.16 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1199 mm y un 70% inferiores a 1566 mm (Figura 1.16 c). Los meses más secos son diciembre y marzo, mientras que los más lluviosos son septiembre y junio. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en noviembre de 1971 con 623 mm y el extremo mensual mínimo en diciembre de 1980 cuando solamente se alcanzó 1 mm (Figura 1.16 d).

El déficit hiperanual más extenso e intenso ocurrió desde el período estacional lluvioso de 1951 al lluvioso de 1957 el que comprendió 13 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5, la mediana (Figura 1.17).

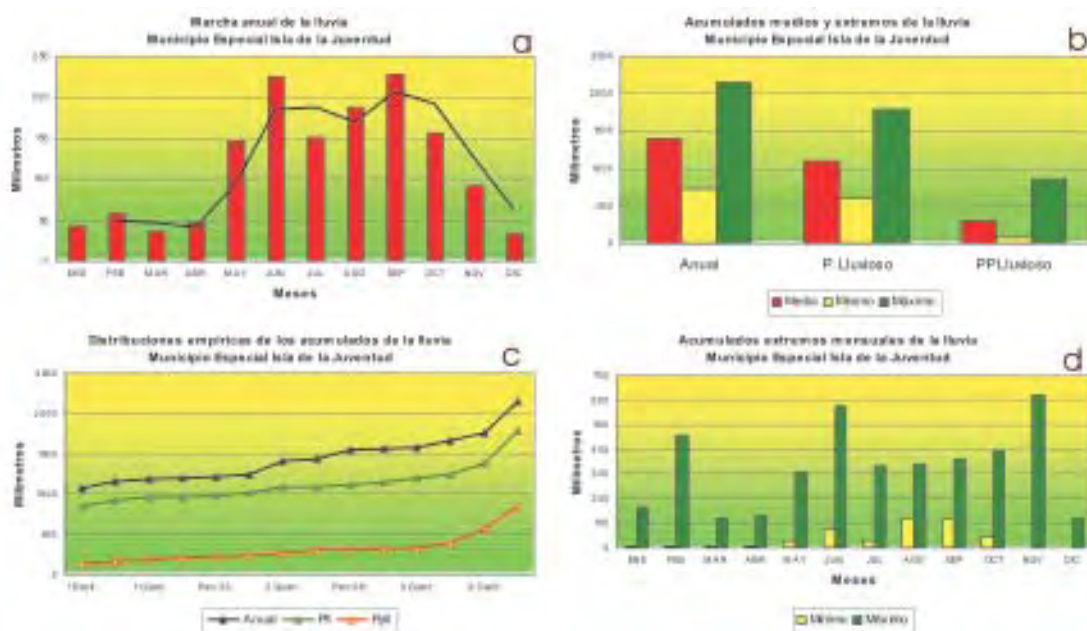


Figura 1.16. Características generales del comportamiento de la lluvia en el municipio especial Isla de la Juventud.

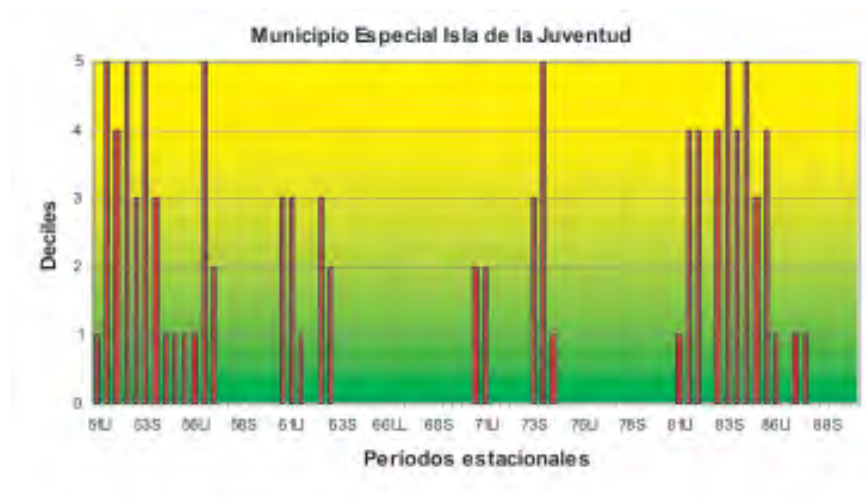


Figura 1.17. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en el municipio especial Isla de la Juventud.

Provincia Matanzas

En la provincia Matanzas, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1349 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 81% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 19% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.18 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1161 mm y un 70% inferiores a 1510 mm (Figura 1.18 c). Los meses más secos son diciembre y enero, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en junio de 1976 con 489 mm y el extremo mensual mínimo en diciembre de 1968 cuando solamente se acumuló 1 mm (Figura 1.18 d).

El déficit hiperanual más extenso ocurrió desde el período estacional poco lluvioso 1960-61 al lluvioso de 1963, el que comprendió 6 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (Figura 1.19).

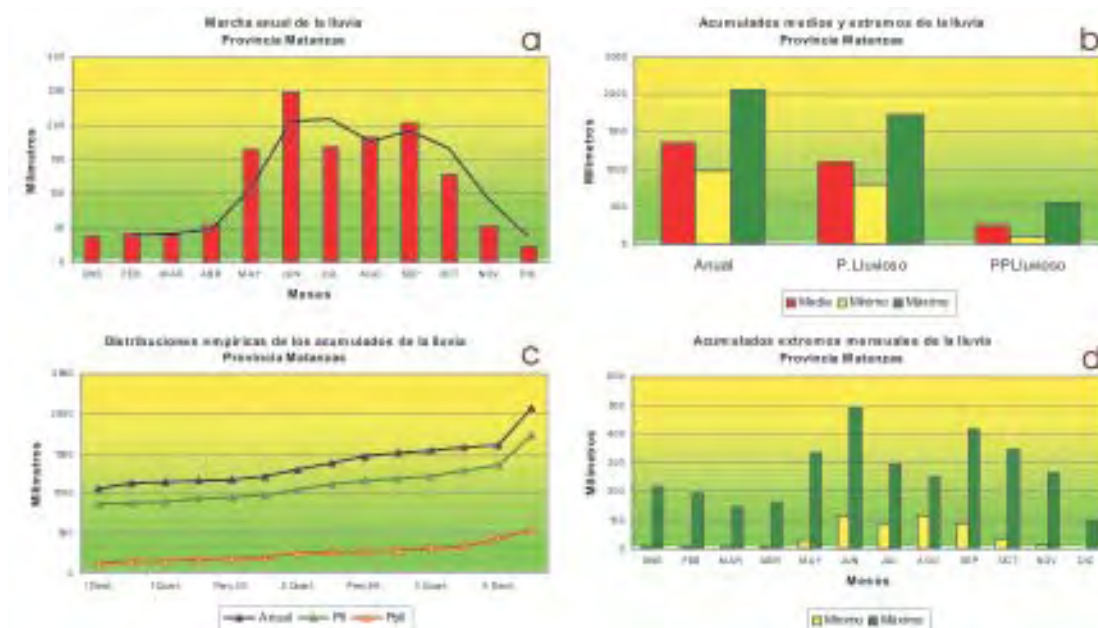


Figura 1.18. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Matanzas.

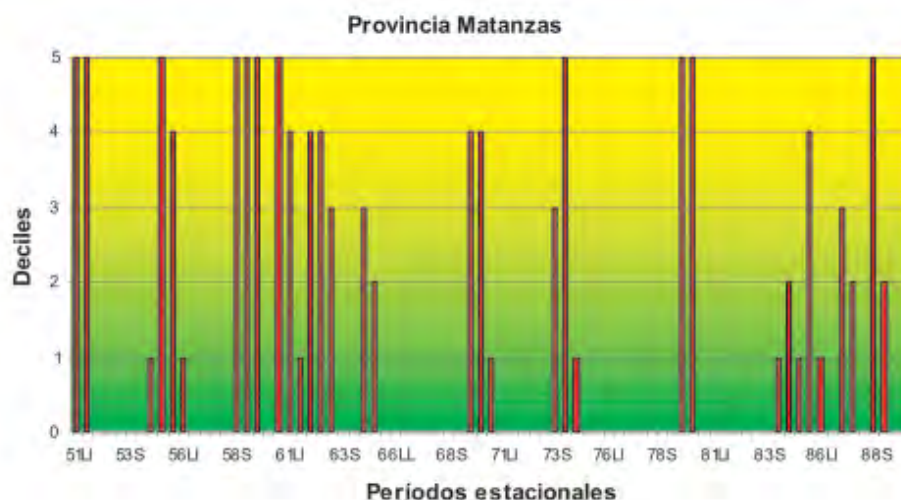


Figura 1.19. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Matanzas.

Provincia Cienfuegos

En la provincia Cienfuegos, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1362 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, donde se acumula el 81% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 19% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.20 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1227 mm y un 70% inferiores a 1155 mm (Figura 1.20 c). El mes más seco es diciembre, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en junio de 1988 con 751 mm y el extremo mensual mínimo en diciembre de 1969 cuando se acumuló 1 mm (Figura 1.20 d).

El déficit hiperanual más extenso e intenso ocurrió desde el período estacional lluvioso de 1951 al lluvioso de 1957, el que comprendió 13 períodos estacionales consecutivos, en los cuales que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (Figura 1.21).

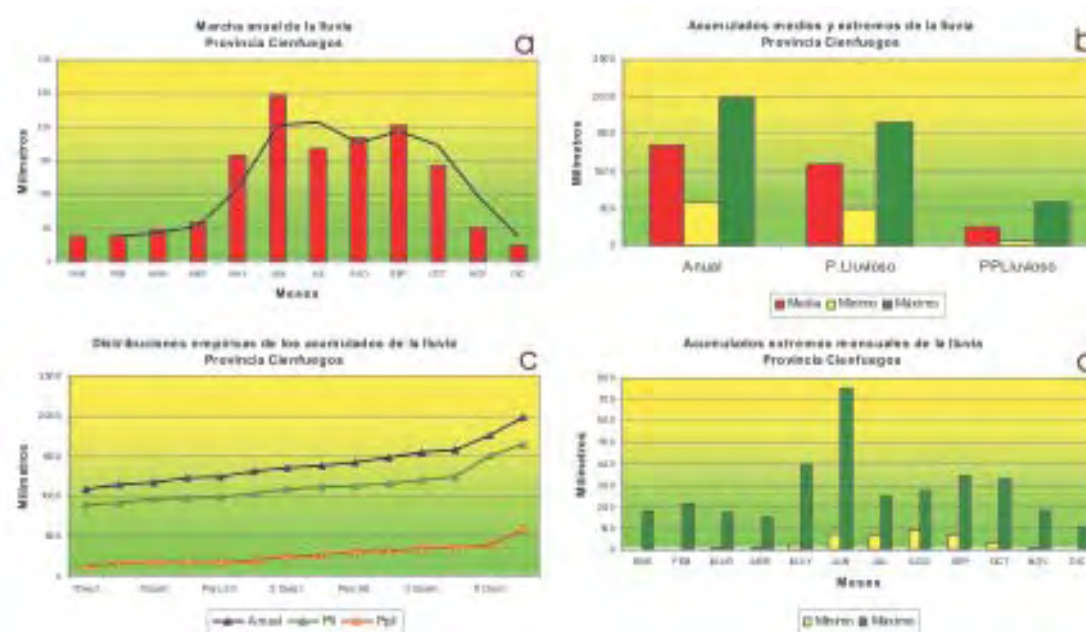


Figura 1.20. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Cienfuegos.

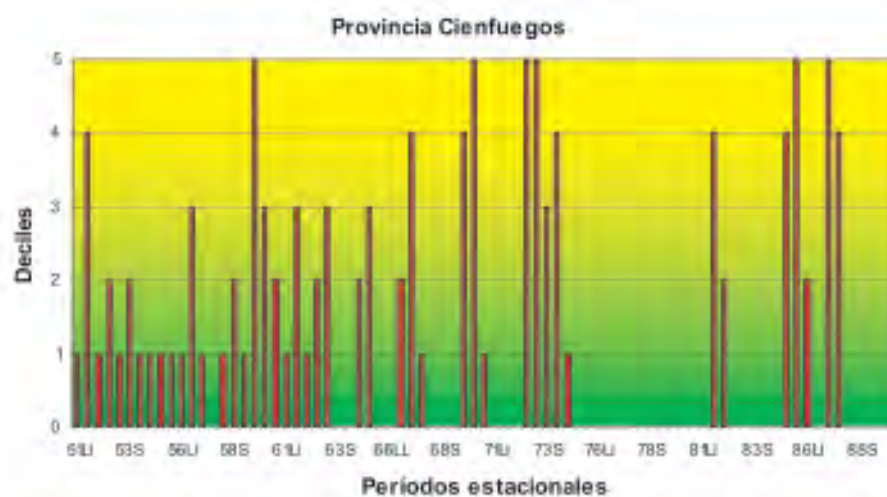


Figura 1.21. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Cienfuegos.

Provincia Villa Clara

En la provincia Villa Clara, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1298 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 77% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 23% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.22 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1146 mm y un 70% inferiores a 1453 mm (Figura 1.22 c). El mes más seco es diciembre, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en junio de 1968 con 477 mm y el extremo mensual mínimo en diciembre de 1969 cuando se acumuló solamente 1 mm (Figura 1.22 d).

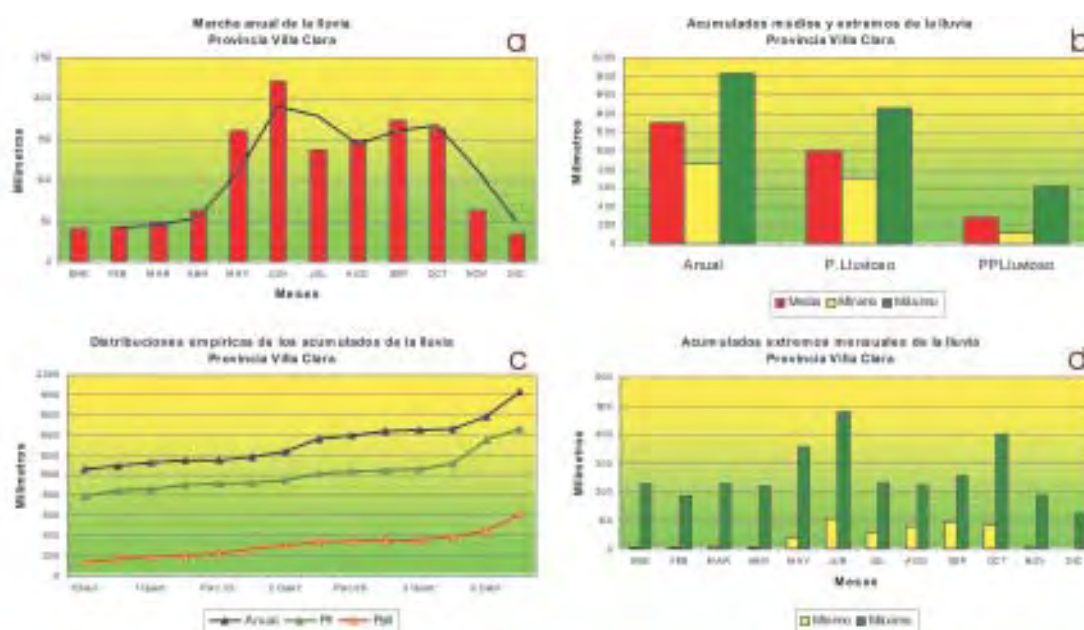


Figura 1.22. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Villa Clara.

El déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período estacional lluvioso de 1961 al lluvioso de 1963 (Figura 1.23), el que comprendió 5 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (mediana).

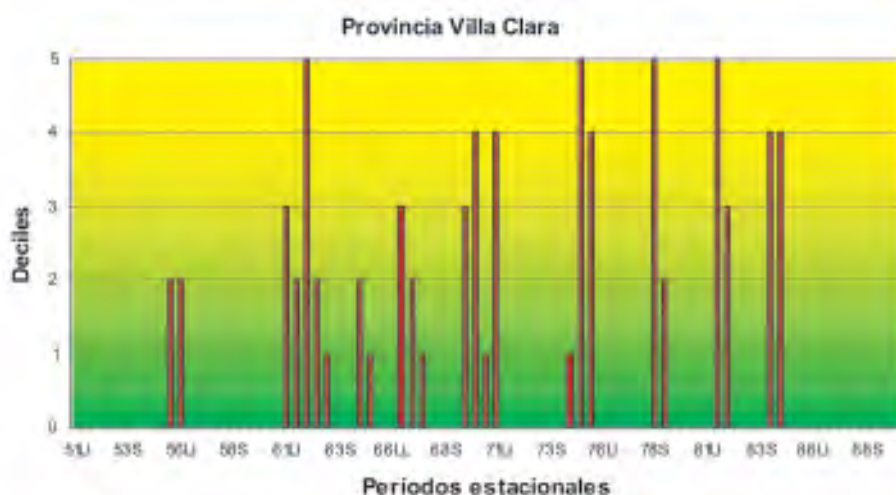


Figura 1.23. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Villa Clara.

Provincia Sancti Spíritus

En la provincia Sancti Spíritus, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1410 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 82% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 18% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.24 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1277 mm y un 70% inferiores a 1485 mm (Figura 1.24 c). El mes más seco es diciembre, mientras que los más lluviosos son junio y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en junio de 1988 con 647 mm y el extremo mensual mínimo tuvo lugar en diciembre de 1969 y febrero de 1962, meses en que solamente se acumuló 1 mm (Figura 1.24 d).

El déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período poco lluvioso 1973-74 al poco lluvioso 1975-76 (Figura 1.25), el que comprendió 5 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (mediana).

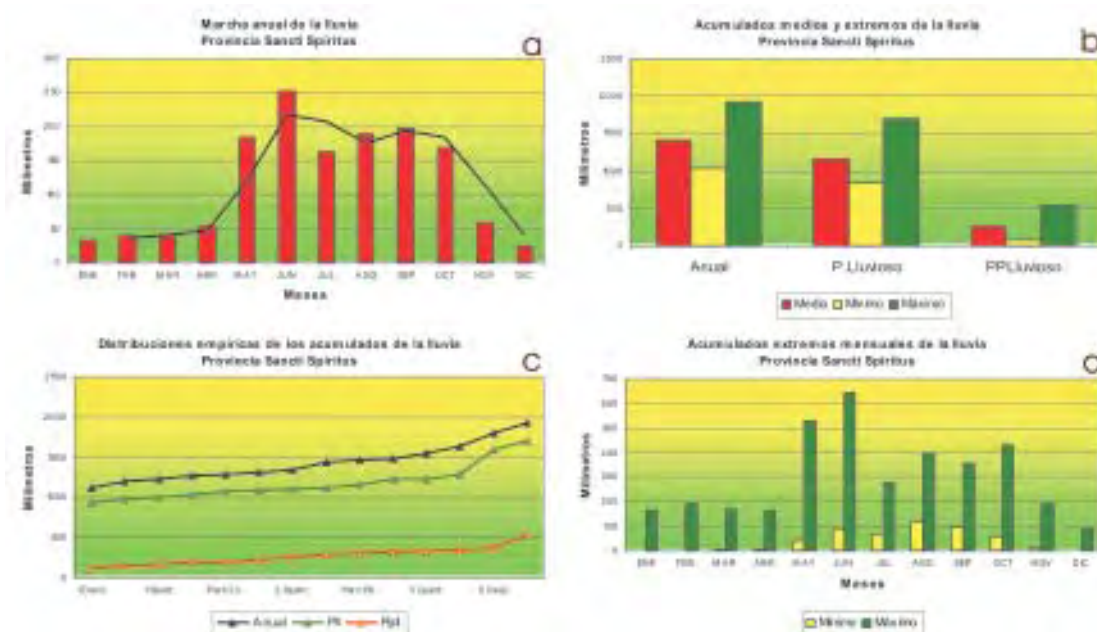


Figura 1.24. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Sancti Spíritus.

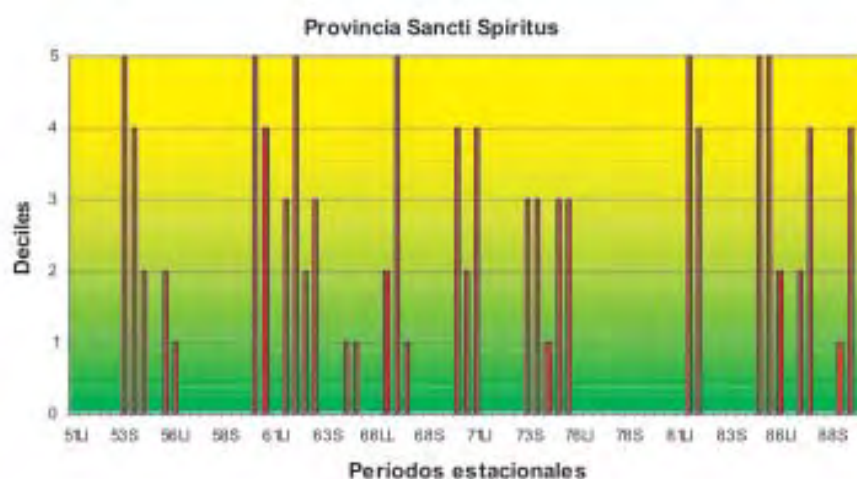


Figura 1.25. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Sancti-Spíritus.

Provincia Ciego de Ávila

En la provincia Ciego de Ávila, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1214 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 80% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 20% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.26 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1094 mm y un 70% inferiores a 1346 mm (Figura 1.26 c). Los meses más secos son diciembre y enero, mientras que los más lluviosos son junio y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en junio de 1969 con 563 mm y el extremo mensual mínimo tuvo lugar similarmente en diciembre 1969 y enero de 1974, cuando solamente se acumuló 1 mm (Figura 1.26 d).

El déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período estacional poco lluvioso 1960-61 al lluvioso de 1963 (Figura 1.27), el que comprendió 6 períodos estacionales consecutivos, en cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (mediana).

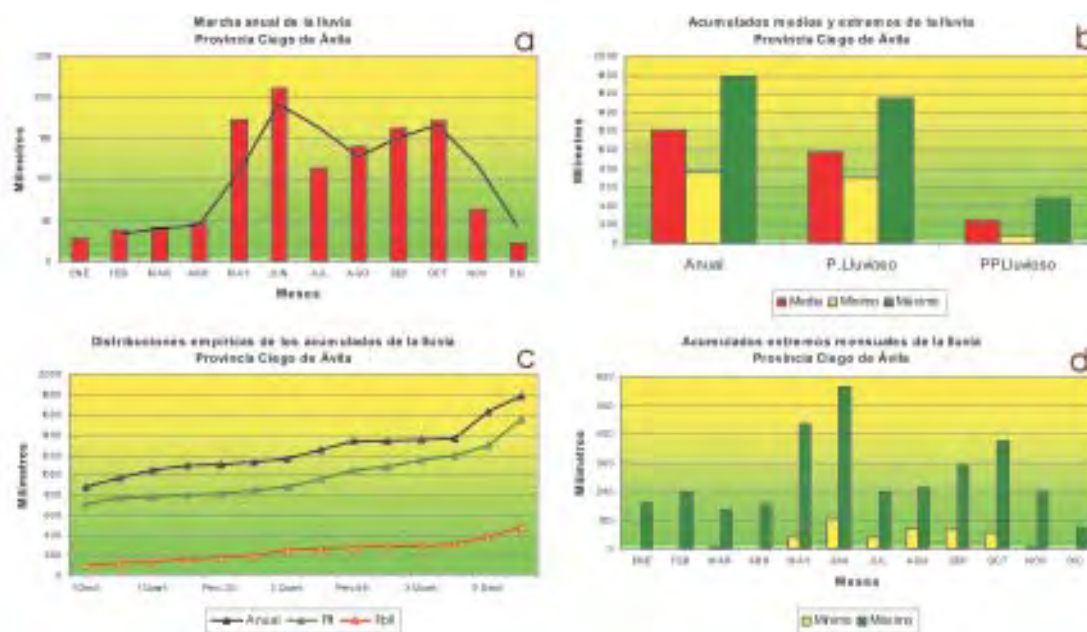


Figura 1.26. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Ciego de Ávila.

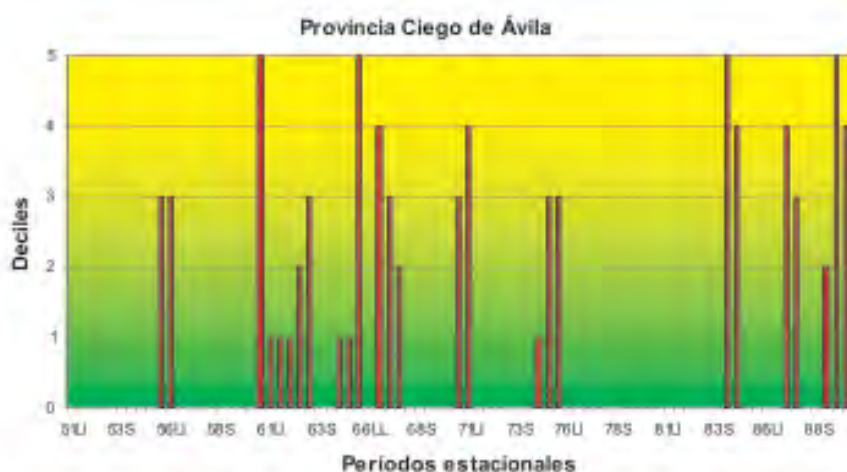


Figura 1.27. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Ciego de Avila.

Provincia Camagüey

En la provincia Camagüey, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1259 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 78% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 22% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.28 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1161 mm y un 70% inferiores a 1363 mm (Figura 1.28 c). Los meses más secos son diciembre y enero, mientras los más lluviosos son junio y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 1963 con 487 mm y el extremo mensual mínimo en febrero de 1962 cuando solo se acumularon 2 mm (Figura 1.28 d).

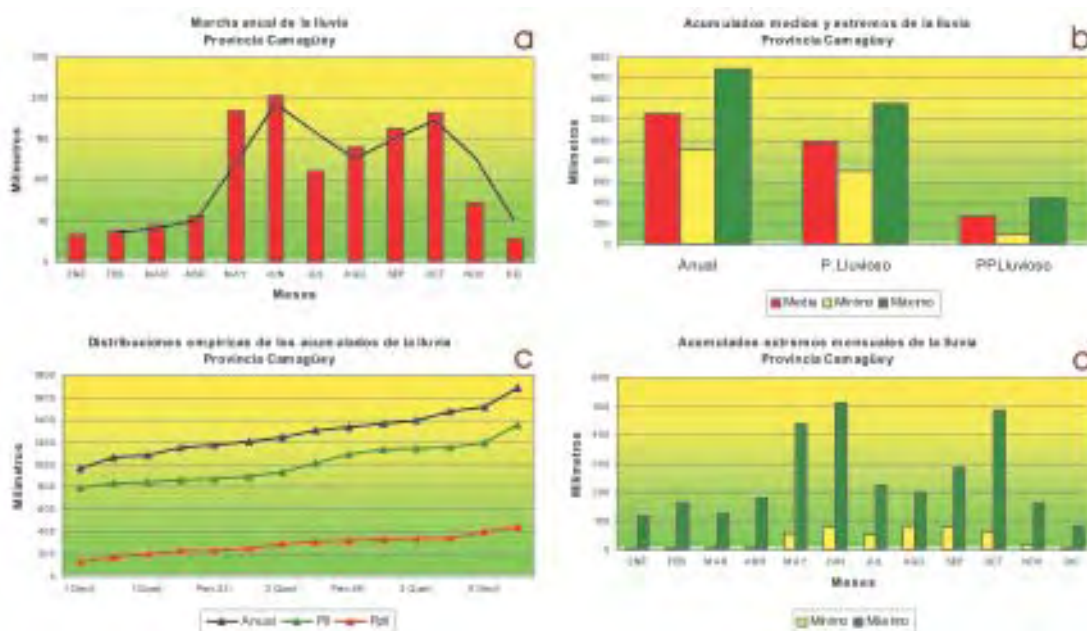


Figura 1.28. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Camagüey.

El déficit hiperanual más extenso e intenso ocurrió desde el período estacional poco lluvioso 1960-61 al poco lluvioso 1962-63 (Figura 1.29), el que comprendió 5 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (mediana).

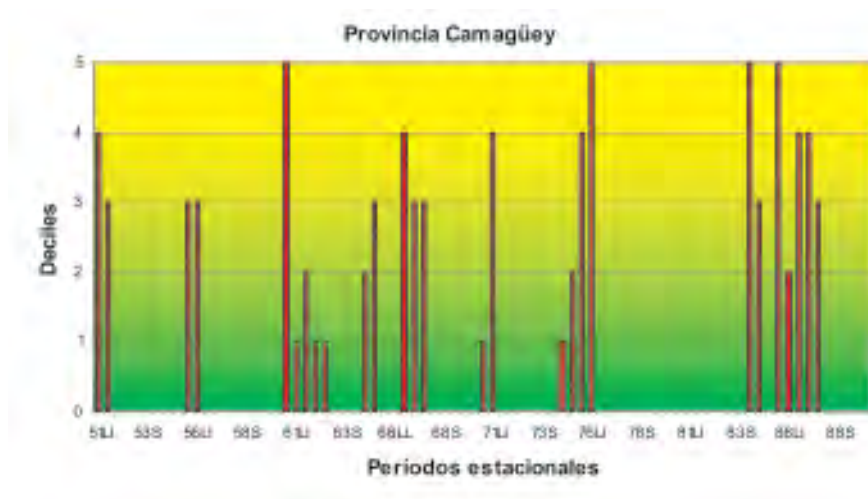


Figura 1.29. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Camagüey.

Provincia Las Tunas

En la provincia Las Tunas, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1139 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 78% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el que recibe el 22% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.30 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1001 mm y un 70% inferiores a 1205 mm (Figura 1.30 c). Los meses más secos son enero y diciembre, mientras que los más lluviosos son octubre y junio. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 1963 con 860 mm y el extremo mensual mínimo en febrero de 1962 cuando solo se acumuló 1 mm (Figura 1.30 d).

El déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período estacional poco lluvioso 1960-61 al poco lluvioso 1962-63 (Figura 1.31), el cual comprendió 5 períodos estacionales consecutivos, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (mediana).

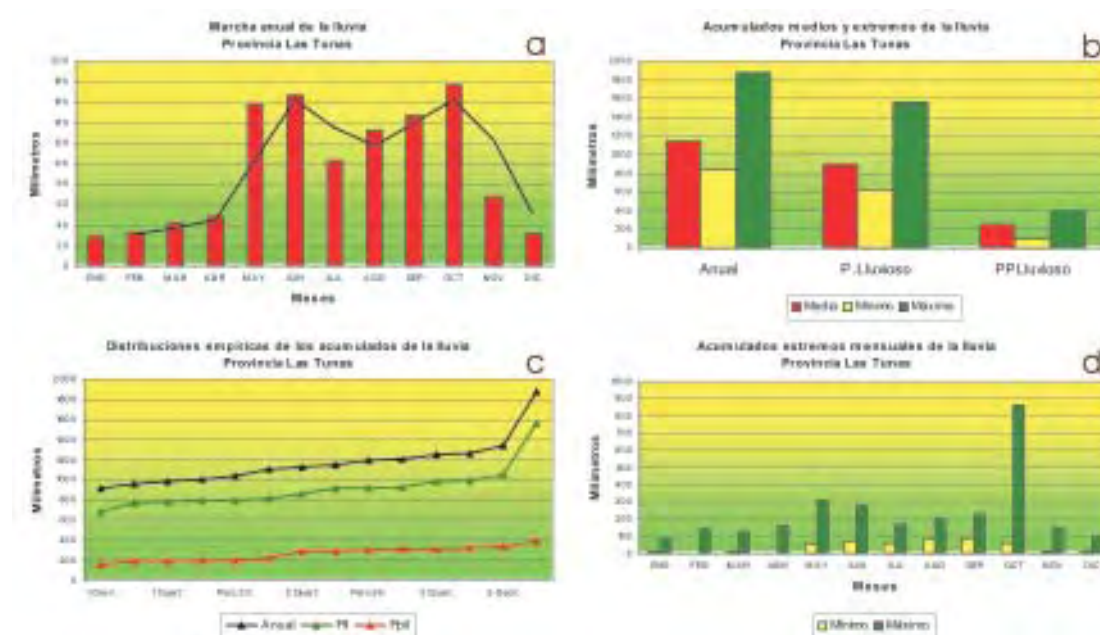


Figura 1.30. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Las Tunas.

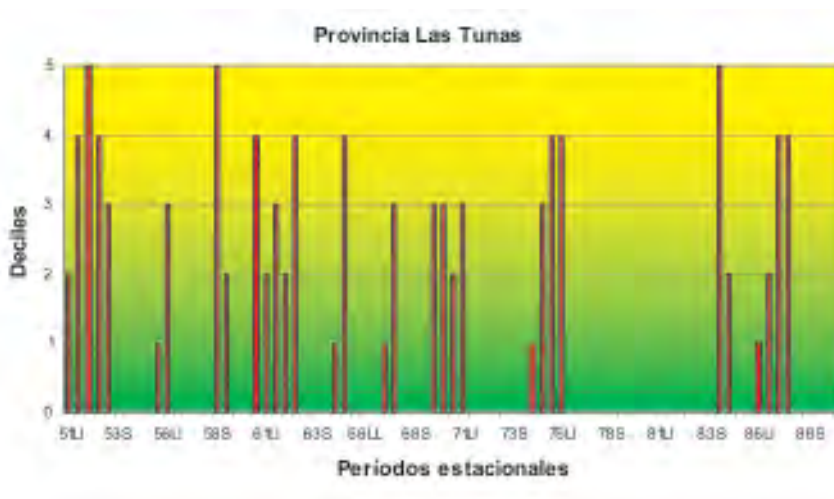


Figura 1.31. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Las Tunas.

Provincia Holguín

En la provincia Holguín, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1120 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 65% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 35% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.32 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 937 mm y un 70% inferiores a 1213 mm (Figura 1.32 c). Los meses más secos son febrero y marzo, mientras los más lluviosos son octubre y mayo. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 1982 con 313 mm y el extremo mensual mínimo ocurrió en abril de 1968 cuando se acumularon solamente 3 mm (Figura 1.32 d).

El déficit hiperanual más extenso ocurrió desde el período estacional poco lluvioso 1974-75 al poco lluvioso 1976-77 (Figura 1.33), el que comprendió 5 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (mediana).

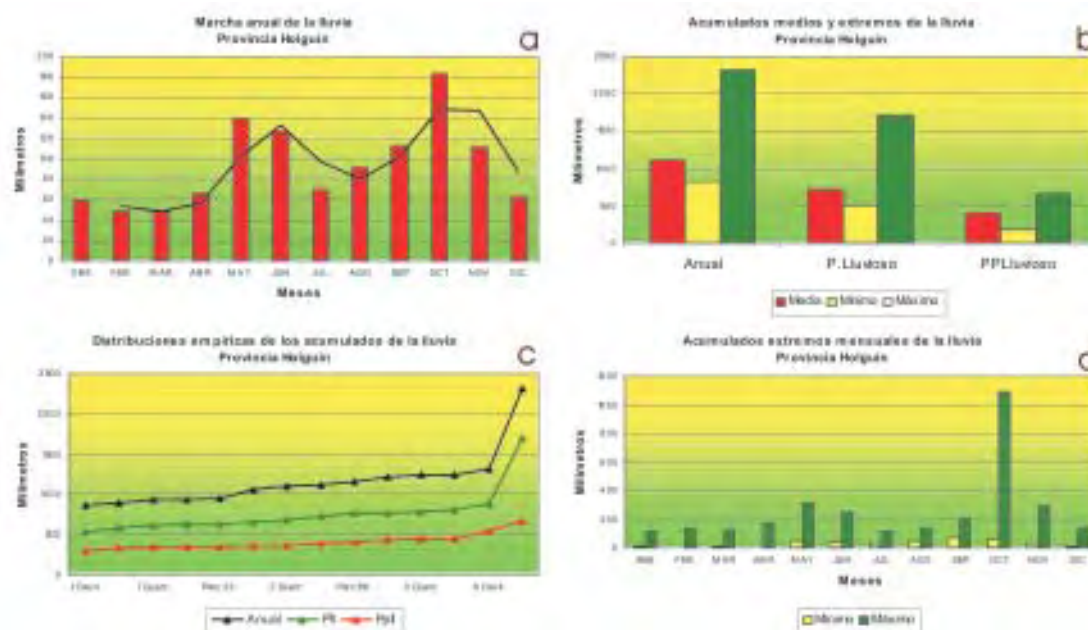


Figura 1.32. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Holguín.

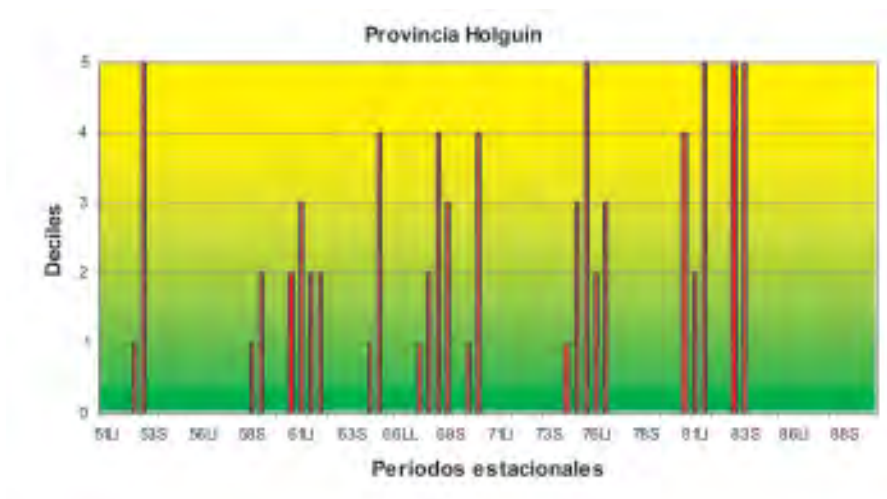


Figura 1.33. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Holguín.

Provincia Granma

En la provincia Granma, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1219 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una marcada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 77% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe acumula el 23% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de la lluvia en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.34 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1088 mm y un 70% inferiores a 1314 mm (Figura 1.34 c). Los meses más secos son diciembre y enero y los más lluviosos son octubre y mayo. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 1963 con 778 mm y el extremo mensual mínimo en abril de 1968 cuando solo se acumularon 2 mm (Figura 1.34 d).

El déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período estacional poco lluvioso 1973-74 al lluvioso de 1976 (Figura 1.35), el que comprendió 6 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (mediana).

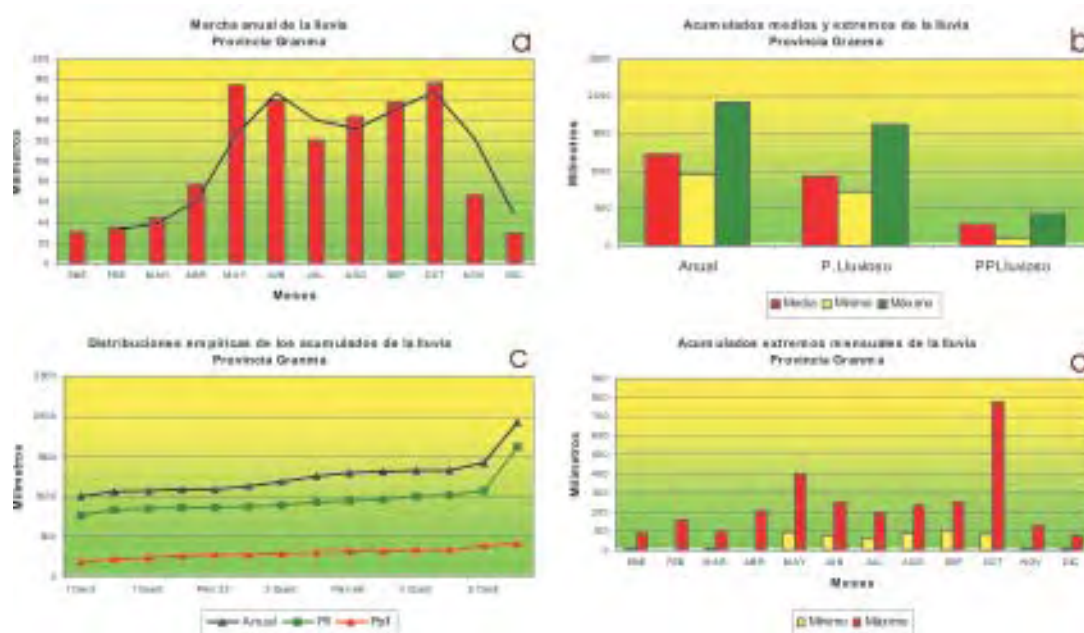


Figura 1.34. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Granma.

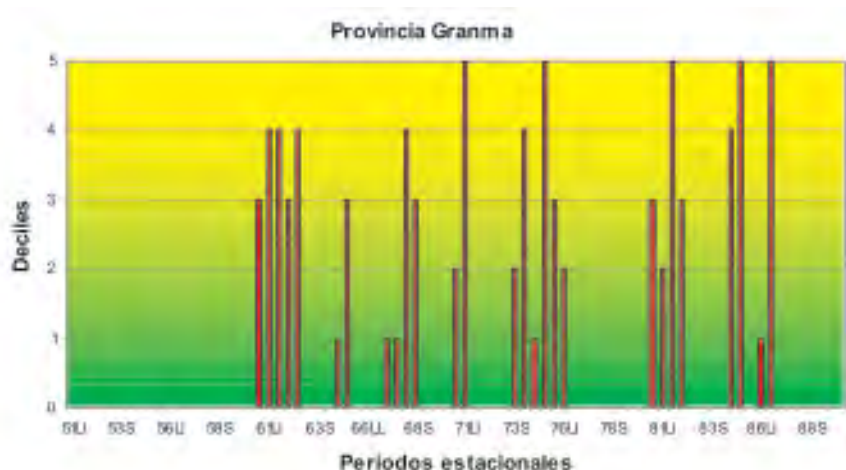


Figura 1.35. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Granma.

Provincia Santiago de Cuba

En la provincia Santiago de Cuba, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1241 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 74% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 26% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.36 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1056 mm y un 70% inferiores a 1320 mm (Figura 1.36 c). Los meses más secos son enero y diciembre, mientras que los más lluviosos son octubre y mayo. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 1963 con 1133 mm y el extremo mensual mínimo en febrero de 1959 cuando solo se acumularon 4 mm (Figura 1.36 d).

El déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período estacional poco lluvioso 1973-74 al lluvioso de 1976 (Figura 1.37), el que comprendió 6 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (mediana).

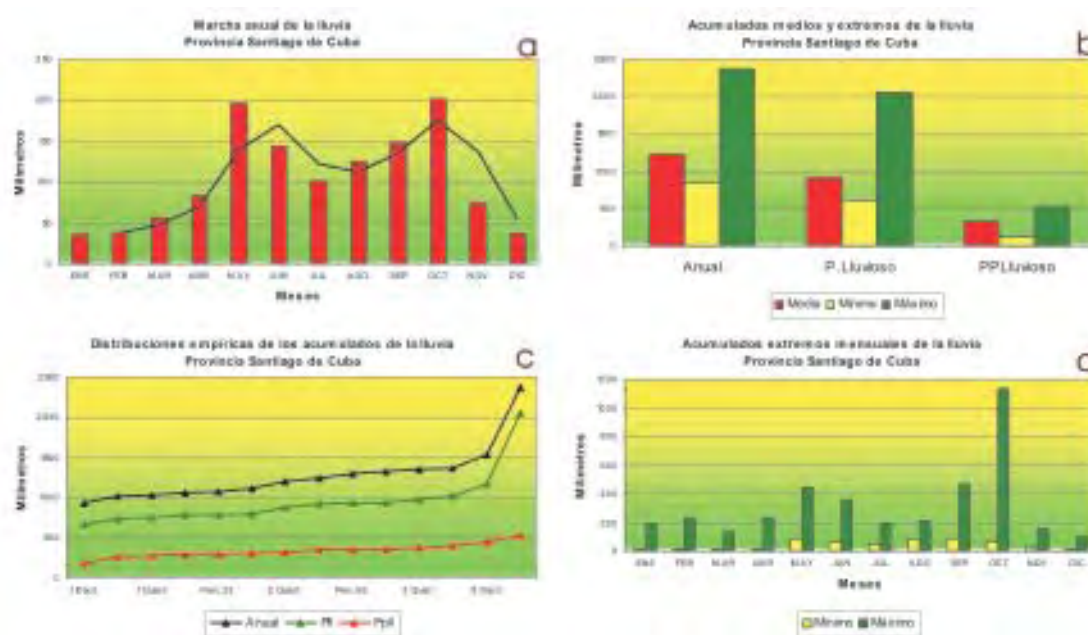


Figura 1.36. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Santiago de Cuba.

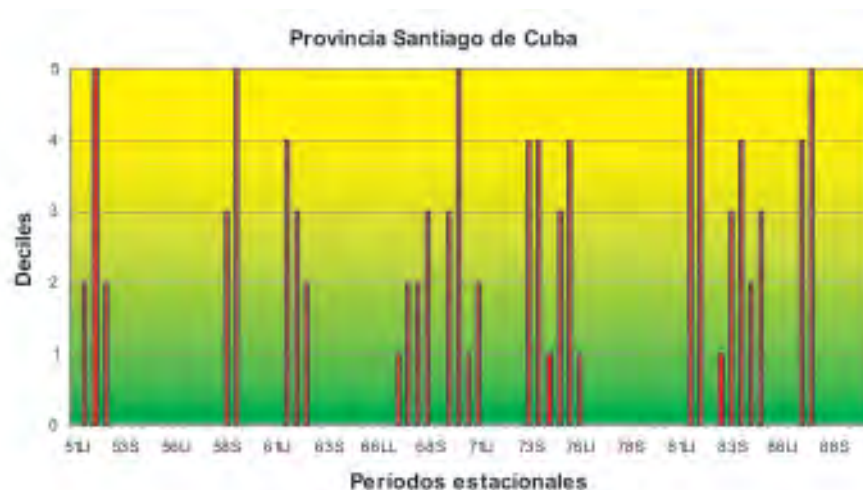


Figura 1.37. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Santiago de Cuba.

Provincia Guantánamo

En la provincia Guantánamo, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1257 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 62% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 38% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.38 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1173 mm y un 70% inferiores a 1345 mm (Figura 1.38 c). Los meses más secos son febrero y marzo, mientras que los más lluviosos son octubre y mayo. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 1963 con 709 mm y el extremo mensual mínimo en marzo de 1951 cuando no se produjeron registros de lluvia (Figura 1.38 d).

El déficit hiperanual más intenso y extenso ocurrió desde el período estacional lluvioso al poco lluvioso 1953-54 (Figura 1.39), el que comprendió 6 períodos estacionales consecutivos, en los cuales los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (mediana).

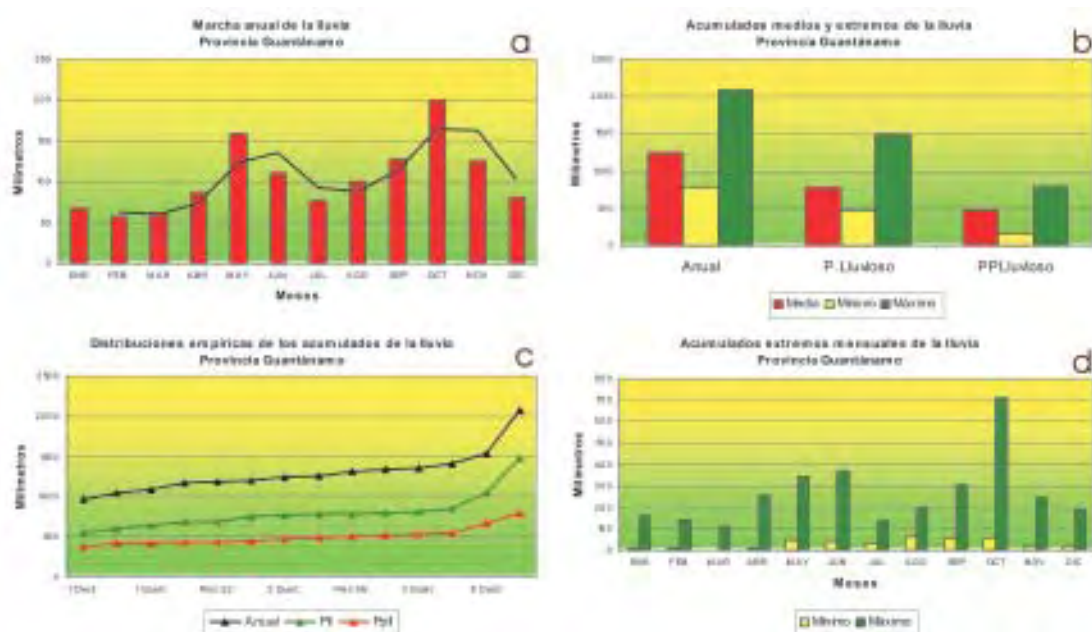


Figura 1.38. Características generales del comportamiento de la lluvia en la provincia Guantánamo.

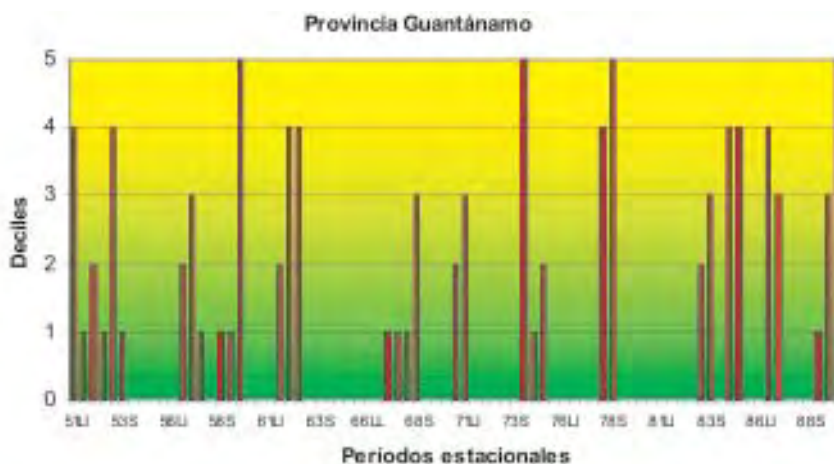


Figura 1.39. Característica del déficit hiperanual en los acumulados de la lluvia en la provincia Guantánamo.

Características de la lluvia en la zona Norte de la provincia Las Tunas (Municipios Manatí, Puerto Padre y Jesús Menéndez)

En la zona Norte de la provincia Las Tunas, en correspondencia con el comportamiento general de los acumulados de la lluvia en la provincia, los acumulados anuales medios de la lluvia alcanzan valores entre los 971 y 1068 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre, que acumula el 78% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el que recibe el 22% restante. Un mínimo relativo intraestival en los acumulados de la lluvia, se produce en los meses de julio y agosto, reflejando el carácter bimodal de los mismos en los meses de la estación lluviosa (Figura 1.40).

Los meses más secos en esta zona, respecto al comportamiento general de la provincia, reflejan un corrimiento hacia los meses de febrero y marzo, mientras que los más lluviosos son junio y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 1963 (910 mm en Manatí, 945 mm en Puerto Padre y 1061 mm en Jesús Menéndez) y el extremo mensual mínimo en abril de 1975 cuando solo se acumuló 0.7 mm en Manatí (Figura 1.41).

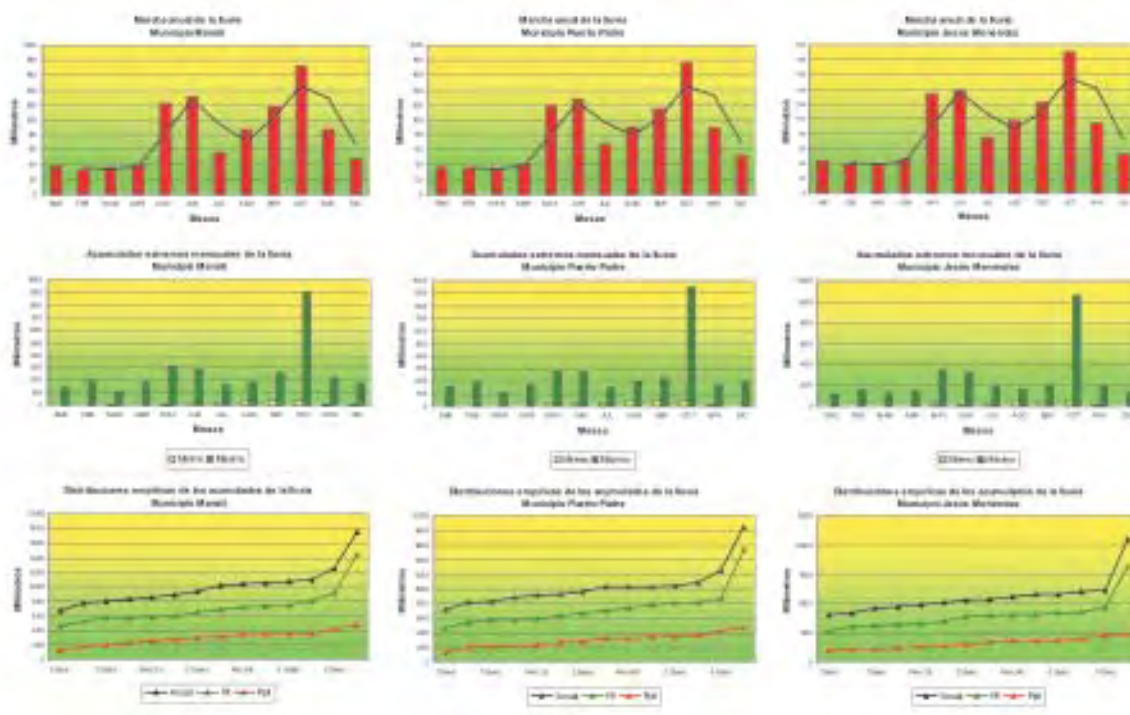


Figura 1.40. Comportamiento de la lluvia para los Municipios Manatí, Puerto Padre y Jesús Menéndez.

Según la norma de los municipios correspondientes a esta zona, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a cifras que oscilan entre los 800 y 900 mm y un 70% inferiores a magnitudes entre 1040 y 1050 mm.

El déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período estacional poco lluvioso 1960-61 al poco lluvioso 1962-63, el cual comprendió 5 períodos estacionales consecutivos en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (mediana) y abarcó gran parte de la zona (municipios de Manatí y Jesús Menéndez).

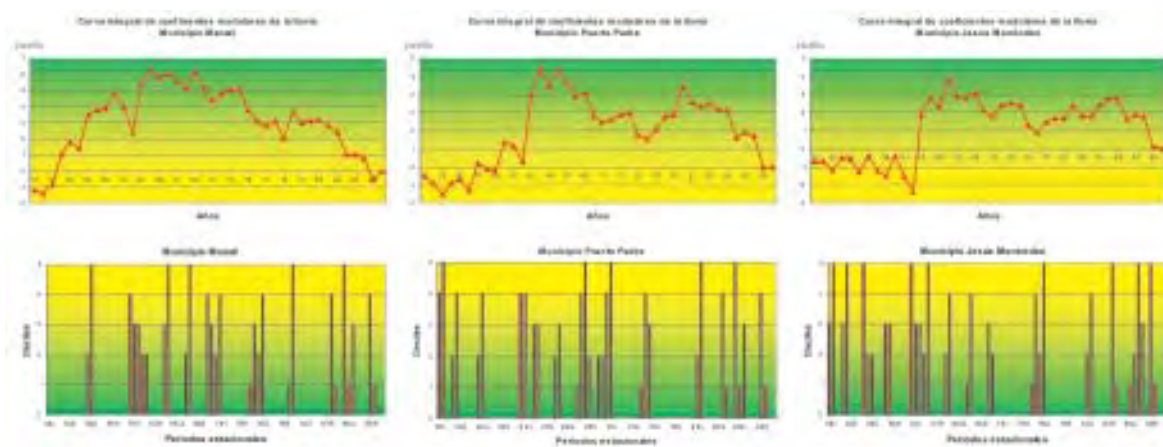


Figura 1.41. Característica de la tendencia y del déficit hiperanual de los acumulados de lluvia para los municipios Manatí, Puerto Padre y Jesús Menéndez.

Sequías significativas entre 1951 y 2005

El período 1951 - 1990

Al examinar el comportamiento de los acumulados de lluvia del período 1951-1990 para Cuba, se evidencia que el déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período estacional poco lluvioso de 1960-61 al período poco lluvioso de 1962-63, el cual comprendió 5 períodos estacionales consecutivos en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (Figura 1.42). Otro período de déficit muy significativo ocurrió desde el período estacional lluvioso de 1984 al de 1986, que también comprendió 5 períodos estacionales consecutivos pero de menor magnitud al déficit antes mencionado.

Evolución del evento de los años 60.

Al cierre del período poco lluvioso noviembre de 1960 - abril de 1961, importantes déficit en los acumulados de la lluvia se produjeron en gran parte del país, con amplias zonas donde los acumulados de las lluvias estuvieron bastante y en extremo por debajo de la norma. Este suceso persistió durante los meses del período lluvioso subsiguiente (mayo-octubre 1961) en estas mismas zonas, ampliando su extensión en todas las regiones del país.

Dando continuidad a este proceso, el período estacional poco lluvioso noviembre de 1961 - abril de 1962 también presentó severos déficit en la mayor parte del país y sólo en pequeñas áreas de la región central y oriental los acumulados de la lluvia estuvieron por encima de la norma.

En el período lluvioso subsiguiente mayo-octubre de 1962, aunque se produjo una extensión de las áreas con acumulados de lluvia por encima de la norma e incluso en extremo por encima de la norma, persistieron déficit significativos en amplias zonas del país, también con una extensión de las áreas con acumulados en extremo por debajo de la norma. Al cierre del período poco lluvioso noviembre de 1962 - abril de 1963, se observó la persistencia de los déficit en general en todo el país, salvo algunas zonas de las regiones occidental y oriental catalogados en la norma e incluso por encima de ésta .

Debe destacarse que el déficit acaecido en el período poco lluvioso de 1960-1961, persistió mucho más extendido, en los 3 períodos estacionales subsiguientes, hasta alcanzar su máxima extensión en el período poco lluvioso 1962-1963, con déficit catalogados por debajo de la norma y en extremo por debajo de la norma.

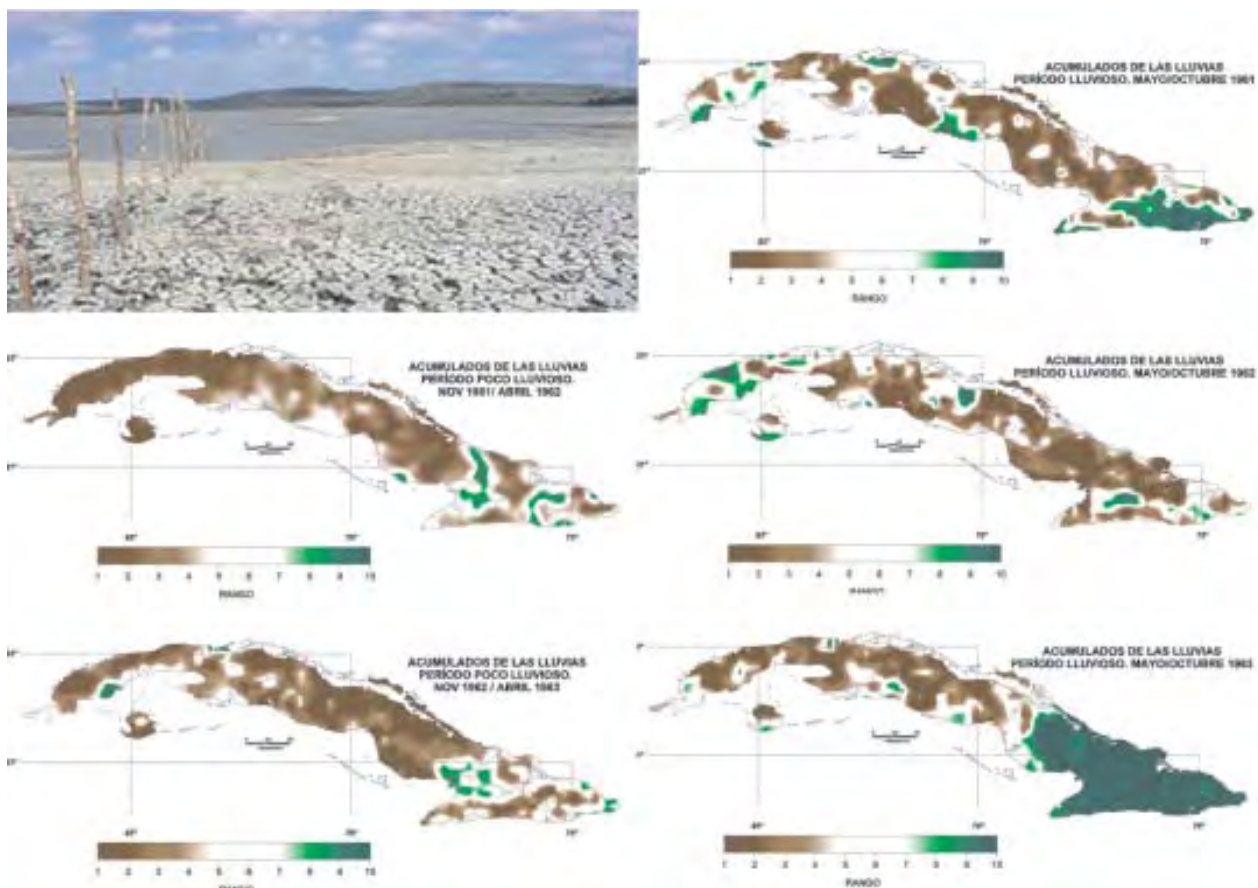


Figura 1.42. Distribución espacial de los acumulados estacionales de lluvia expresados en rango decil para el período lluvioso noviembre 1960 a abril de 1963. Norma: 1961-1990.

La magnitud del déficit acumulado de la lluvia durante los 30 meses analizados llegó a alcanzar cifras del orden de los 468 mm para Cuba y magnitudes que superan los 600 mm en la región central. En las regiones occidental y oriental, aún cuando los períodos de déficit más significativos identificados no se corresponden con el período de déficit analizado para Cuba, los déficit acumulados alcanzan cifras superiores a los 200 y 400 mm respectivamente, lo cual es un indicativo de la gravedad del proceso que se analiza (Figura 1.43).

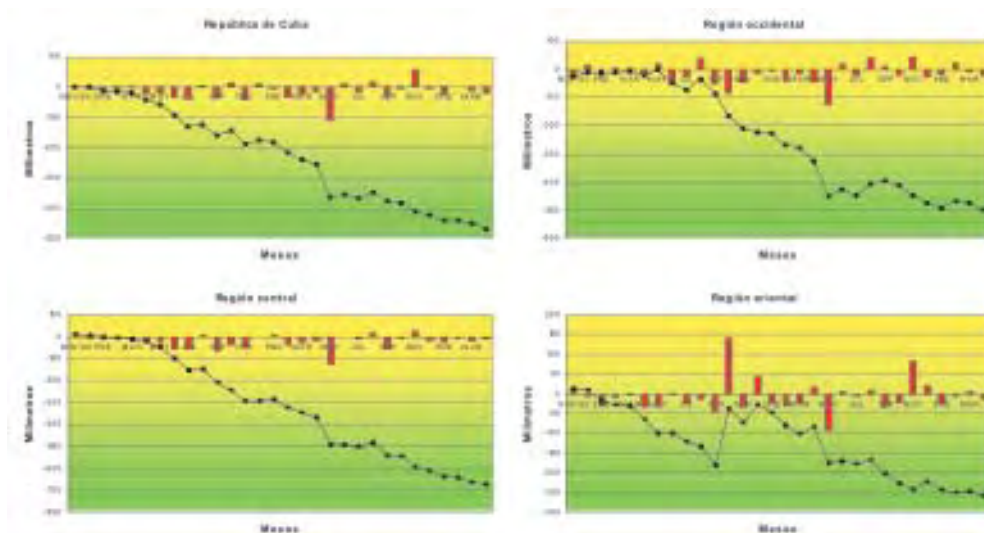


Figura 1.43. Anomalías reales (barras) y acumuladas (línea) de la lluvia mensual para Cuba y sus tres regiones durante el período noviembre 1960 a abril de 1963. Norma: 1961-1990.

El período posterior a 1990

En Cuba, los déficit moderados y severos en los acumulados anuales de las lluvias se duplicaron en el treintenio 1961-1990 respecto al treintenio anterior (Lapinel et al., 1993) y persistentes eventos de sequía han estado afectando a las provincias orientales desde principios de los años 90, acentuándose los mismos significativamente desde 1996 hasta el presente.

El evento de sequía acaecido desde mayo del 2003 a abril del 2005 (24 meses consecutivos), constituye uno de los más intensos que se haya conocido, desde que se dispone de registros confiables de lluvia en el país.

El comportamiento de las anomalías y anomalías acumuladas de las lluvias en los años hidrológicos¹ comprendidos entre 1991/92 y el 2004/05 para las regiones de occidente y centro del país se muestran en la Figura 1.44, donde se aprecian básicamente los importantes déficit presentados en los dos últimos años.

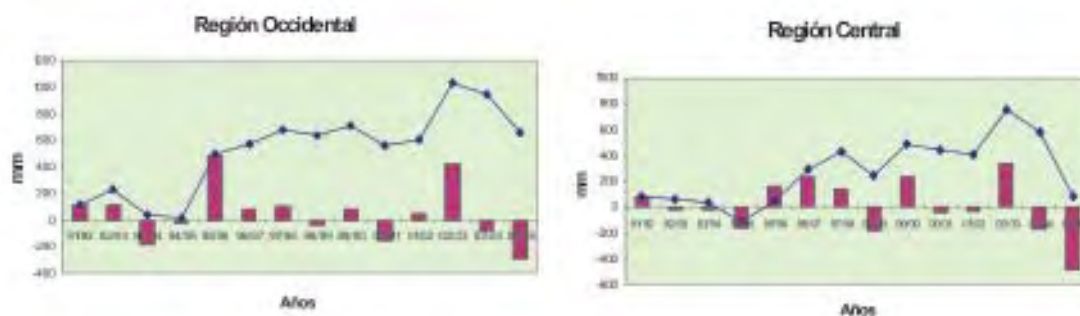


Figura 1.44. Anomalías reales (barras) y acumuladas (línea) en los años hidrológicos (mayo-abril) para la región occidental y central de Cuba durante el período 1991-2005. Unidad: mm.

Sin embargo, en la región oriental del país, los acumulados anuales han presentados déficit continuados desde el año 1996, con la particularidad de que los correspondientes al período estacional lluvioso se iniciaron desde los mismos comienzos de la década de los 90 (Figura 1.45).

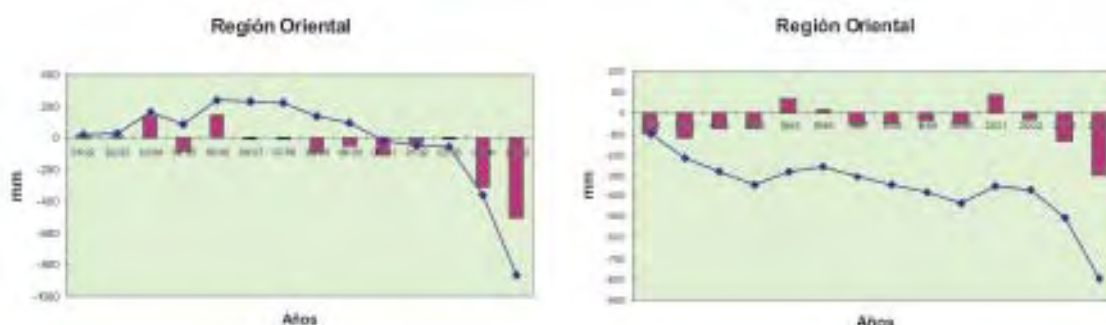


Figura 1.45. Anomalías reales (barras) y acumuladas (línea) en los años hidrológicos (mayo-abril) y los períodos estacionales lluviosos de la región oriental de Cuba durante el período 1991-2005. Unidad: mm.

Entre las provincias orientales, Las Tunas ha sido una de las más fuertemente impactadas. Los años hidrológicos de acumulados insuficientes se iniciaron casi simultáneamente con los déficit sucedidos en los períodos lluviosos iniciados en la década de los años 90.

Las magnitudes del déficit en los años hidrológicos desde 1991 al 2005 llegaron a acumular 1300 milímetros, mientras que en el período estacional lluvioso, los mismos alcanzaron cerca de los 1200 milímetros (Figura 1.46). Tales déficit, dadas las escasas magnitudes del régimen de precipitaciones en Las Tunas, constituyen cifras no solamente altamente significativas, sino también record absoluto en sus registros areales disponibles desde 1961.

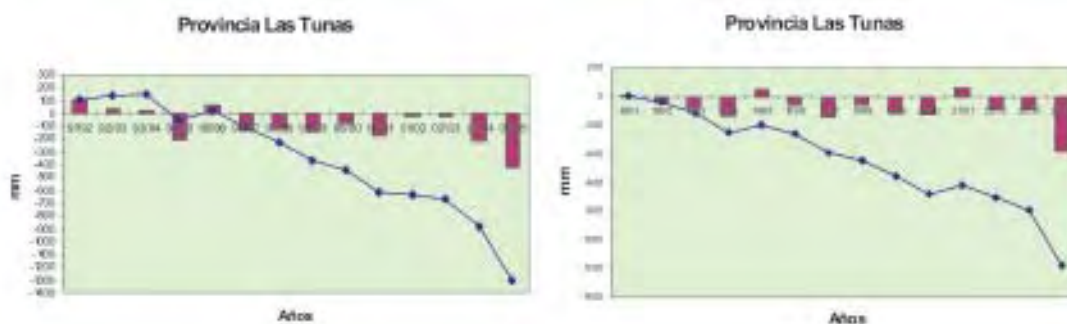


Figura 1.46. Anomalías y anomalías acumuladas en los años hidrológicos (mayo-abril) y los períodos estacionales lluviosos de la provincia Las Tunas durante el período 1991-2005. Unidad: mm.

Evolución del evento de sequía iniciado en mayo del 2003

El intenso evento de sequía meteorológica iniciado en mayo del 2003, se prolongó durante cuatro períodos estacionales consecutivos (24 meses), generando un déficit altamente significativo en todo el país, particularmente en su región oriental, la cual ha soportado los impactos de continuados déficit en sus acumulados desde los últimos 9 años (Figura 1.47).

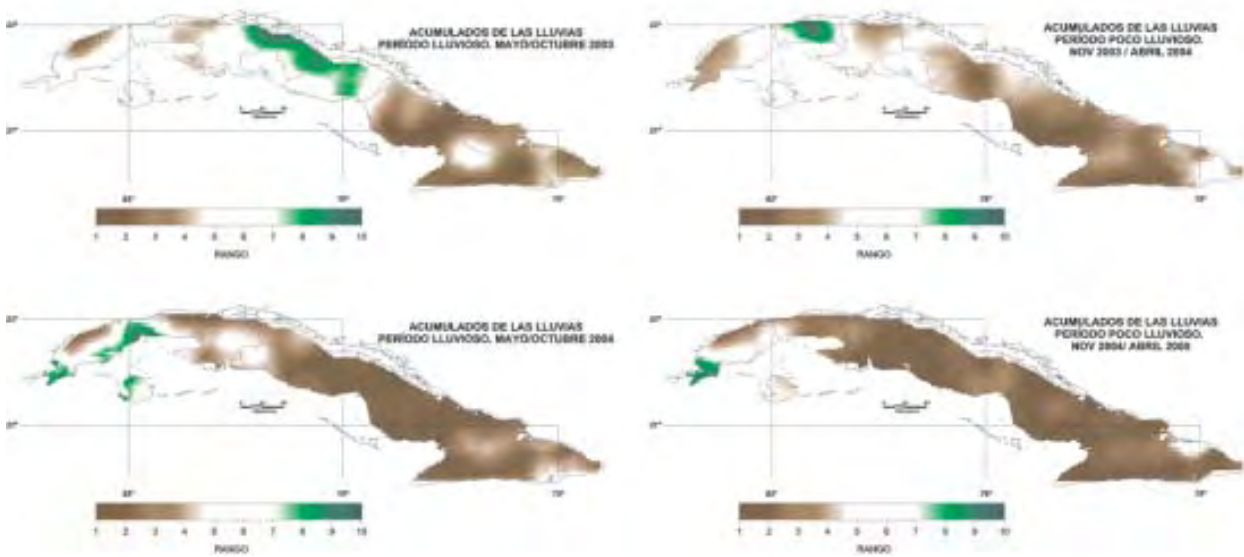


Figura 1.47. Acumulados estacionales de la lluvia en el período mayo 2003 a abril 2005 expresados en deciles. Norma: 1971-1990.

Período estacional lluvioso mayo-octubre del 2003

Después de un relativamente favorable período poco lluvioso 2002/03, los acumulados de las lluvias en este período lluvioso no rebasaron su media histórica en ninguna de las tres regiones del país. Estos acumulados, expresados en rangos deciles alcanzaron las magnitudes 5, 5 y 1 en las regiones occidente, centro y oriente, respectivamente. El análisis espacial de los acumulados de las lluvias, muestra los principales déficit en extensas zonas desde las provincias de Camagüey a Guantánamo en la mitad oriental, así como en las provincias Pinar del Río en occidente y Cienfuegos en el centro, respectivamente

Período estacional poco lluvioso noviembre 2003 a abril del 2004.

En este período poco lluvioso, también deficitario, las tres regiones del país alcanzaron acumulados muy inferiores a sus medias históricas, extendiéndose ya la influencia del evento durante todo el año hidrológico 2003/04. Estos acumulados, expresados en rangos deciles, adquirieron los rangos 3, 1 y 1 en las regiones de occidente, centro y oriente respectivamente. El análisis espacial evidencia la extensión del evento hacia el centro y occidente del país.

Período estacional lluvioso mayo-octubre del 2004.

En este período estacional, los acumulados de las lluvias tampoco alcanzaron en ninguna de las tres regiones del país sus valores medios históricos. Los acumulados solamente alcanzaron los rangos deciles 4, 1 y 1 en las regiones de occidente, centro y oriente respectivamente, elevando a tres períodos estacionales consecutivos la presencia de este fenómeno. Su distribución espacial comprendió todo el país, salvo una reducida zona del occidente, apenas favorecida por la influencia de los ciclones Charley e Iván en los meses de agosto y septiembre.

Período estacional poco lluvioso noviembre 2004 a abril del 2005.

Acentuando aún más su gravedad y dando continuidad a este perjudicial evento de sequía, durante este último período estacional poco lluvioso, los acumulados de las lluvias en las tres regiones del país también permanecieron significativamente por debajo de sus medias históricas. Los acumulados de las tres regiones clasificaron en el rango decil 1 y la distribución espacial del déficit abarcó prácticamente todo el país. Esta situación facilitó la extensión de este pernicioso evento de sequía a cuatro períodos estacionales consecutivos, los cuales comprenden los dos últimos años hidrológicos.

Déficit acumulado en el período mayo 2003 a abril 2005.

El déficit de este último año hidrológico mayo 2004 - abril 2005, califica como el más significativo desde 1961² para Cuba y sus regiones central y oriental, mientras que el déficit acumulado en estos dos últimos años es el más significativo para la región oriental, incluyendo Las Tunas (Figura 1.48).



Figura 1.48. Anomalías reales (barras) y acumuladas (líneas) de mayo del 2003 a abril del 2005 en las regiones occidental, central y oriental de Cuba, así como en la provincia Las Tunas. Unidad: mm.

Si consideramos los persistentes déficit ocurridos en la provincia Las Tunas desde principios de los años 90, este déficit récord de alrededor de 600 mm en 24 meses, resulta de carácter extraordinario, más cuando se conoce que los acumulados anuales en esta provincia apenas rebasan los 1100 mm.

La extensión espacio-temporal de este evento extremo, no sólo revela su significativa influencia en la mayor parte del país, sino también que amplias zonas de la región oriental, al cierre del mes de abril del 2005 mostraban una situación extremadamente crítica, pues en las mismas se acumulan más de 24 meses consecutivos con sequía, según el criterio de cierre de seis meses³ (Figura 1.49).

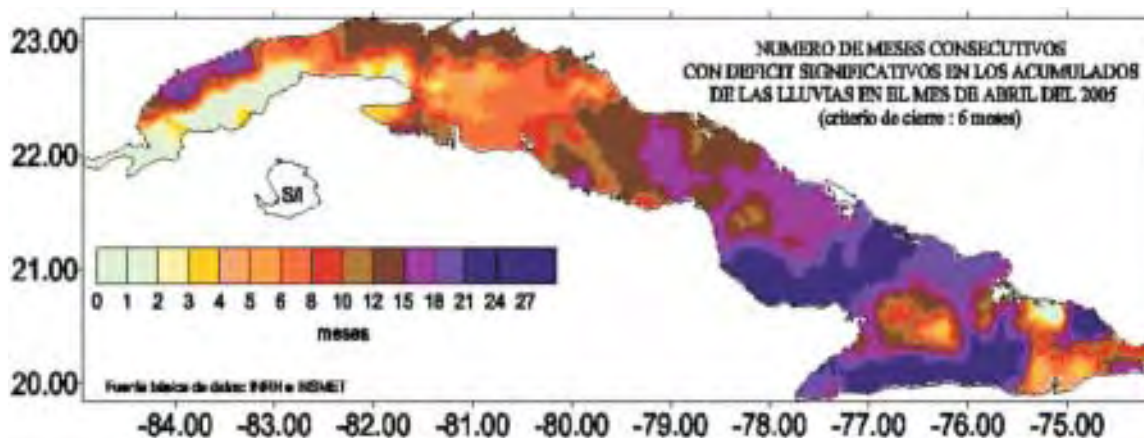


Figura 1.49. Número de meses consecutivos con sequía al cierre de abril del 2005. Criterio de cierre: 6 meses.

La circulación atmosférica y los procesos de sequía en Cuba

La sequía como un fenómeno propio de la variabilidad climática natural, debe ser evaluada en el contexto de la superposición de señales climáticas de bajas y altas frecuencias (multidecadales, decadales, multianuales, etc.) las cuales responden, como es conocido, a ajustes del sistema climático. No obstante, es altamente probable que en los graves procesos de sequía más recientes, también esté presente la componente antrópica. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), afirma que existen señales perceptibles de que el hombre es en parte responsable de las alteraciones observadas en el clima en las décadas más recientes.

Cambios en las temperaturas del aire global y de la superficie del mar en la región trópico.

En el Tercer Informe de Evaluación del IPCC 2001, se precisa que «la temperatura media global en superficie se ha incrementado en alrededor de $0,6 \pm 0,2$ °C desde 1861» (Figura 1.50). Los registros de temperaturas muestran una gran variabilidad y el mayor calentamiento ocurrido en el siglo XX se observa en dos períodos, uno de 1910 a 1945 y otro muy significativo, después de 1976 hasta el momento actual, siendo muy probable que la década de los 90 haya sido la década más cálida y 1998 el más cálido desde 1861, según los registros instrumentales.

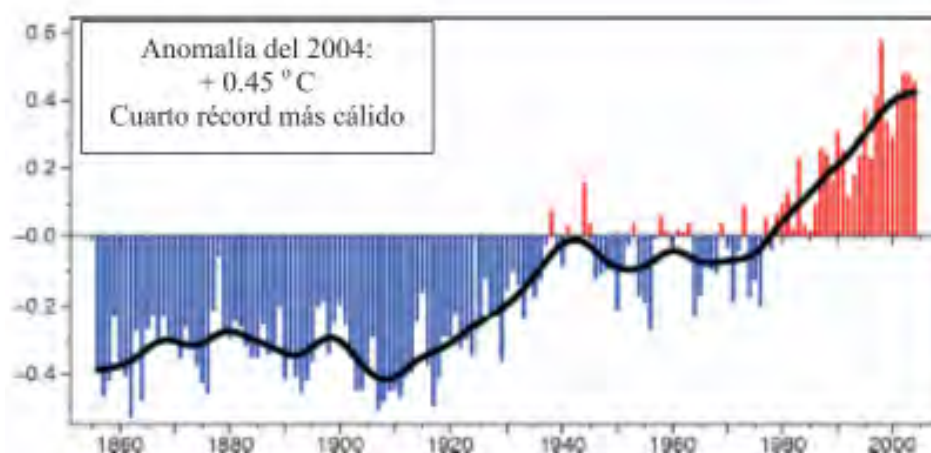


Figura 1. 50. Anomalías de la temperatura del aire global desde 1850 al 2004 (° C).

Por otra parte, los registros de la temperatura de la superficie del mar en la región Trópico (según datos del Centro de Predicciones Climáticas de los Estados Unidos de Norteamérica) revelan un acentuado y persistente predominio de las anomalías positivas desde mediados de la década de los años 70, en el cual dominaron las anomalías negativas, siendo este proceso coincidente con una mayor presencia de las fases cálidas y una disminución de las fases frías de los eventos ENOS (Figura 1.51).

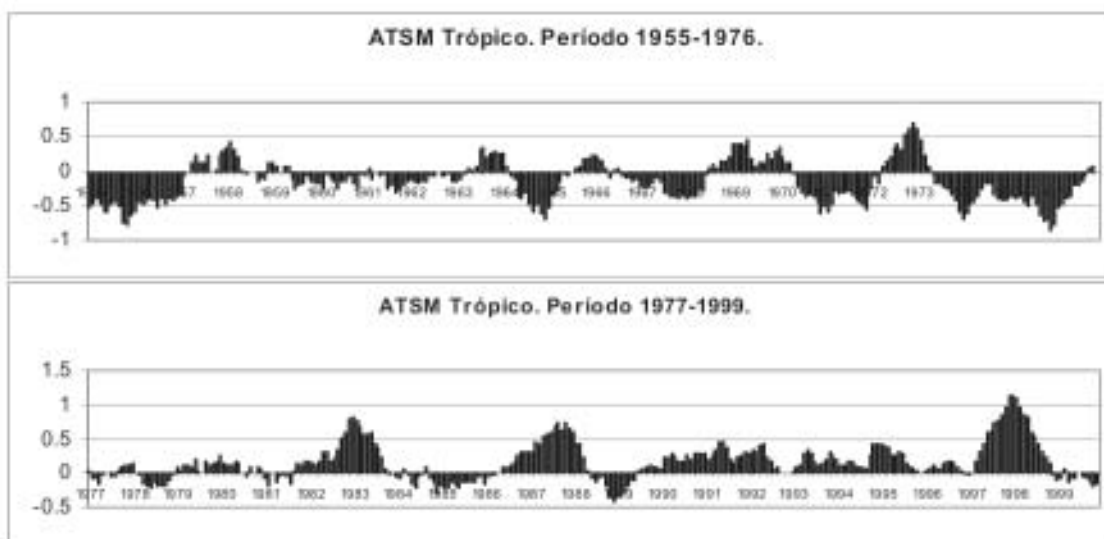


Figura 1.51. Anomalías de la temperatura de la superficie del mar (ATSM) en la región trópico (° C).

Es importante destacar que las alteraciones que el clima cubano ha experimentado desde mediados de los años 70, son perfectamente consistentes con las modificaciones de las temperaturas del aire y de la superficie del mar, anteriormente descritas.

Anomalías de las alturas geopotenciales en el período estacional lluvioso en la mitad oriental de Cuba durante el período 1948-2004.

Una buena muestra de las modificaciones que han estado ocurriendo en los patrones de circulación sobre el área de Cuba y que ya han sido referidas, es la evolución de los campos medios de la superficie de presión de 500 hPa (tropósfera media) en el mes de junio, para las décadas 1951-60, 1961-70, 1981-90, 1991-2000) y en el período más reciente 2001-04 (Figura 1.52). Nótese el progresivo fortalecimiento del anticiclón oceánico y su creciente influencia sobre el archipiélago cubano.

La reducción de las magnitudes de las anomalías negativas y el sostenido incremento de las anomalías positivas, que se manifiestan en la marcha temporal de las alturas geopotenciales de las superficies de presión, prácticamente en toda la columna troposférica durante el período lluvioso, son un reflejo de los progresivos cambios que en el régimen de la circulación atmosférica sobre la región geográfica de Cuba están ocurriendo y que son más acentuados sobre su mitad oriental (Figura 1.53).

Este comportamiento está estrechamente relacionado con las variaciones observadas en el cinturón subtropical de altas presiones que ha estado ocasionando, una mayor influencia de los sistemas anticiclónicos oceánicos sobre Cuba en los niveles troposféricos bajos y medios y del anticiclón mexicano en los niveles altos.

Anomalías de las alturas geopotenciales en la troposfera alta, media y baja en bimestres secos y húmedos, de la primera fase del período estacional lluvioso (mayo-junio).

Las anomalías de las alturas geopotenciales de las superficies de presión en la tropósfera, por sí mismas, poseen una importante implicación en el comportamiento de las lluvias, entre otros componentes que deben ser tenidos en consideración.

Las tendencias negativas en el comportamiento de las lluvias observadas en los años más recientes sobre la mitad oriental de Cuba son coherentes con el incremento de las anomalías positivas en las superficies geopotenciales sobre esta misma región descritas en el anterior epígrafe, las cuales favorecen los movimientos atmosféricos verticales descendentes.

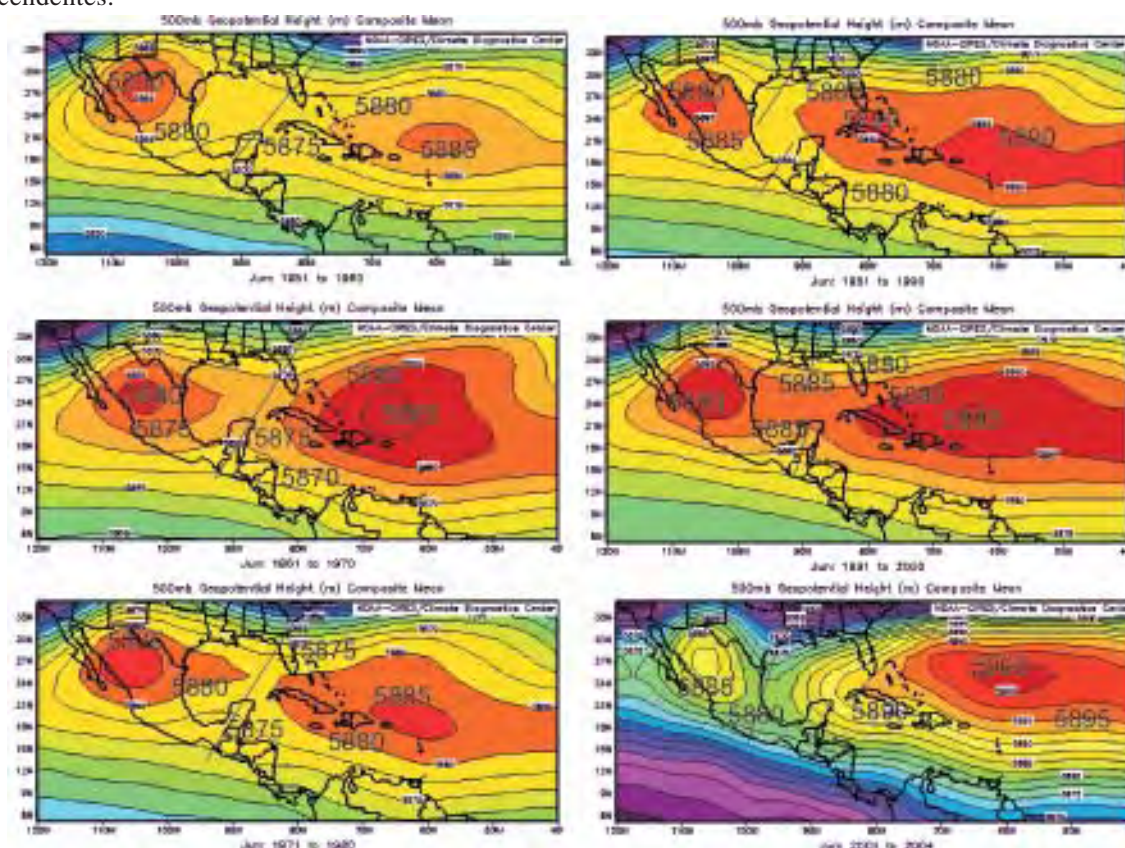


Figura 1.52. Superficies de presión de 500 hPa en el mes de junio, por décadas desde 1951 al 2000 y en el período 2001 al 2004.

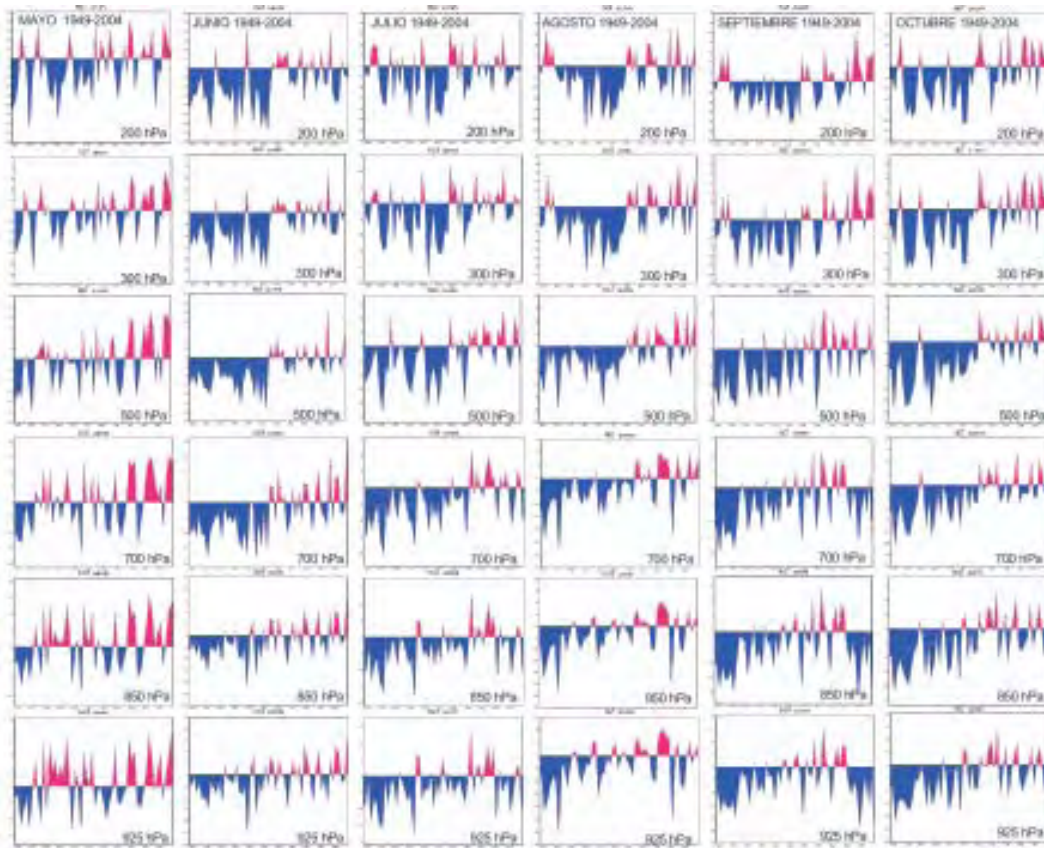
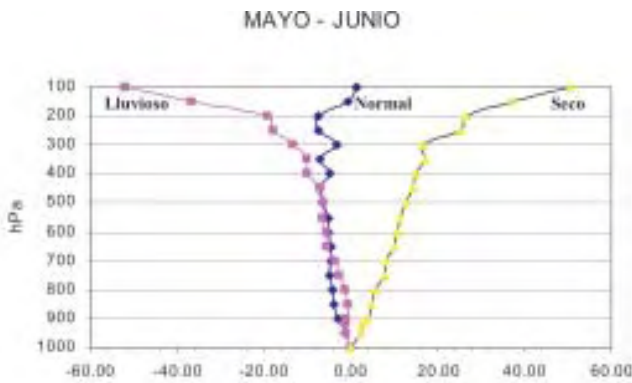


Figura 1.53. Marcha de las anomalías de las alturas geopotenciales en el período estacional lluvioso (mayo-octubre) en las superficies de presión de 925, 850, 700, 500, 300 y 200 hPa en el área 20-25° N y 75-80° W. Período 1948-2004.. Norma: 1979-1995. Unidad: mgp



Lo anteriormente expresado puede apreciarse al relacionar las anomalías de las alturas geopotenciales en las superficies de presión estándar de la tropósfera baja, media y alta, con las lluvias acumuladas durante la primera fase del período lluvioso (mayo-junio) sobre la mitad oriental de Cuba (Aroche et al., 1998). Los resultados muestran anomalías positivas en bimestres secos y negativas en bimestres húmedos, en ambos casos progresivamente incrementadas con la altura (Figura 1.54).

Figura 1.54. Características de las anomalías de las alturas geopotenciales en la troposfera sobre la mitad oriental de Cuba en la primera fase del período estacional lluvioso en condiciones secas, normales y húmedas. Anomalías en metros geopotenciales. Unidad: mgp.

Tendencias de las alturas geopotenciales en la tropósfera alta, media y baja, en el período estacional lluvioso sobre la mitad oriental de Cuba.

Adicionalmente a los aspectos mostrados hasta aquí, la marcha temporal de las alturas de presión y sus tendencias en la troposfera baja, media y alta, evaluada por bimestres del período estacional lluvioso, confirman el notable y sostenido incremento de las mismas sobre la tropósfera de la mitad oriental de Cuba (Figura 1.55).

Variaciones de Omega en el período estacional lluvioso en la tropósfera alta, media y baja en la mitad oriental de Cuba.

Dado el incremento de las anomalías positivas observadas en las alturas de las superficies de presión, originadas por el reforzamiento de la cuña anticiclónica oceánica en los niveles troposféricos bajos y medios, así como la mayor frecuencia y persistencia del borde oriental del anticiclón mexicano sobre la mitad oriental de Cuba en la tropósfera alta, en interacción con un desplazamiento hacia el oeste de la vaguada superior medio-oceánica (TUTT), se ha estado produciendo sobre esta región geográfica una sensible y persistente disminución de las corrientes troposféricas verticales ascendentes y un fortalecimiento de las descendentes sobre dicha área (Figura 1.56).

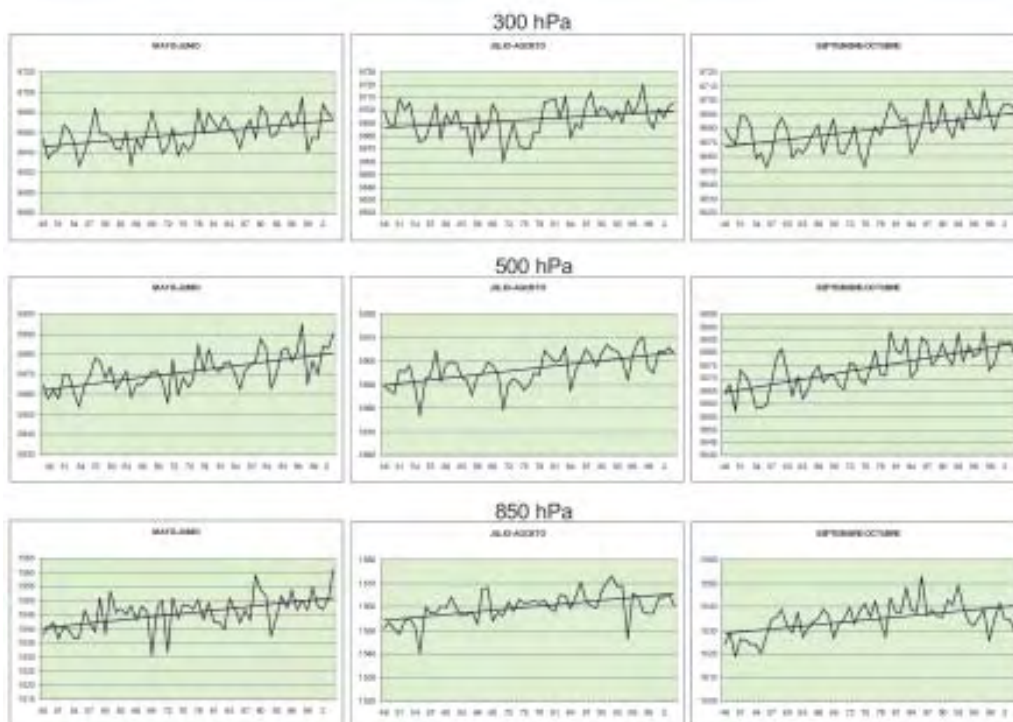


Figura 1.55. Alturas de las superficies de presión y sus tendencias, representativas de la troposfera alta, media y baja, en los bimestres mayo-junio, julio-agosto y septiembre-octubre durante el período 1948-2004. Unidad: mgs*.

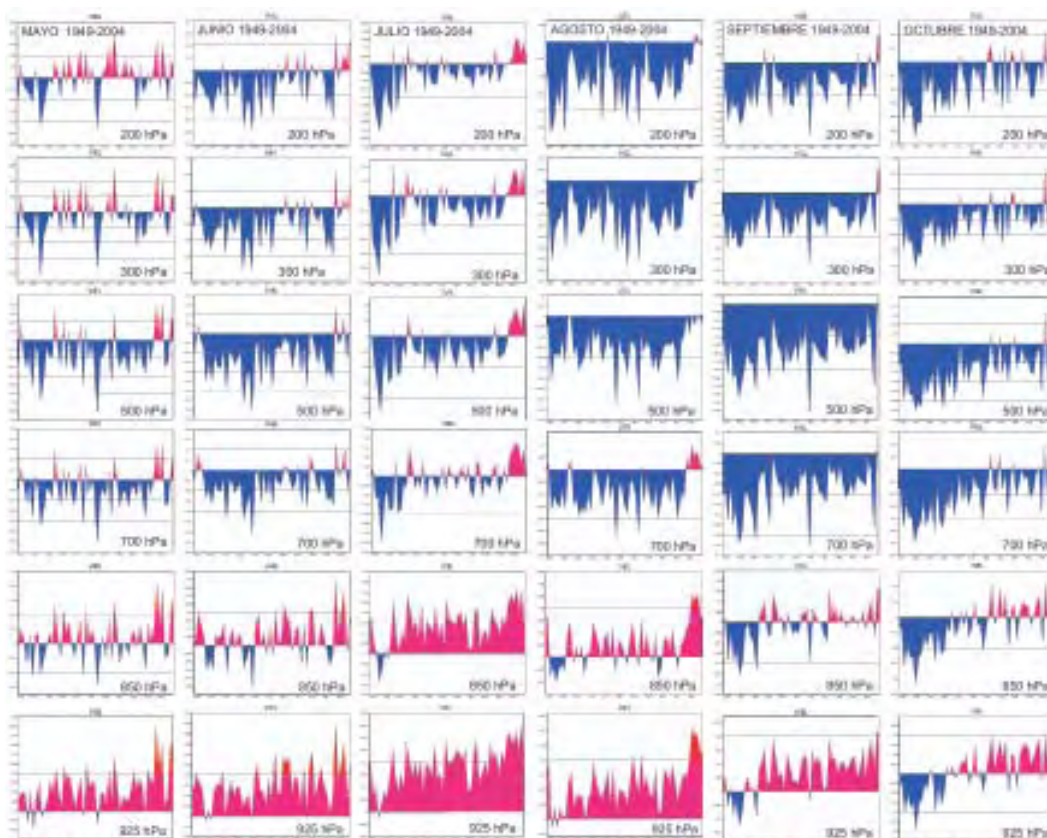


Figura 1.56. Marcha de las velocidades verticales de presión (Omega) en el período estacional lluvioso (mayo-octubre) en las superficies de presión de 925, 850, 700, 500,300 y 200 hPa en el área 20-25 °N y 75-80 °W. Período: 1948-2004. Unidad: Pa/s.

El incremento de las velocidades verticales de presión positivas⁵, ostensiblemente ha creado condiciones atmosféricas desfavorables para el proceso de la convección en meses claves del período lluvioso. Esto se acentuó particularmente en los años más recientes sobre la región oriental de Cuba, cuando las mismas tienen lugar simultáneamente en toda la tropósfera o en gran parte de ella.

Previsiblemente, la zona de mayor interacción entre los sistemas anticiclónicos anteriormente descritos y en consecuencia de máximos velocidades de Omega, se produce justamente en la zona comprendida entre el este de la provincia Camagüey y el Oeste de Holguín.

Comportamiento de Omega en la troposfera alta, media y baja, durante condiciones normales, secas y húmedas en los meses del período estacional lluvioso.

El régimen normal de la velocidad vertical de presión (Omega) en los niveles troposféricos analizados (Figura 1.57), muestra valores máximos y siempre positivos de diciembre a abril, vinculados al fuerte incremento de las componentes zonales del viento del oeste en los niveles medios y altos, así como la actividad anticiclónica migratoria de los niveles bajos, procesos propios del régimen de circulación invernal. Una ligera disminución de las velocidades verticales de presión en enero o febrero, se relaciona con la mayor actividad frontal en ambos meses.

Producto del mayor calentamiento y del predominio de los sistemas tropicales durante la estación de verano, los valores mínimos de las velocidades verticales de presión, principalmente de junio a octubre (siempre negativos, excepto en los niveles troposféricos bajos), se presentan más acentuados en el bimestre septiembre-octubre, siendo este proceso

simultáneo con el mayor ascenso latitudinal de la zona intertropical de convergencia en el Caribe. Un significativo decremento de sus magnitudes negativas e incremento de las positivas en el mes de julio, se encuentra vinculado a la mayor influencia del anticiclón del Atlántico durante dicho mes (con frecuencia en combinación con el anticiclón mexicano) y que en consecuencia genera la llamada sequía intraestival.

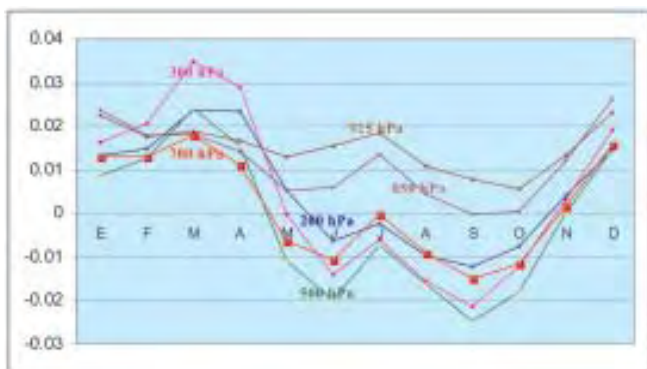


Figura 1.57. Marcha anual de la velocidad vertical de presión (Omega) en los niveles troposféricos altos (200 y 300 hPa), medios (500 y 700 hPa) y bajos (850 y 925 hPa). Período: 1971-2000. Unidad: Pa/s.

Las consecuencias que acarrear las velocidades verticales de presión respecto al proceso de la lluvia, se revelan en las magnitudes que manifiesta el perfil vertical de esta variable durante la ocurrencia de meses secos (rangos deciles 1, 2 ó 3) o húmedos (rangos 8, 9 ó 10) en cada uno de los meses del período estacional lluvioso de la región oriental de Cuba (Figura 1.58).

Un notable incremento de las componentes positivas en los niveles troposféricos bajos y medios, así como una significativa disminución de los valores negativos e incluso cambio a valores positivos en la tropósfera alta se presenta en los casos secos (favoreciendo los movimientos verticales descendentes). Inversamente, un decremento de los valores positivos en la troposfera baja y un incremento notable en la tropósfera media y alta de los negativos tiene lugar en los casos húmedos (favoreciendo los movimientos ascendentes). Este proceso es regulado por la marcha intraestacional de la temperatura en todo el perfil vertical troposférico, produciéndose los mayores contrastes en los meses de principio y fin de temporada.

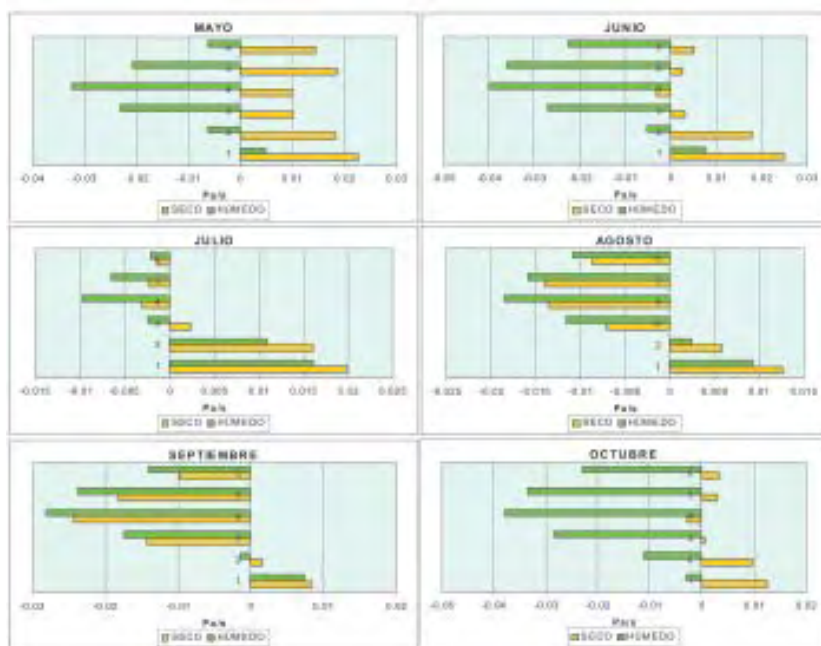


Figura 1.58. Características de las velocidades verticales de presión (Omega) en la troposfera baja, media y alta sobre la mitad oriental de Cuba en meses secos y húmedos de cada uno de los meses del período estacional lluvioso. Alturas: 925 hPa (1), 850 hPa (2), 700 hPa (3), 500 hPa (4), 300 hPa (5) y 200 hPa (6). Período 1961-2004. Unidad: Pa/s.

Distribución espacial de Omega sobre Cuba durante los períodos 1949-76 y 1977-2004.

Consistentemente con lo anteriormente visto, el análisis espacial de Omega sobre el área geográfica de Cuba, a diferentes niveles troposféricos en el período estacional lluvioso de 1977 al 2004, respecto al anterior período 1949-76 (Figura 1.59 a, b y c), deja ver que sobre la mitad oriental del país, en la atmósfera alta y media, las magnitudes de la velocidad vertical de presión negativas han disminuido de uno a otro período de análisis, mientras que en la atmósfera baja se han incrementado las positivas.

Estos cambios propician una inhibición de los movimientos convectivos ascendentes indispensables para el proceso de las lluvias y limitan o modifican las características de influencia de los sistemas organizados productores de las mismas (ondas, hondonadas, frentes, ciclones, etc.) y en consecuencia contribuyen sustancialmente al incremento de los procesos de sequía, tal y como se ha estado observando sobre esta región.

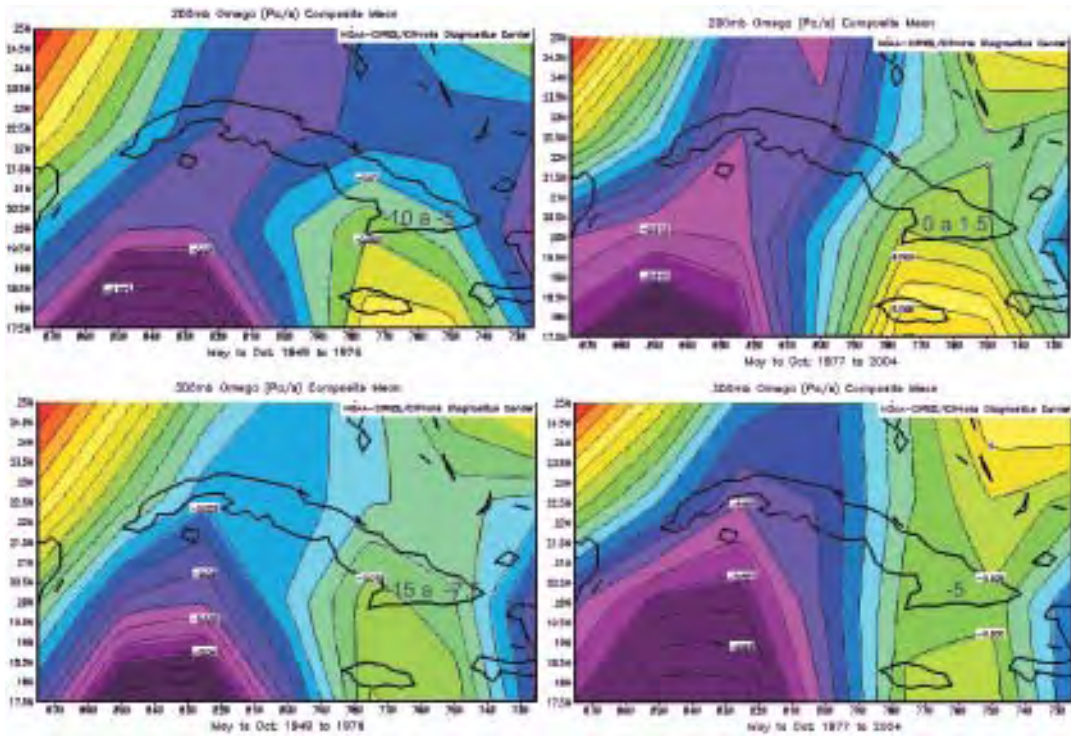


Figura 1.59 a. Variación de Omega⁶ (Pa/s) en las superficies de presión de 200 y 300 hPa. Estación lluviosa (mayo-octubre). Períodos: 1949-76 y 1977-2004.

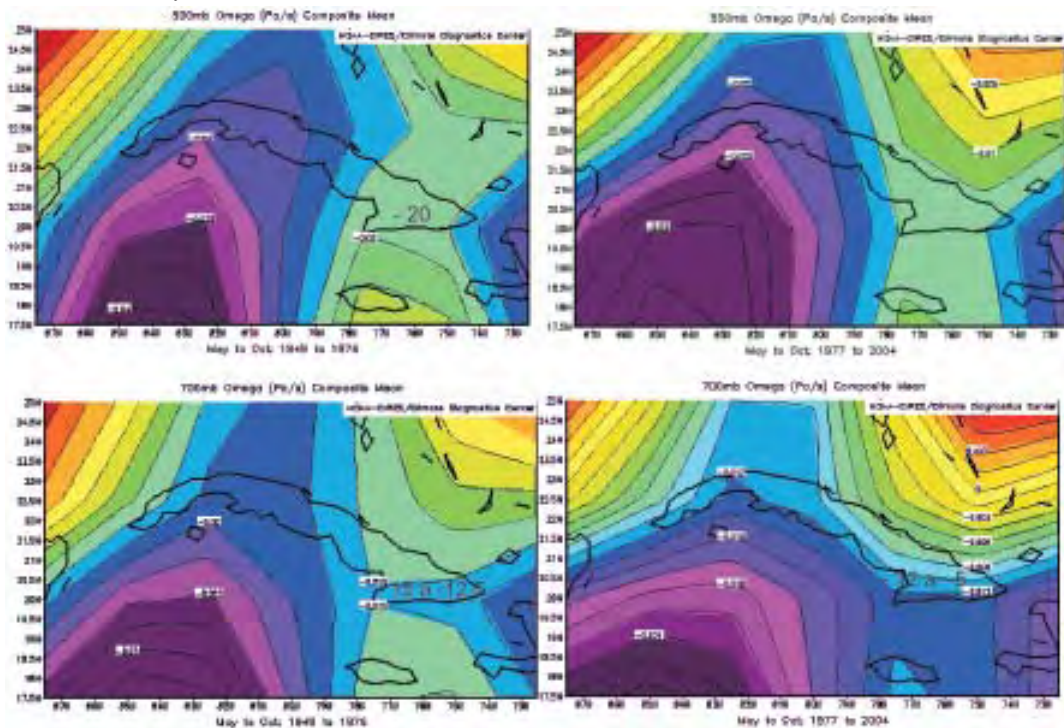


Figura 1.59 b. Variación de Omega (Pa/s) en las superficies de presión de 500 y 700 hPa. Estación lluviosa (mayo-octubre). Períodos: 1949-76 y 1977-2004.

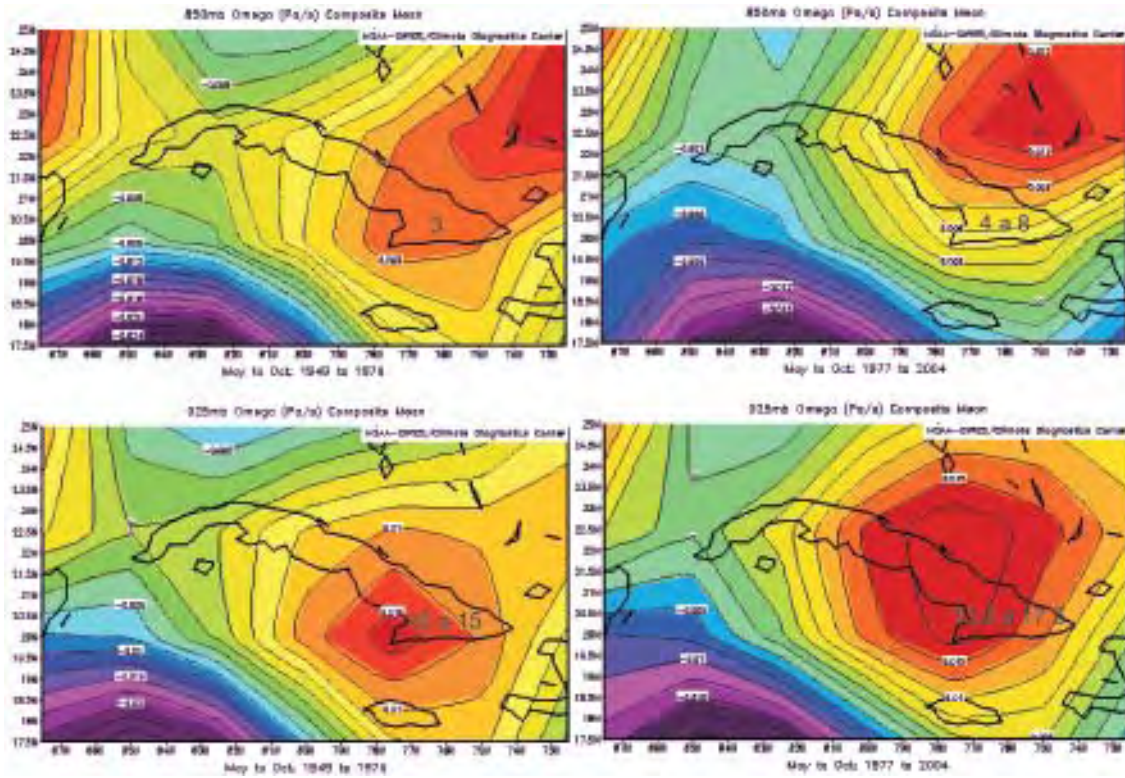


Figura 1.59 c. Variación de Omega (Pa/s) en las superficies de presión de 850 y 925 hPa. Estación lluviosa (mayo-octubre). Períodos: 1949-76 y 1977-2004.

Tendencias de Omega en la troposfera alta, baja y media por bimestres del período estacional lluvioso.

Corroborando los resultados anteriormente presentados, la marcha temporal de las velocidades verticales de presión y sus tendencias en la troposfera baja, media y alta de la mitad oriental de Cuba, también manifiestan un sostenido decremento de las magnitudes negativas e incremento de las positivas durante los bimestres mayo-junio, julio-agosto y septiembre-octubre, prevaleciendo persistentes valores positivos en los años más recientes (Figura 1.60).

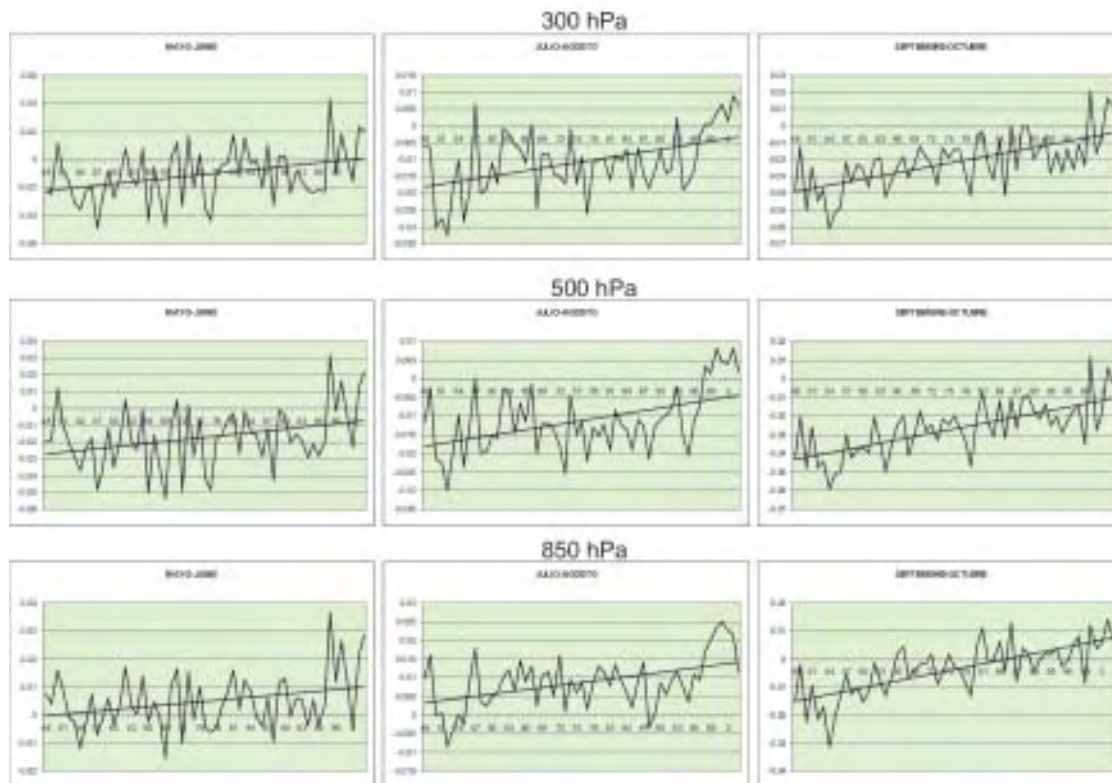


Figura 1.60. Velocidades verticales de presión (Omega) y sus tendencias en la troposfera alta, media y baja en los bimestres mayo-junio, julio-agosto y septiembre-octubre durante el período 1948-2004. Unidad: Pa/s.

Análisis del comportamiento de la radiación de onda larga y del contenido integral de vapor de agua en el período estacional lluvioso en la región oriental de Cuba.

Como consecuencia de las tendencias positivas observadas en las anomalías de las alturas de las superficies de presión y las velocidades verticales de presión sobre la mitad oriental de Cuba, la OLR (radiación de onda larga) similarmente refleja una tendencia positiva, la cual denota el decremento gradual de la nubosidad sobre esta región en los bimestres mayo-junio, julio-agosto y septiembre-octubre del período estacional lluvioso (Figura 1.61).

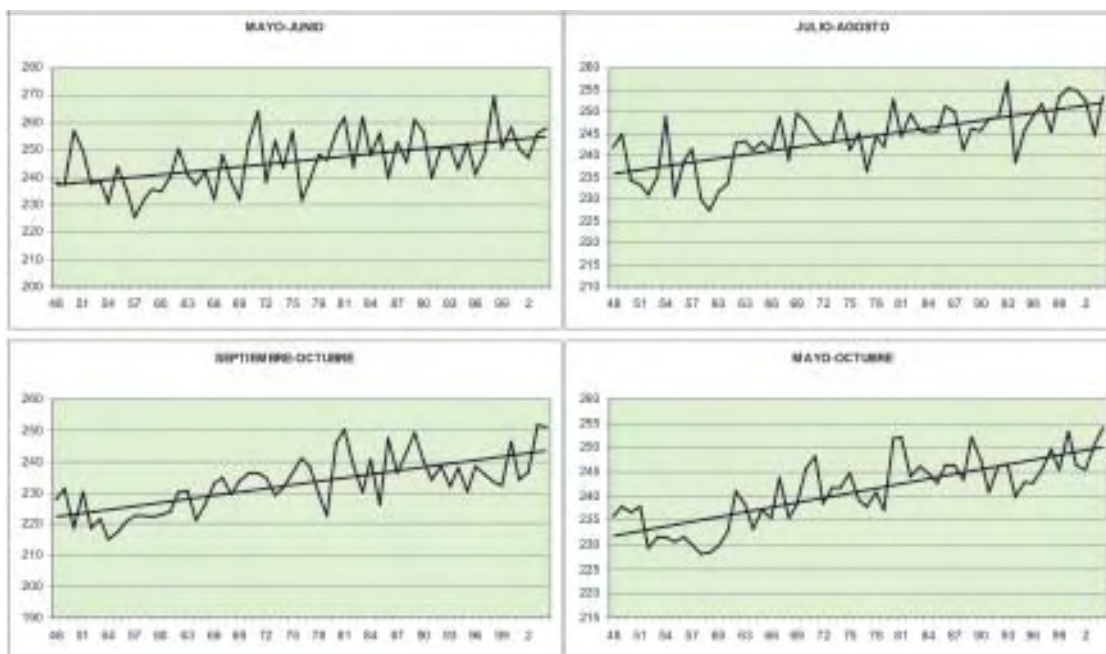


Figura 1.61. Tendencias de la OLR en los bimestres mayo-junio, julio-agosto, septiembre-octubre y mayo-octubre durante el período 1948-2004. Unidad: W/m².

Coherentemente con todo lo anteriormente discutido, el contenido integral de vapor de agua sobre la mitad oriental de Cuba refleja una clara tendencia a su disminución, proceso que también contribuye a favorecer los procesos de sequía en esta región (Figura 1.62).

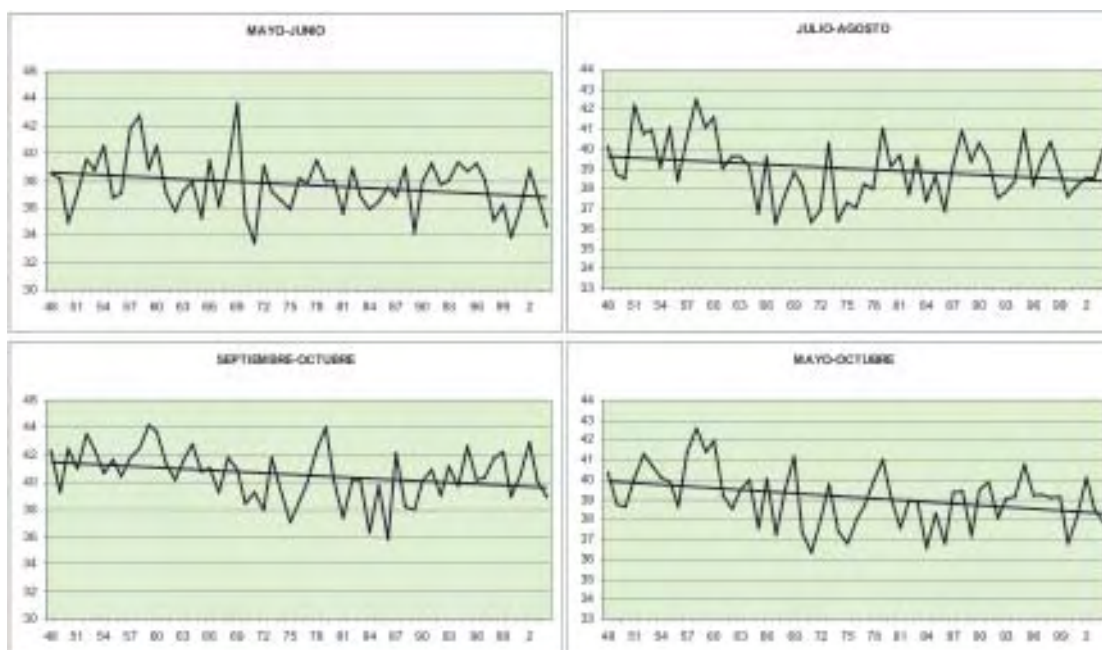


Figura 1.62. Tendencias del contenido integral de vapor de agua en los bimestres mayo-junio, julio-agosto, septiembre-octubre y mayo-octubre durante el período 1948-2004. Unidad: Kg/m².

Superficies de presión y magnitudes de Omega en la tropósfera media alta en los períodos lluviosos de 1991-1997 y 1998-2004.

En la complejidad de procesos asociados a los distintos sistemas atmosféricos que se relacionan con la lluvia y el déficit que ha estado ocurriendo en la región oriental de Cuba, como ya ha sido expresado, los anticiclones subtropical del Atlántico y mexicano han estado ejerciendo un rol destacado, en especial durante períodos de una acrecentada influencia sobre el área de uno u otro, o ambos a la vez.

El comportamiento espacial sobre nuestra región geográfica de las superficies de presión en los niveles altos (200 y 300 hPa) para todo el período estacional lluvioso mayo-octubre durante los períodos 1991-1997 y 1998-2004 (Figura 1.63), revela que en el período más reciente se ha producido un significativo desplazamiento hacia el oeste de la vaguada superior oceánica en los niveles altos, proceso que, en interacción con un robustecimiento y corrimiento al nordeste del anticiclón mexicano, propicia que la dorsal anticiclónica se fortalezca sobre Cuba y genere una mayor influencia de las componentes del noroeste.

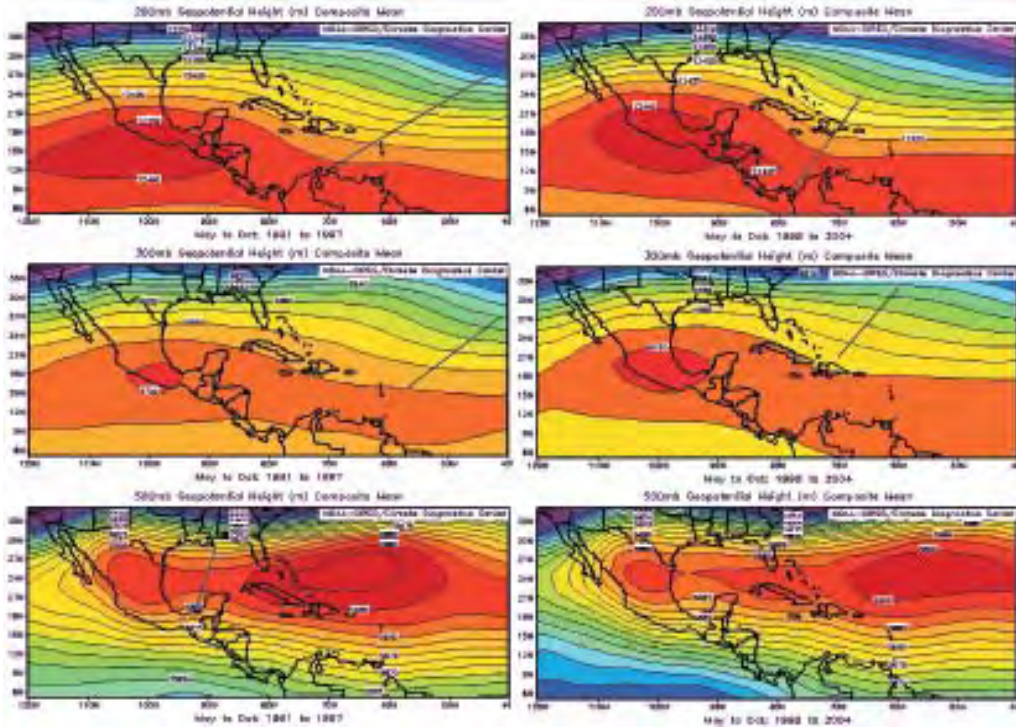


Figura 1.63. Características medias de las superficies de presión de 200, 300 y 500 hPa en el período estacional lluvioso (mayo-octubre) de los años 1991-1997 y 1998-2004.

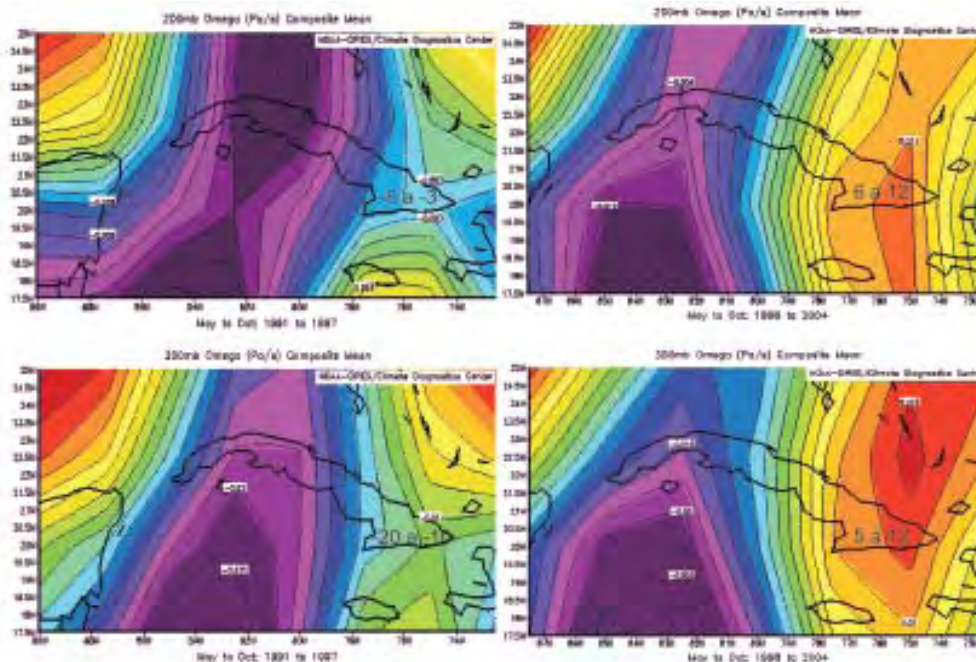


Figura 1.64 a. Omega⁷ (Pa/s) en los niveles troposféricos altos (200 y 300 hPa) en el período estacional lluvioso (mayo-octubre) de los períodos 1991-1997 y 1998-2004.

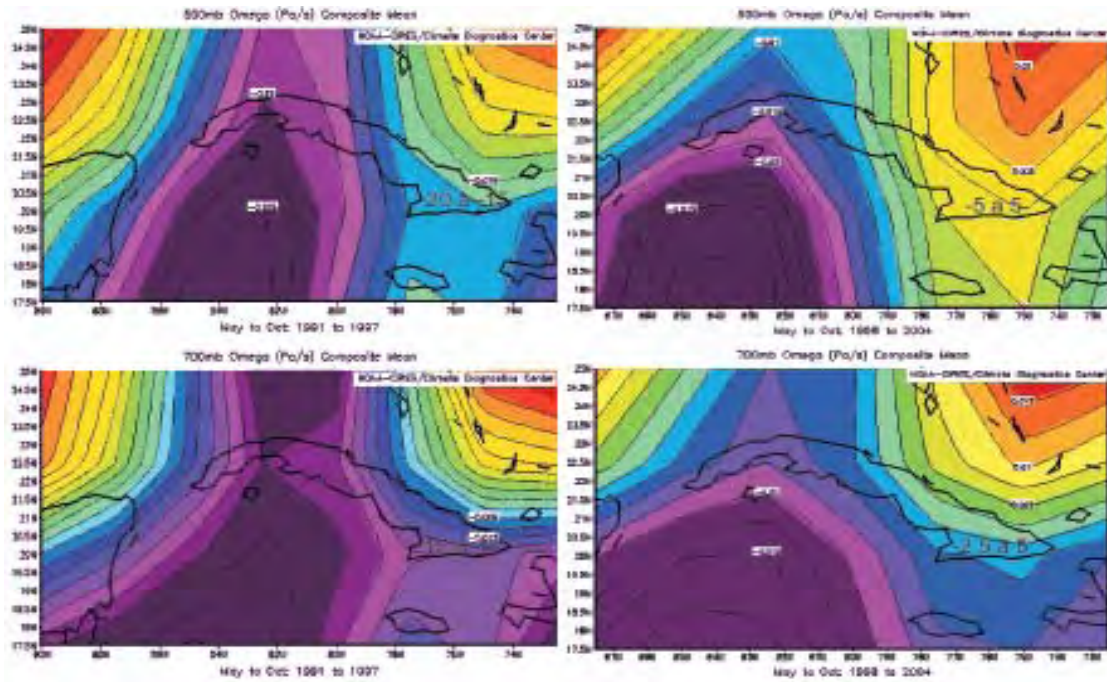


Figura 1.64 b. Omega (Pa/s) en los niveles troposféricos medios (500 y700 hPa) en el período estacional lluvioso (mayo-octubre) de los períodos 1991-1997 y 1998-2004.

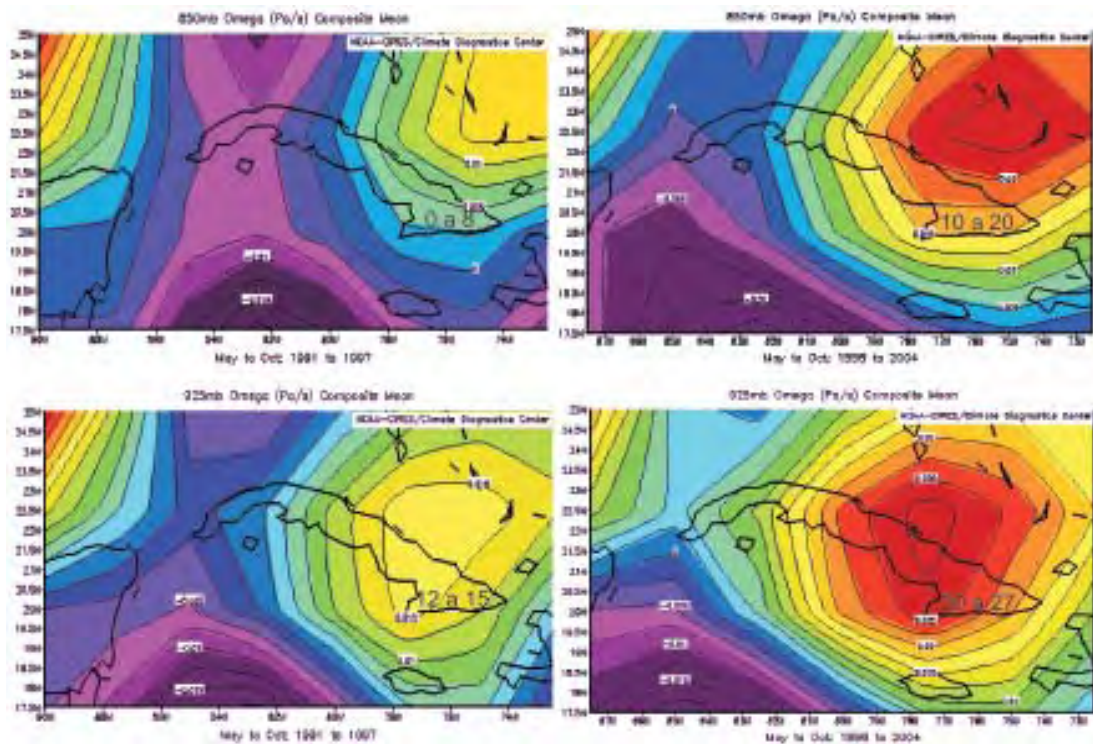


Figura 1.64 c. Omega (Pa/s) en los niveles troposféricos bajos (850 y3925 hPa) en el período estacional lluvioso (mayo-octubre) de los períodos 1991-1997 y 1998-2004.

Por otra parte en los niveles medios, es ostensible el fortalecimiento y desplazamiento también hacia el oeste de la cuña anticiclónica oceánica (como parte del proceso de intensificación de este sistema en todos sus niveles), provocando que la vaguada de niveles medios, normalmente situada al oeste de Cuba, se desplace a su vez, al extremo más occidental del Golfo de México.

Este escenario es consistente con el acentuado decremento de las velocidades verticales negativas o el incremento de las positivas en estos mismos períodos y niveles (Figura 1.64 a, b y c).

El significativo incremento de las máximas velocidades de Omega durante los años más recientes, en toda la estructura troposférica y en especial en los niveles bajos y altos, se localizan precisamente, sobre las provincias de Camagüey, Las Tunas y Holguín, hacia el nordeste, como había sido estimado previamente. Estas características de Omega, justifican los persistentes procesos de sequía ocurridos en dicha región geográfica.

Cambios en las superficies de presión y magnitudes de omega en los meses de junio y octubre en los períodos 1991-1997 y 1998-2004.

Para advertir con mayor precisión los cambios que han tenido lugar entre ambos períodos de referencia, se efectúa el análisis de meses individuales de inicio y fin de temporada (junio y octubre), en las superficies de presión de 200, 300 y 500 hPa (Figuras 1.65 y 1.66).

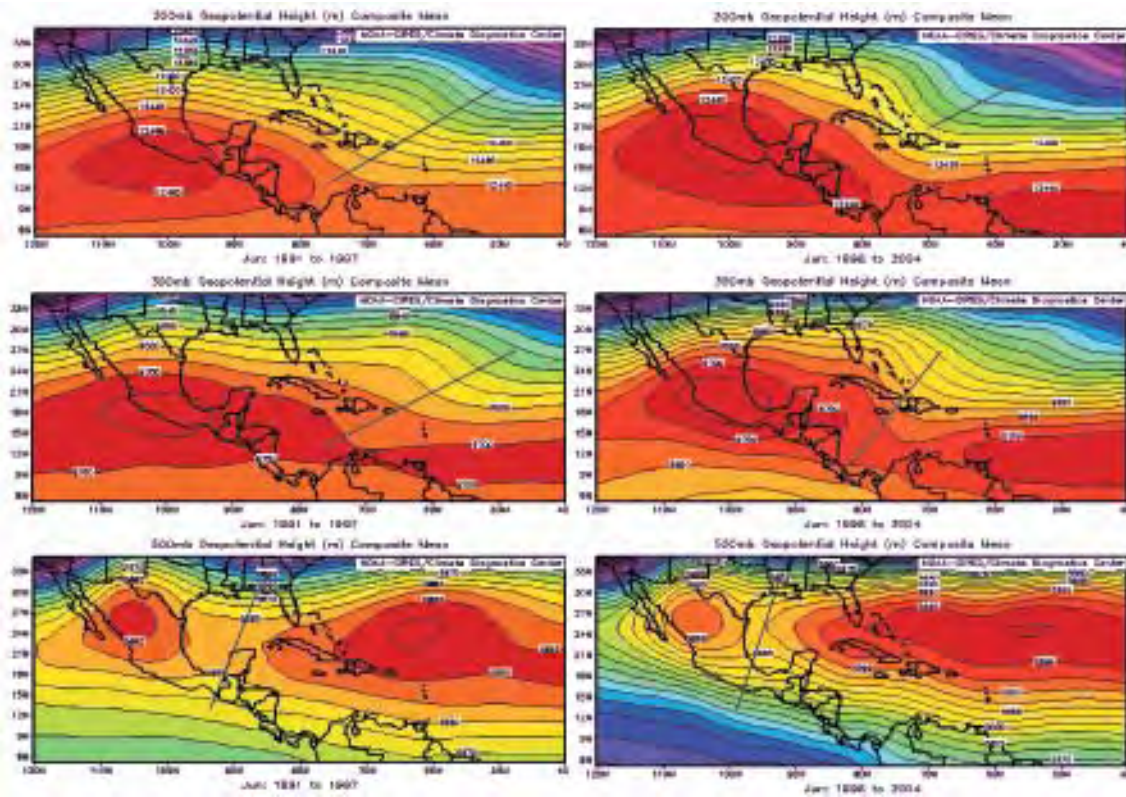


Figura 1.65. Características medias de las superficies de presión de 200, 300 y 500 hPa en el mes de junio de los años 1991-1997 y 1998-2004.

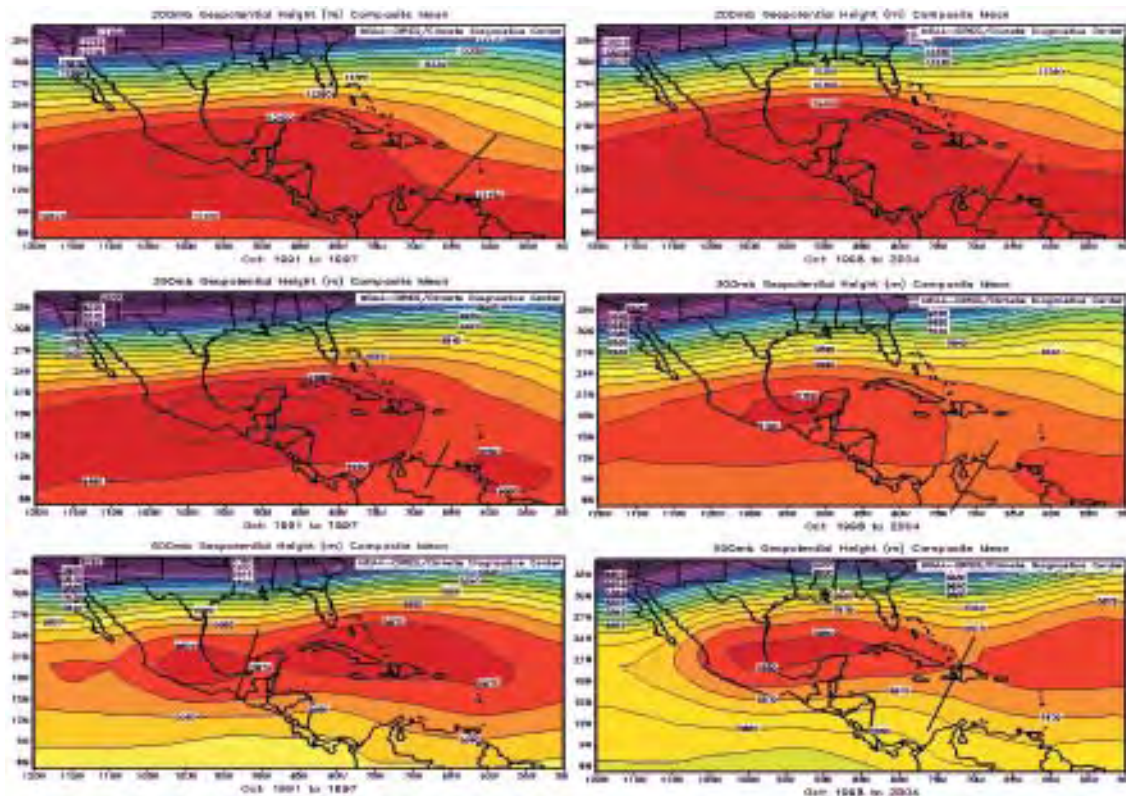


Figura 1.66. Características medias de las superficies de presión de 200, 300 y 500 hPa en el mes de octubre de los años 1991-1997 y 1998-2004.

En junio, de uno a otro período, en los niveles altos se destaca el corrimiento del anticiclón mexicano hacia el nordeste y un significativo desplazamiento al este de la vaguada medio oceánica, mientras que la clásica vaguada de los niveles medios al oeste y cerca de Cuba, muestra un notable desplazamiento hacia la porción más occidental del Golfo de México, producto de una mayor penetración de la cuña anticiclónica oceánica sobre el área, un aumento de las alturas de las superficies de presión y un incremento de las componentes zonales del este.

En octubre, también se observa un incremento de las alturas de las superficies de presión sobre el área en los niveles altos y medios, así como de la influencia sobre Cuba del anticiclón mexicano, bien acentuada incluso, en los niveles medios.

El incremento progresivo de la influencia del anticiclón mexicano, en estrecha interacción con el desplazamiento al oeste de la rama descendente de la vaguada medio oceánica de niveles altos (TUTT), sobre la región oriental de Cuba, sin dudas, acentúa las componentes meridionales del norte del viento en los niveles altos (Figuras 1.67 y 1.68).

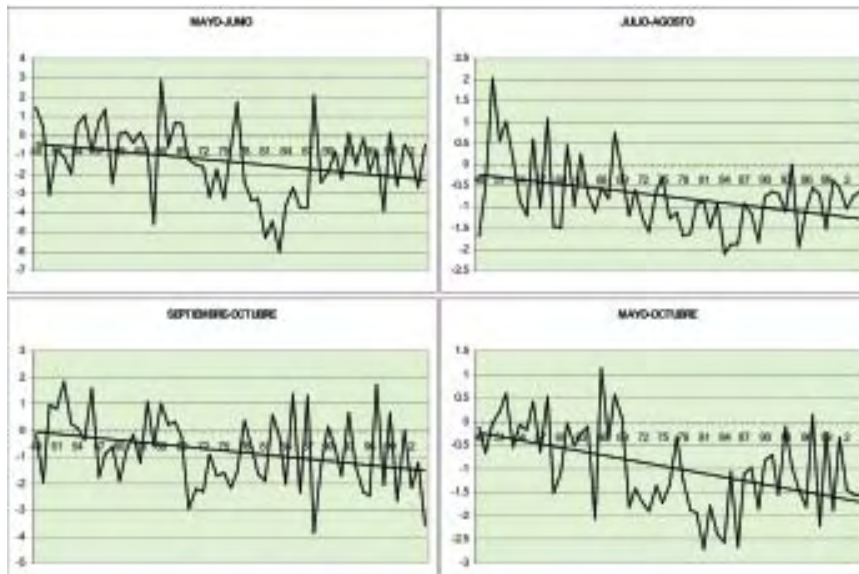


Figura 1.67. Tendencias de las componentes meridionales (+ del sur y - del norte) en 300 hPa sobre la mitad oriental de Cuba en los bimestres mayo-junio, julio-agosto, septiembre-octubre y mayo octubre durante el período 1948-2004. Unidad: (m/s).

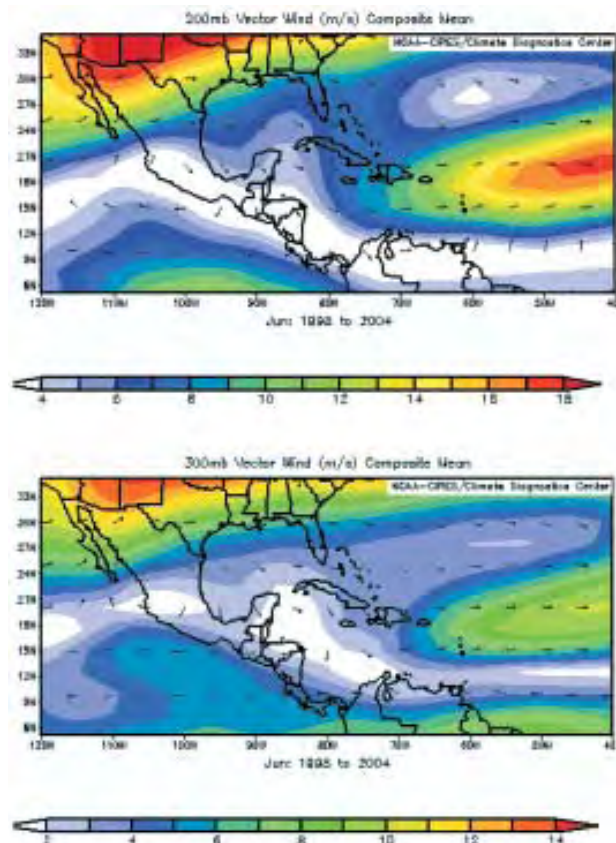


Figura 1.68. Características del vector viento en la tropósfera alta durante el mes de junio del período 1998 al 2004.

La combinación de todos estos factores produce una fuerte advección fría que provoca estabilidad atmosférica, la cual en horarios críticos para el proceso de la lluvia, origina subsidencia (movimientos verticales descendentes) en la altura, que inhibe la actividad convectiva, influyendo también sobre las características y trayectorias de los sistemas organizados productores de la lluvia que habitualmente transitan sobre el archipiélago cubano.

Las Figuras 1.69 a, b y c y 70 a, b y c, muestran las características de las velocidades verticales de presión en la tropósfera alta, baja y media en los meses de junio y octubre de los períodos 1991-97 y 1998-2004.

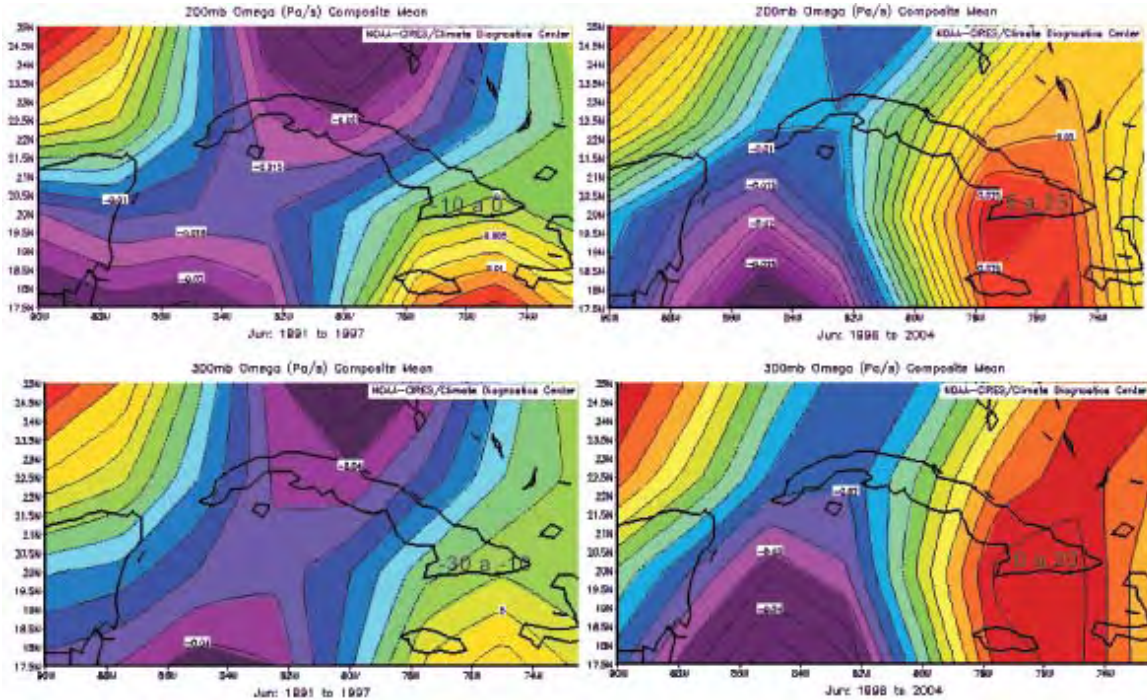


Figura 1.69 a. Omega⁸ (Pa/s) en los niveles troposféricos altos (200 y 300 hPa) en el mes de junio de los períodos 1991-1997 y 1998-2004.

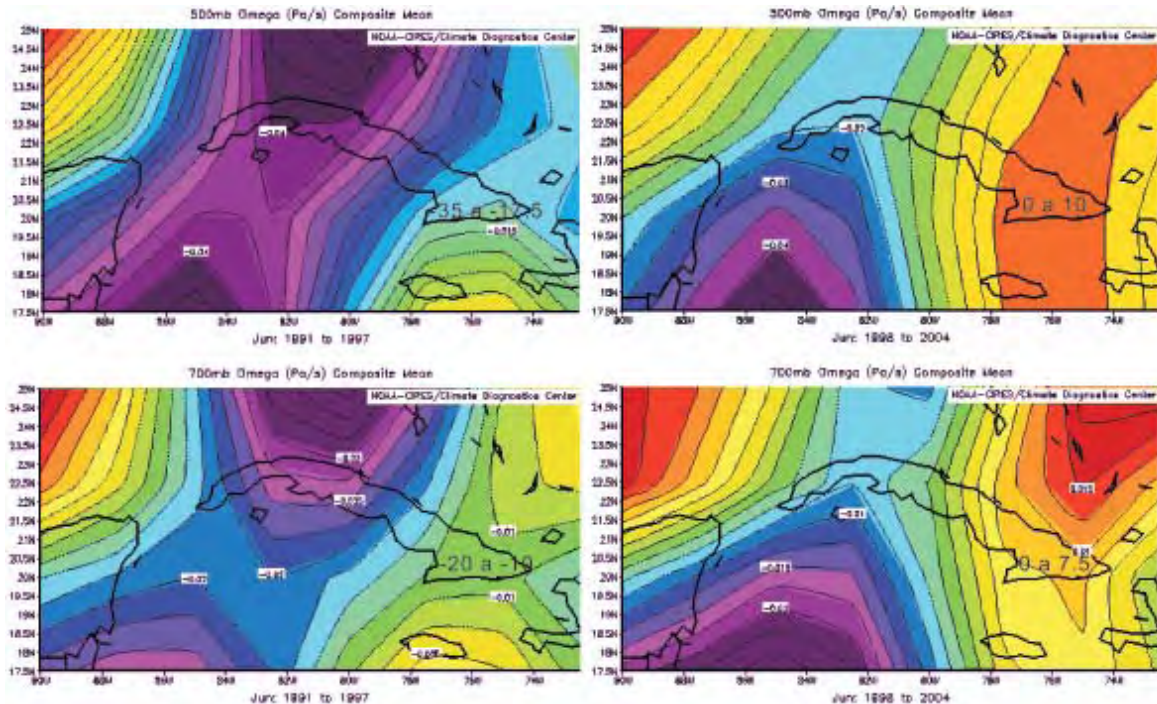


Figura 1.69 b. Omega (Pa/s) en los niveles troposféricos medios (500 y 700 hPa) en el mes de junio de los períodos 1991-1997 y 1998-2004.

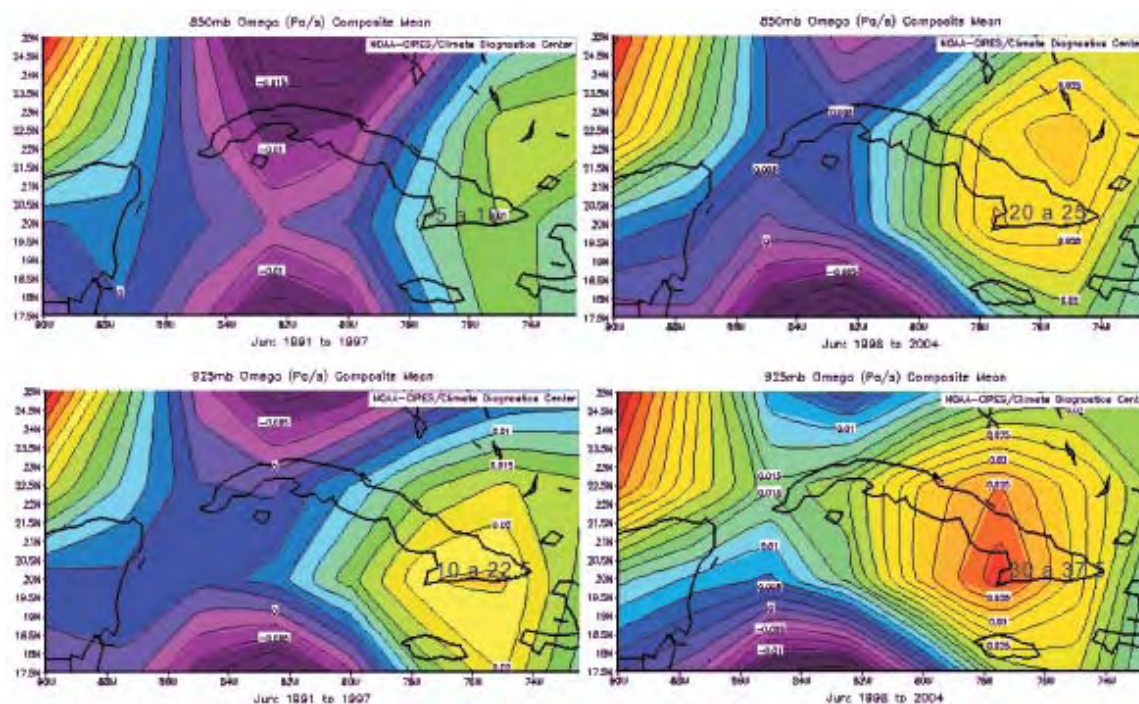


Figura 1.69 c. Omega (Pa/s) en los niveles troposféricos bajos (850 y 925 hPa) en el mes de junio de los períodos 1991-1997 y 1998-2004.

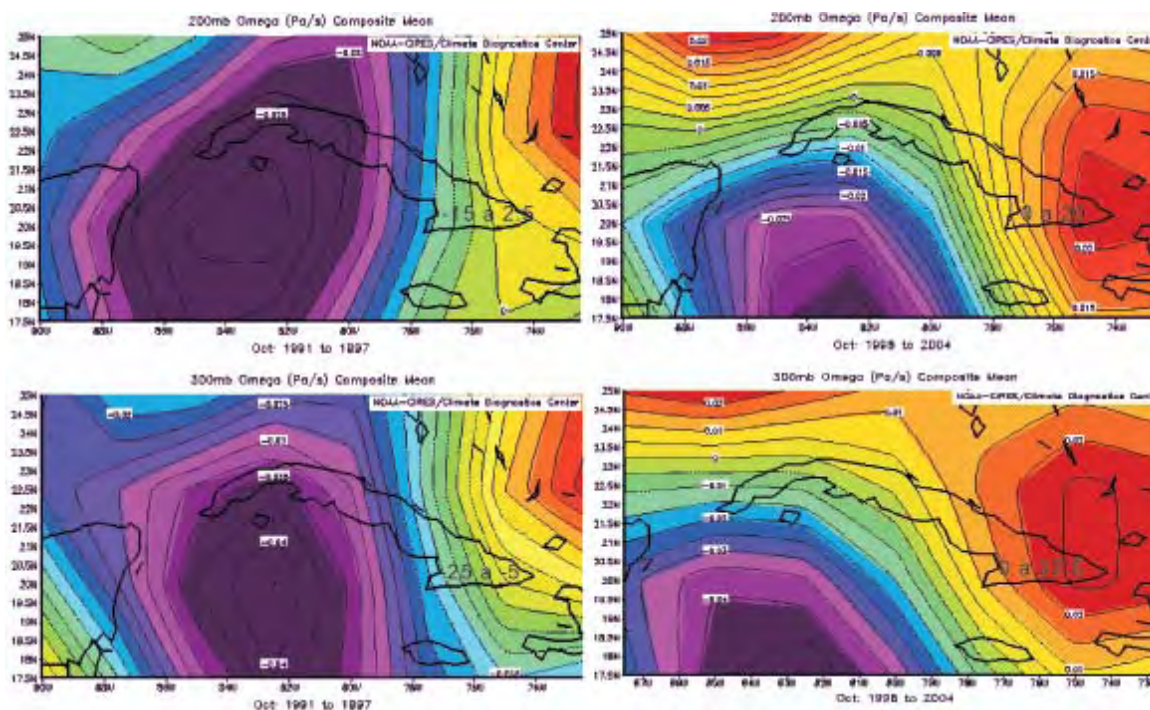


Figura 1.70 a. Omega⁹ (Pa/s) en los niveles troposféricos altos (200 y 300 hPa) en el mes de octubre de los períodos 1991-1997 y 1998-2004.

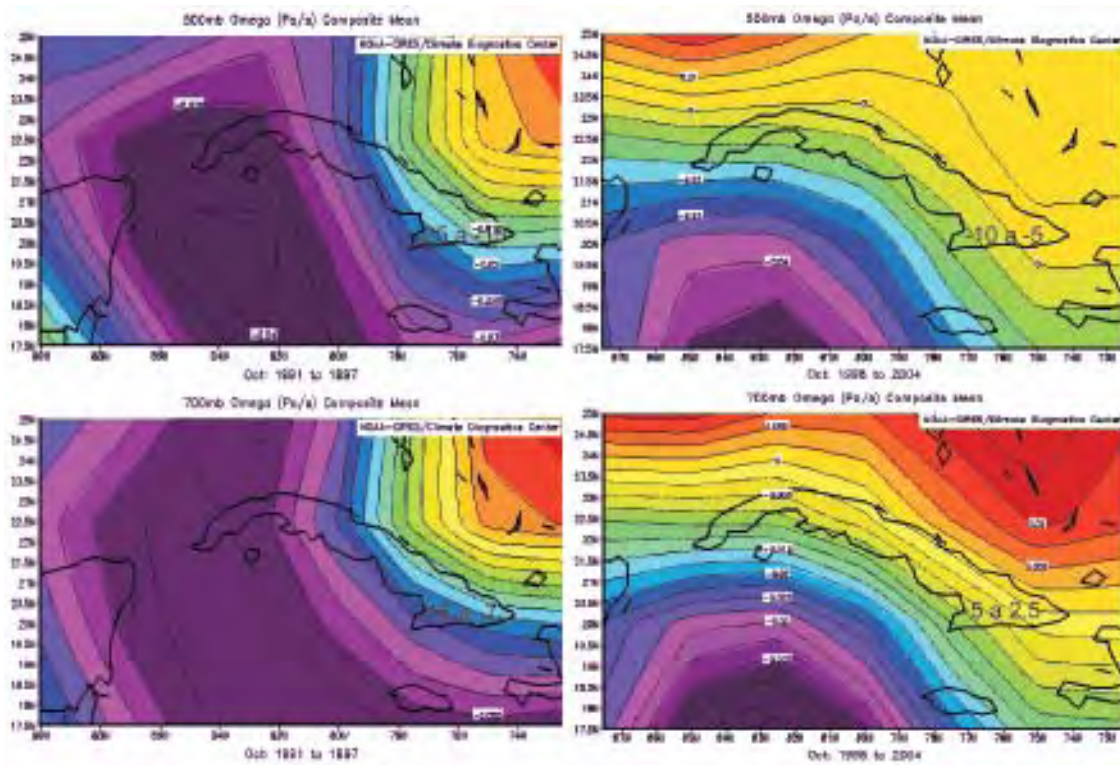


Figura 1.70 b. Omega (Pa/s) en los niveles troposféricos medios (500 y 700 hPa) en el mes de octubre de los períodos 1991-1997 y 1998-2004.

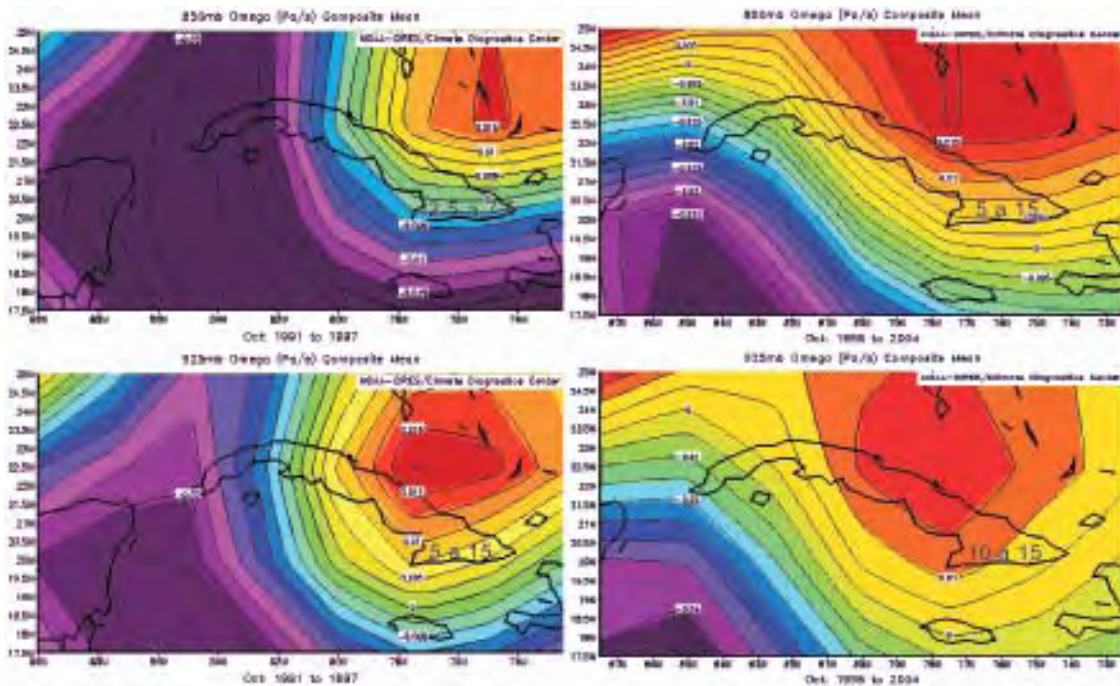


Figura 1.70 c. Omega (Pa/s) en los niveles troposféricos bajos (850 y 925 hPa) en el mes de octubre de los períodos 1991-1997 y 1998-2004.

Evolución histórica de Omega sobre la mitad oriental de Cuba.

La visión conjunta de la evolución de Omega desde 1948 al 2004 evaluada para los períodos estacionales lluvioso y poco lluvioso, confirma el progresivo decremento de los valores negativos e incremento de los positivos, hasta llegar al crítico período de 1998 al 2004 donde las magnitudes alcanzan niveles altamente significativos (Figura 1.71).

Las tendencias indican que el proceso anteriormente descrito es más marcado durante el período estacional lluvioso y que simultáneamente al mismo, viene presentándose una sostenida reducción de las diferencias de esta variable entre ambos períodos estacionales, la cual es mayor en los niveles troposféricos bajos, confirmando de manera general la extensión del período poco lluvioso a expensas de los meses de inicios y fin del período lluvioso.

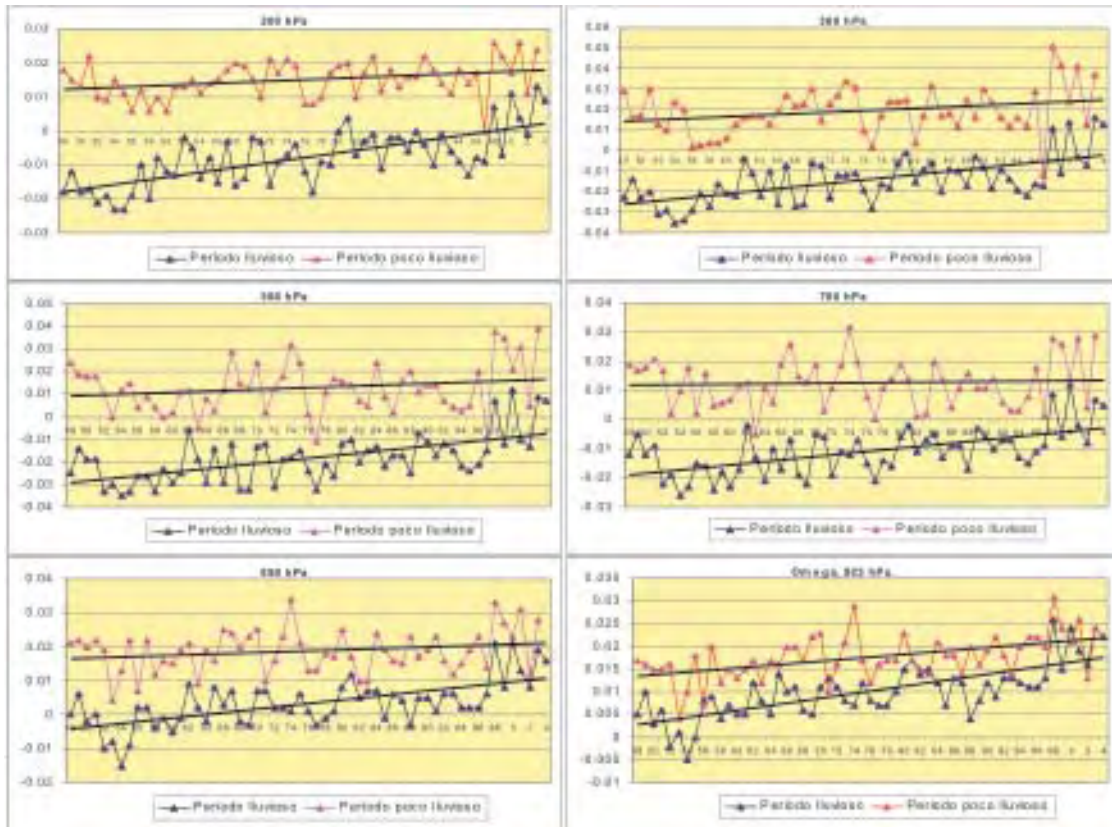


Figura 1.71. Evolución de Omega en el período 1948 al 2004, evaluada para las estaciones lluviosa y poco lluviosa sobre la mitad oriental de Cuba en los niveles troposféricos altos (200 y 300 hPa), medios (500 y 700 hPa) y bajos (850 y 925 hPa).

Para fortalecer el análisis de las tendencias anteriormente presentadas, se aplican los test estadísticos de Spearman, Kendall - Mann y Pettit, que comprueban el nivel de significación y la existencia de puntos de cambio en las series, en este caso correspondientes al período estacional lluvioso.

Los estadígrafos de Spearman y Mann-Kendall muestran una tendencia creciente significativa estadísticamente, en las series de Omega para 925, 850, 700, 500, 300 y 200 hPa, correspondientes al período estacional lluvioso. El estadígrafo de Pettit, (Sneyers, 1990) señala la existencia de valores extremos negativos (indicando un punto de ruptura o cambio, a partir del cual los valores se hacen crecientes) en el año 1979 en todos los niveles (Tabla 1.1). Para el nivel de 925 hPa se observa un punto de cambio altamente significativo entre 1978 y 1979 (Figura 1.72).

Tabla 1.1. Resultados del análisis de tendencia de omega. I-Estadígrafo de Spearman, II-Nivel de significación calculado para el estadígrafo de Spearman, III-Valor del estadígrafo de Mann Kendall, IV-Nivel de significación calculado para el estadígrafo de Mann Kendall, V-Número de cortes entre las series directa y retrógrada del estadígrafo de Mann Kendall, VI-Valor de la abscisa correspondiente al corte entre las series directa y retrógrada del estadígrafo de Mann Kendall (en caso de ser uno), VII-Valor extremo del estadígrafo de Pettit, VIII-Nivel de significación calculado para el estadígrafo de Pettit y IX-Valor de la abscisa correspondiente al valor extremo del estadígrafo de Pettit.

Niveles	Spearman		Kendall - Mann				Pettit		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
200	5.178247	0.0000	5.396938	0.0000	3		-592.0	0.0000	1979
300	4.519916	0.0000	4.619063	0.0000	3		-509.0	0.0003	1979
500	4.328080	0.0000	4.467618	0.0000	1	1987	-523.0	0.0002	1979
700	4.118176	0.0000	4.247335	0.0000	3		-523.0	0.0002	1979
850	4.390530	0.0000	4.474502	0.0000	5		-492.0	0.0004	1979
925	5.435686	0.0000	5.851272	0.0000	1	1978	-607.0	0.0000	1979

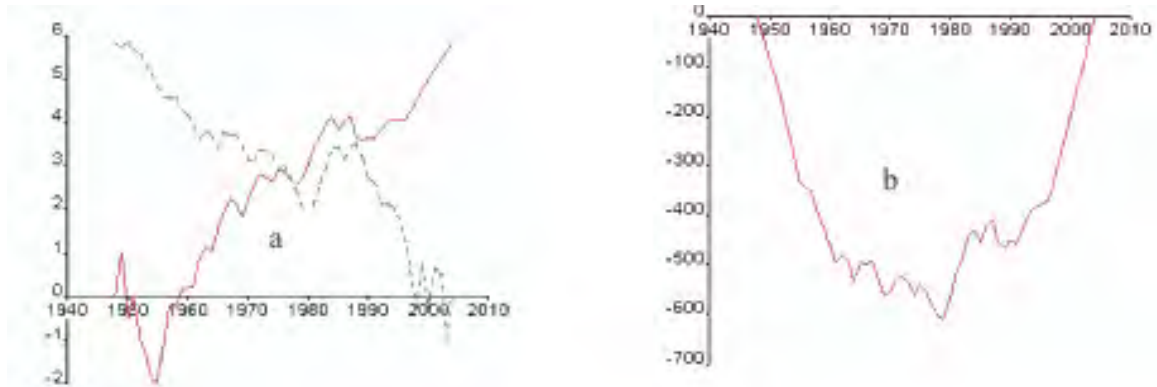


Figura 1.72. a) Curva directa (en línea continua) y retrógrada (línea discontinua) del estadígrafo de Mann- Kendall y b) Estadígrafo de Pettit, para el nivel 925 hPa.

Perfiles verticales de Omega

El análisis temporal de la estructura vertical de Omega sobre diferentes localidades de la región geográfica cubana, no solamente refleja un decremento de las magnitudes negativas y el aumento de las positivas, sino que también muestra como este proceso se manifiesta más fuertemente del Oeste al Este, propiciando progresivamente el establecimiento de condiciones de fondo menos favorables para el proceso de la lluvia sobre la mitad oriental del país e incluso el desarrollo de los procesos de sequía acaecidos en los años más recientes (Figuras 1.73 y 1.74).

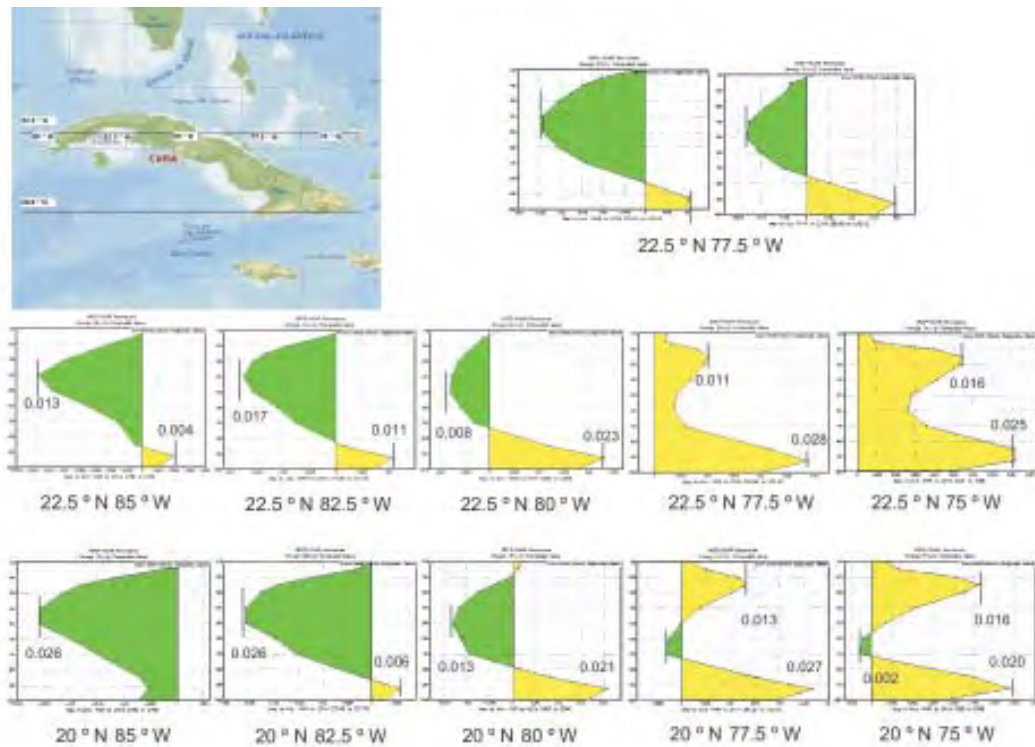


Figura 1.73. Distribución vertical de Omega durante la estación lluviosa, desde 925 a 200 hPa, en 22.5 ° N y 77.5 ° W durante los períodos 1948-76 y 1997-2003, así como sobre las latitudes de 20 ° N y 22.5 ° N y las longitudes de 85 ° W, 82.5 ° W, 80 ° W, 77.5 ° W y 75 ° W, respectivamente, del período 1998 al 2004.

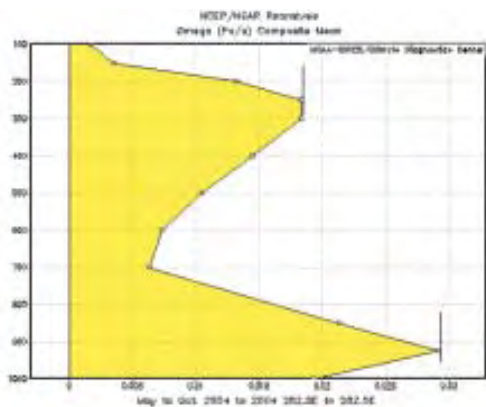


Figura 1.74. Distribución vertical de Omega durante la estación lluviosa del 2004, desde 925 a 200 hPa en 22.5 ° N y 77.5 ° W.

CARACTERÍSTICAS ESPACIO-TEMPORALES DE LOS ACUMULADOS DE LA LLUVIA Y LA SEQUÍA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Este análisis contiene el comportamiento general de los acumulados de la lluvia en la República Dominicana en el período 1971 al 2004, a partir de 23 estaciones pluviométricas seleccionadas, representativas del país, que facilitan el seguimiento y la confección de la climatología de los eventos de sequía ocurridos en el período de estudio. Se centra la atención en la ocurrencia de déficit significativos en la escala de períodos estacionales consecutivos, donde ha estado presente el fenómeno de la sequía. La norma utilizada en este caso se corresponde con el período 1971-2000.

Características generales de la lluvia. Principales períodos de déficit.

Estación Aeropuerto La Unión

En la estación meteorológica Aeropuerto La Unión, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1496 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de octubre a mayo que acumula el 68% del total anual y un período poco lluvioso de junio a septiembre, el cual recibe el 32% restante (Figura 1.75a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1275 mm y un 70% inferiores a 1763 mm (Figura 1.75 c). Los meses menos lluviosos son junio y julio, mientras que los más lluviosos son noviembre y diciembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 1987 con 495 mm y el extremo mensual mínimo en junio de 1991, cuando solo se alcanzaron 0.8 mm (Figura 1.75 d).

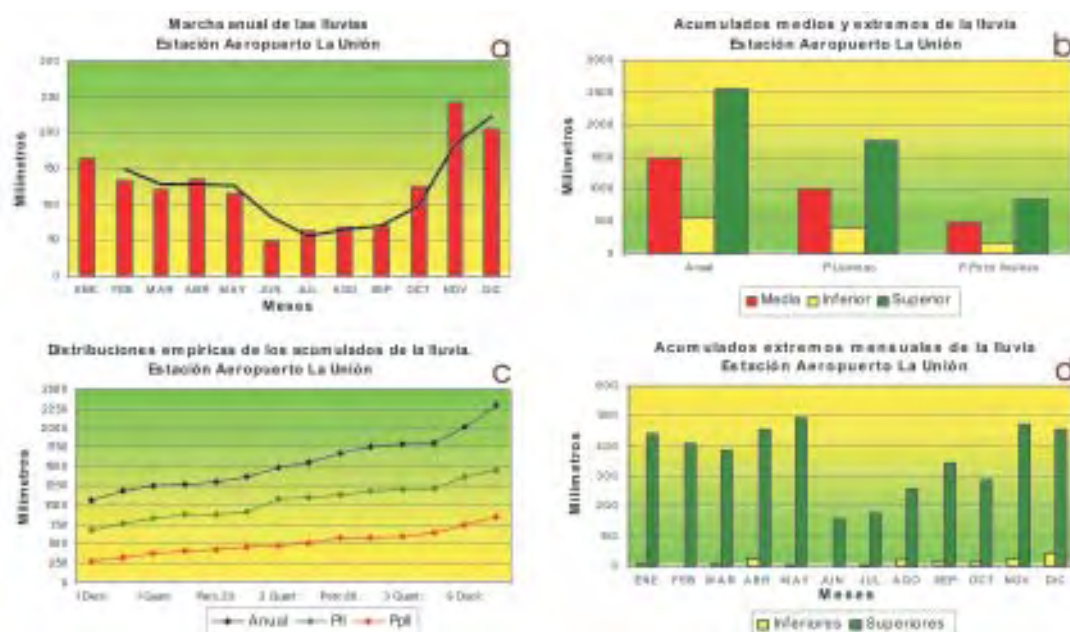


Figura 1.75. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Aeropuerto La Unión.

Una tendencia creciente en un proceso irregular de los acumulados anuales de la lluvia se reflejó desde 1972 hasta 1993, a partir del cual comenzó un descenso de estos acumulados hasta el año 2002, cuando se reinició un ascenso que permaneció hasta el final del período estudiado (Figura 1.76 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1999 hasta el poco lluvioso 2002-2003, presentándose 8 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5. Otros no menos importantes a destacar fueron los ocurridos desde el período lluvioso de 1976 al período lluvioso de 1977 y desde el período poco lluvioso 1996-1997 hasta el poco lluvioso 1997-1998, los cuales comprendieron 3 períodos estacionales consecutivos, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 2 (Figura 1.76 b).

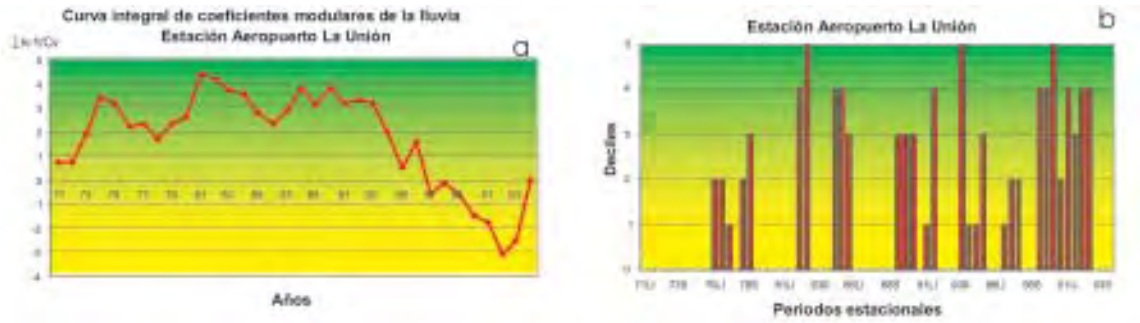


Figura 1.76. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Aeropuerto La Unión.

Estación Imbert

En la estación meteorológica Imbert, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1587 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de octubre a mayo que acumula el 81% del total anual y un período poco lluvioso de junio a septiembre, el cual recibe el 19% restante (Figura 1.77 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1281 mm y un 70% inferiores a 1762 mm. (Figura 1.77 c). Los meses menos lluviosos son julio y agosto, mientras que los más lluviosos son noviembre y diciembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en diciembre de 1980 con 632 mm y el extremo mensual mínimo en mayo de 2003, cuando sólo se alcanzaron 0.6 mm (Figura 1.77 d).

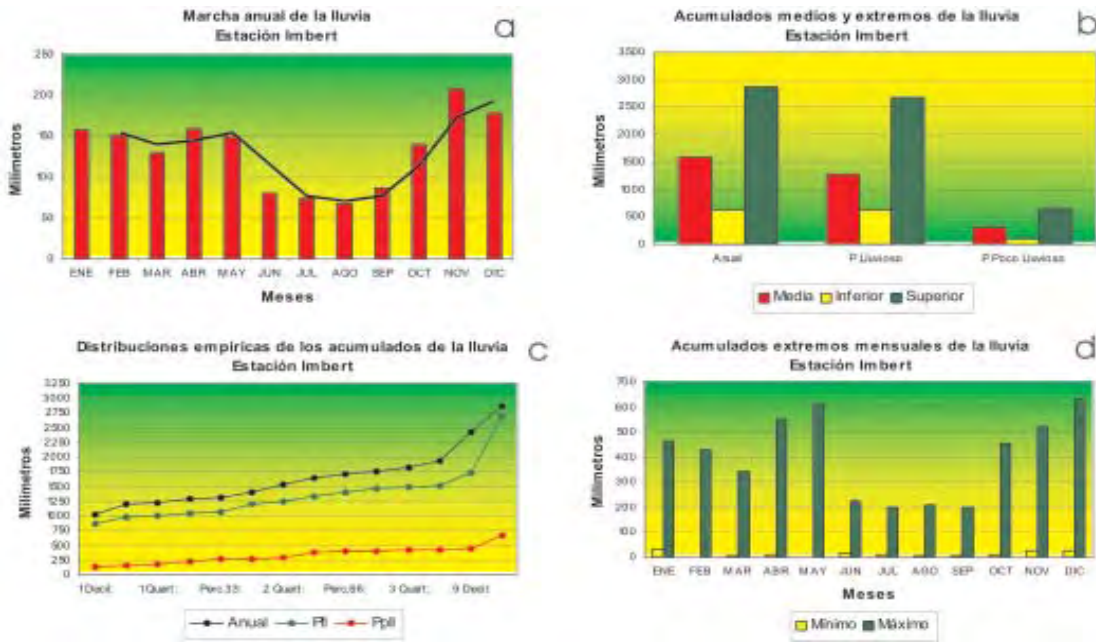


Figura 1.77. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Imbert.

La tendencia decreciente de los acumulados anuales de la lluvia se reflejó desde 1972 hasta el año 1978, a partir del cual comenzó un ascenso creciente de los mismos, que permaneció hasta finales de la década de los 80, cuando se reinicia un nuevo descenso que duró hasta el año 2002. En los años finales del período estudiado se aprecia un comportamiento estable (Figura 1.78 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1976 hasta el poco lluvioso 1978-1979 presentándose 6 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 3. No menos importante a destacar fue el ocurrido desde el período poco lluvioso del 2000-2001 al lluvioso del 2003, con 6 períodos estacionales consecutivos, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia también fueron iguales o inferiores a 3 (Figura 1.78 b).

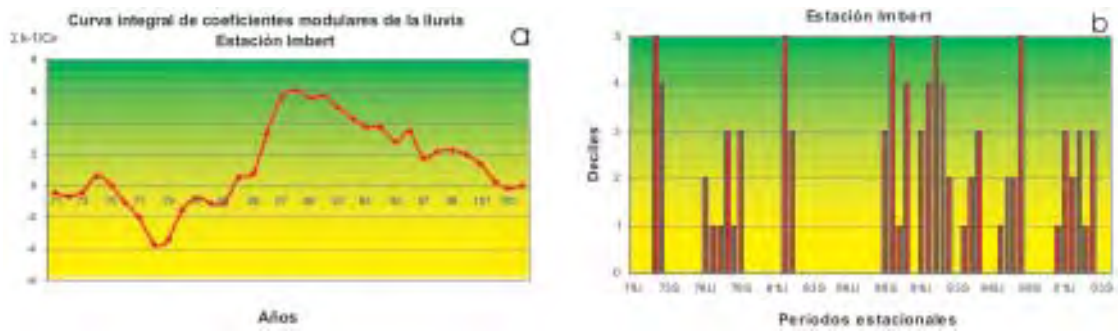


Figura 1.78. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Imbert.

Estación Nagua

En la Estación meteorológica Nagua, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1932 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de octubre a mayo que acumula el 73% del total anual, presentando un mínimo intraestival en los meses de febrero y marzo y un período poco lluvioso de junio a septiembre, el cual recibe el 27% restante (Figura 1.79 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 451 mm y un 70% inferiores a 666 mm. (Figura 1.79 c). El mes menos lluvioso es junio, mientras que los más lluviosos son octubre y noviembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en el mes de abril de 2004 con 487 mm y el extremo mensual mínimo en marzo de 2003, cuando sólo se alcanzaron 8.4 mm (Figura 1.79 d).

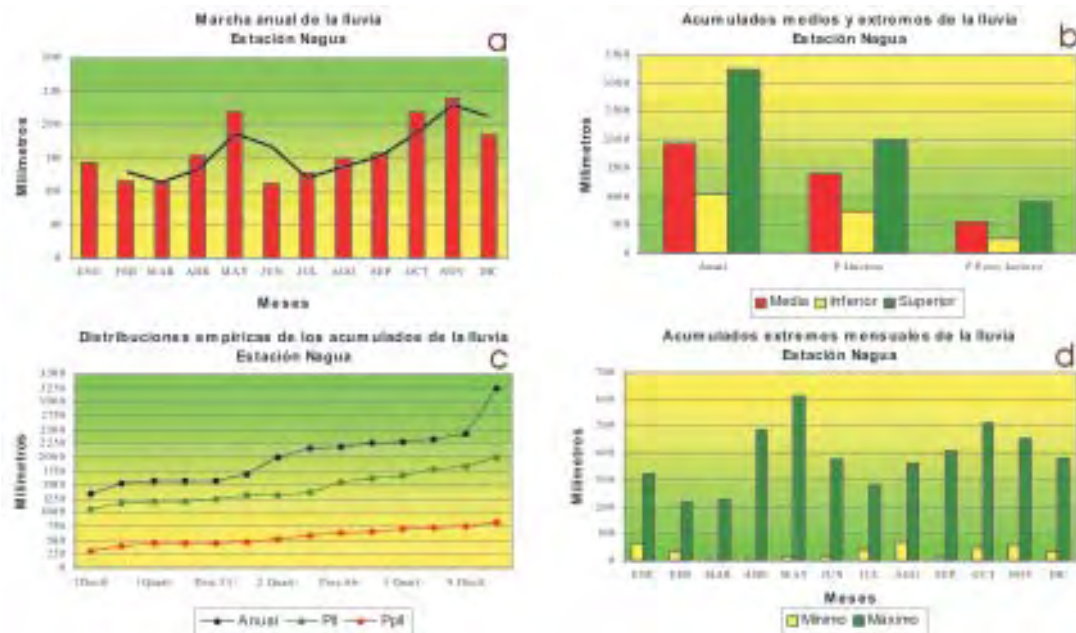


Figura 1.79. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Nagua.

Una tendencia decreciente de los acumulados anuales de la lluvia se reflejó desde el año 1971 hasta el comienzo de la década de los 80, a partir de la cual comenzó un progresivo ascenso hasta el año 1996, cuando se reinició un nuevo descenso que permaneció hasta el año 2003 (Figura 1.80 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período poco lluvioso de 1996-1997 hasta el poco lluvioso 2002-2003, presentándose 14 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5. Otro no menos importante a destacar fue el ocurrido desde el período lluvioso de 1974 al poco lluvioso de 1978-1979, el cual comprendió 10 períodos estacionales consecutivos, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia también fueron iguales o inferiores a 5 (Figura 1.80 b).

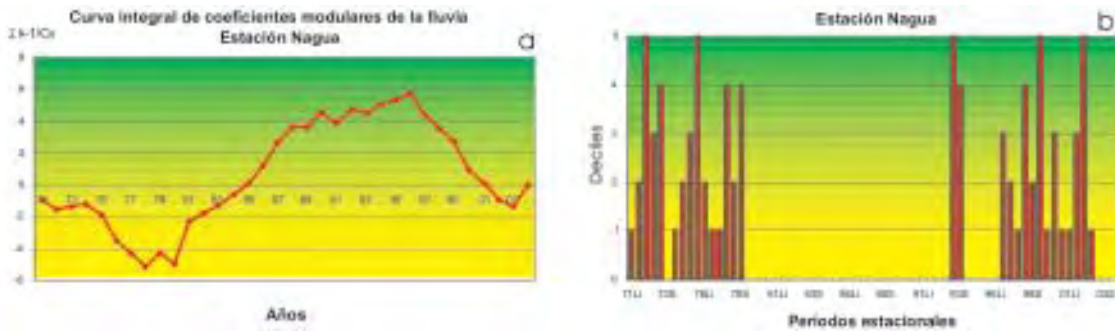


Figura 1.80. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Nagua.

Estación Gaspar Hernández

En la estación meteorológica Gaspar Hernández, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1786 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de octubre a mayo que acumula el 58% del total anual y un período poco lluvioso de junio a septiembre, el cual recibe el 42% restante (Figura 1.81 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1449 mm y un 70% inferiores a 2031 mm (Figura 1.81 c). Los meses menos lluviosos son junio y septiembre, mientras que los más lluviosos son noviembre y diciembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en noviembre de 1996 con 622 mm y el extremo mensual mínimo en marzo, junio y octubre de los años 2003, 1985 y 2002 respectivamente, cuando no llovió (Figura 1.81 d).

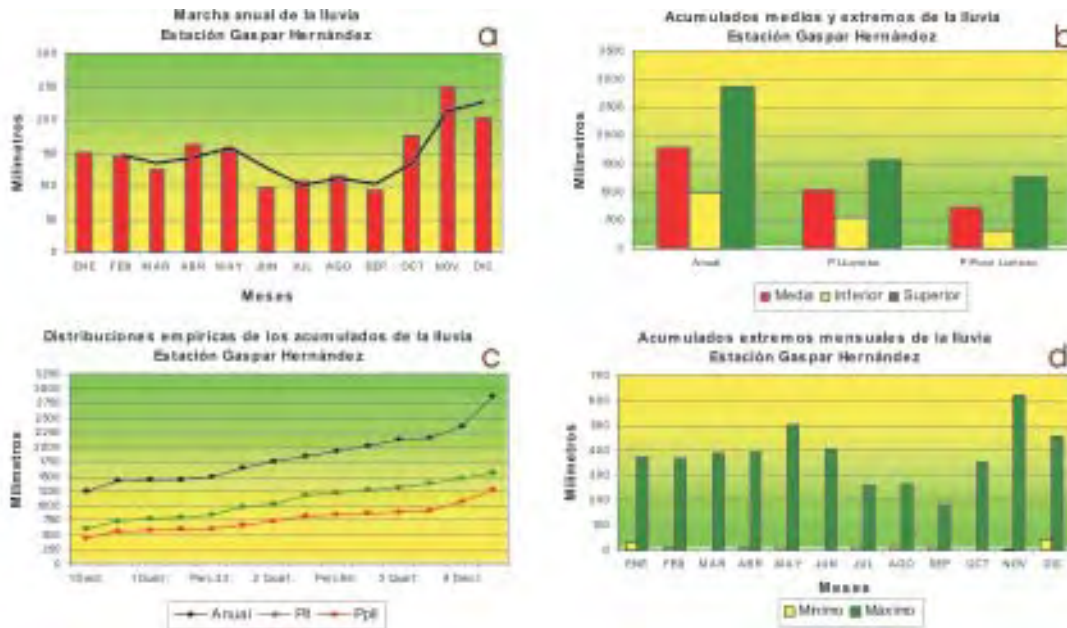


Figura 1.81. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Gaspar Hernández.

Una tendencia creciente en un proceso irregular de los acumulados anuales de la lluvia se reflejó desde 1971 hasta finales de la década de los 80, a partir de la cual comenzó un descenso de estos acumulados hasta el año 1993, cuando se reinició un período relativamente estable alrededor de su media, que permaneció hasta finales del período estudiado (Figura 1.82 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período poco lluvioso de 1987-1988 hasta el poco lluvioso 1992-1993, presentándose 11 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5. Otros períodos de déficit, fueron los ocurridos desde 1976 a 1977 y el del período poco lluvioso de 2001-2002 al poco lluvioso 2002-2003, con 3 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 4, respectivamente (Figura 1.82 b).

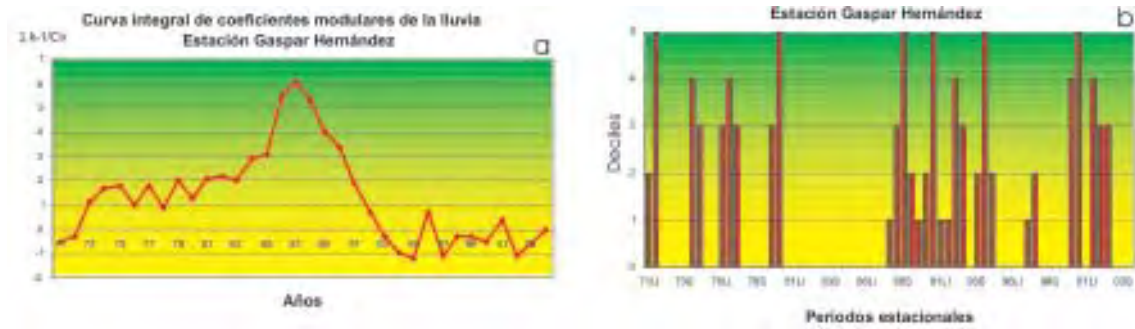


Figura 1.82. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Gaspar Hernández.

Estación Arroyo Barril

En la estación meteorológica Arroyo Barril, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 2168 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a noviembre que acumula el 68% del total anual y un período poco lluvioso de diciembre a abril, el cual recibe el 32% restante. (Figura 1.83 a y b)

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1966 mm y un 70% inferiores a 2221 mm (Figura 1.83 c). Los meses menos lluviosos son febrero y marzo, mientras que los más lluviosos son octubre y noviembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en noviembre de 1996 con 667.5 mm y el extremo mensual mínimo en marzo de 1977, cuando solo se alcanzaron 5.5 mm (Figura 1.83 d).

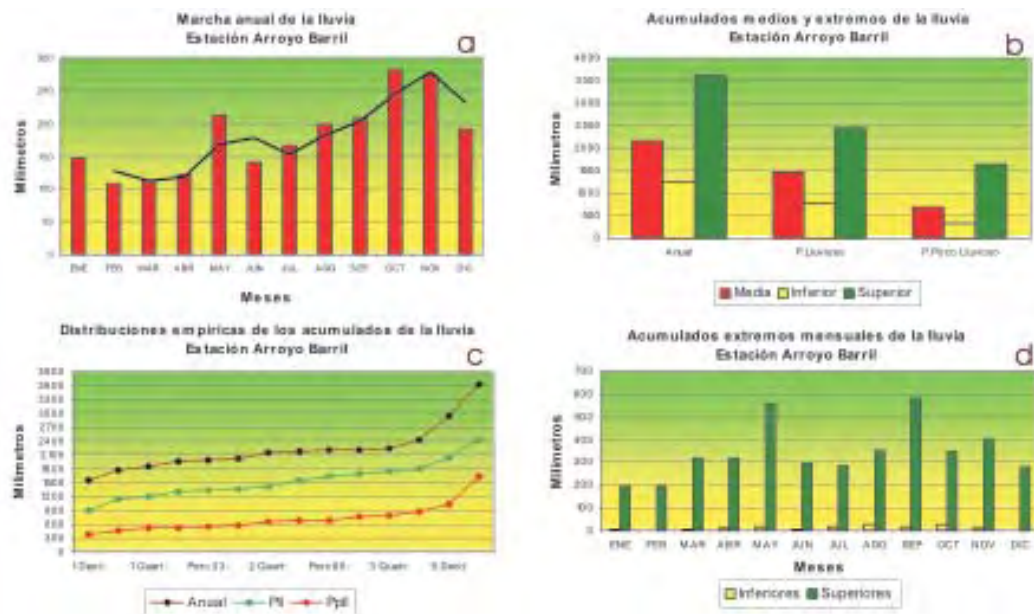


Figura 1.83. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Arroyo Barril.

Una tendencia decreciente en un proceso irregular de los acumulados anuales de la lluvia se reflejó desde 1971 hasta mediados de la década de los 90, a partir de la cual se inició un ascenso de estos acumulados hasta el año 2000, en el que comenzó un nuevo período de decremento de los mismos que permaneció hasta finales del período estudiado (Figura 1.84 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1989 hasta el poco lluvioso 1990-1991, presentándose 4 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 4. Otro no menos importante fue el ocurrido desde el período estacional poco lluvioso de 1992-1993 hasta el lluvioso de 1995, en los que en 4 períodos estacionales consecutivos los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (Figura 1.84 b).

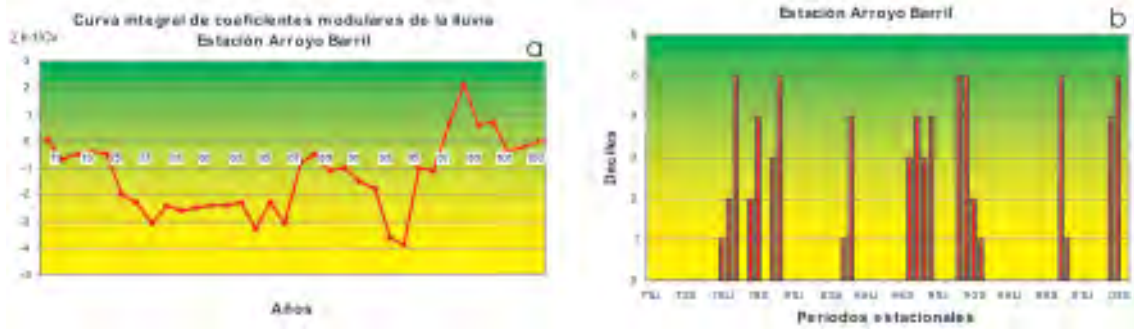


Figura 1.84. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Arrollo Barril.

Estación Sabana de la Mar

En la estación meteorológica Sabana de la Mar, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 2351 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a noviembre, que acumula el 69% del total anual y un período poco lluvioso de diciembre a abril, el cual recibe el 31% restante (Figura 1.85 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 600 mm y un 70% inferiores a 872 mm (Figura 1.85 c). Los meses menos lluviosos son, febrero y marzo mientras que los más lluviosos son octubre y noviembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 1987 con 702.6 mm y el extremo mensual mínimo en marzo de 2003 cuando solo se alcanzaron 6.3 mm (Figura 1.85 d).

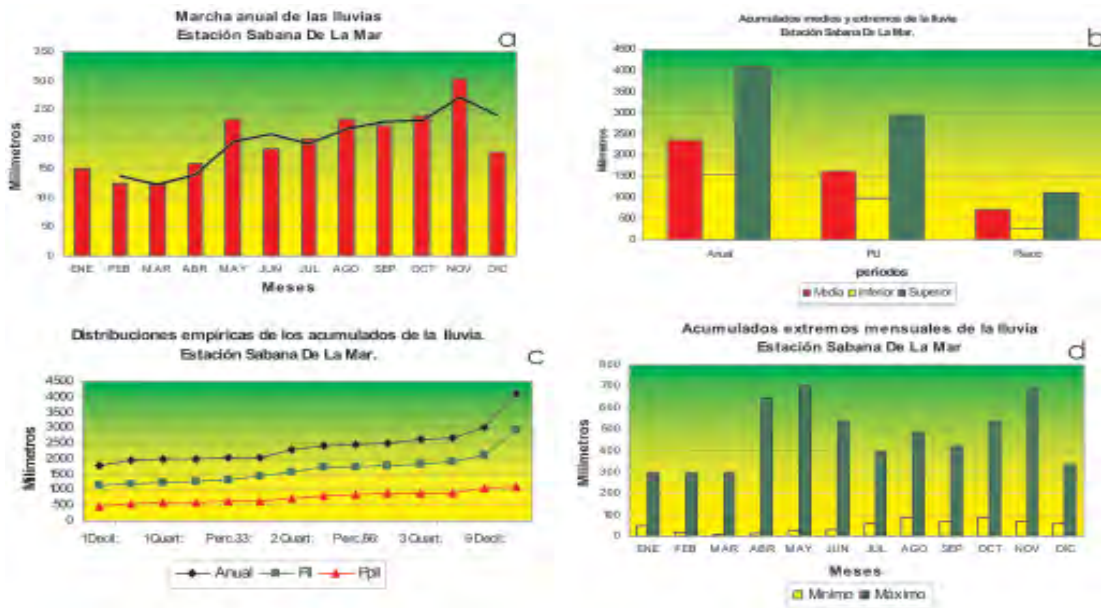


Figura 1.85. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Sabana de la Mar.

Acumulados anuales decrecientes de la lluvia se observaron en la primera mitad de la década de los años 70, a partir de la cual se observó un período irregular de incrementos y decrementos de los acumulados, que duró hasta el año 1999, comenzando un nuevo descenso que permaneció hasta finales del período analizado (Figura 1.86 a)

El déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período estacional lluvioso de 2002 al lluvioso de 2004, con 5 períodos estacionales consecutivos en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5. Otros no menos importantes fueron los ocurridos desde el período estacional poco lluvioso de 1999-2000 al lluvioso del 2001 y el del período lluvioso de 1993 al poco lluvioso de 1994-1995, los cuales comprendieron 4 períodos estacionales consecutivos, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 y 4, respectivamente (Figura 1.86 b).

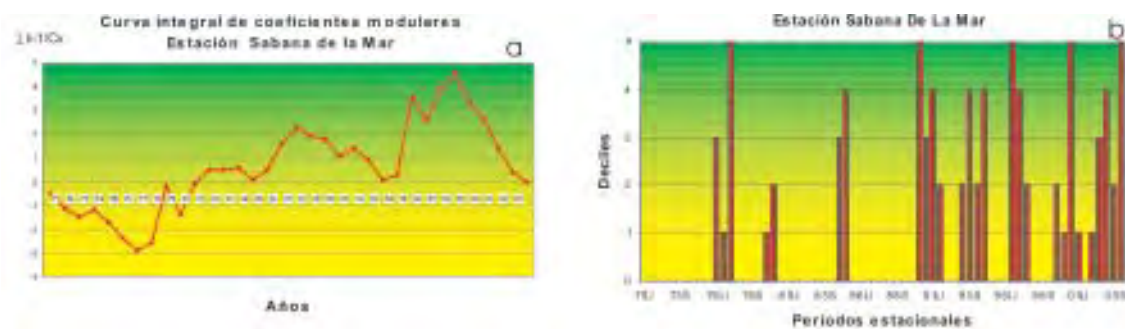


Figura 1.86. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Sabana de la Mar.

Estación Villa Riva

En la estación meteorológica Villa Riva, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 2101 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a noviembre, que acumula el 68% del total anual y un período poco lluvioso de diciembre a abril, el cual recibe el 32% restante (Figura 1.87 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1776 mm y un 70% inferiores a 2506 mm (Figura 1.87 c). Los meses más secos son, febrero y marzo mientras que los más lluviosos son mayo y noviembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en diciembre de 1975 con 564 mm y el extremo mensual mínimo en marzo de 2003, cuando solo se alcanzaron 5.6 mm (Figura 1.87 d).

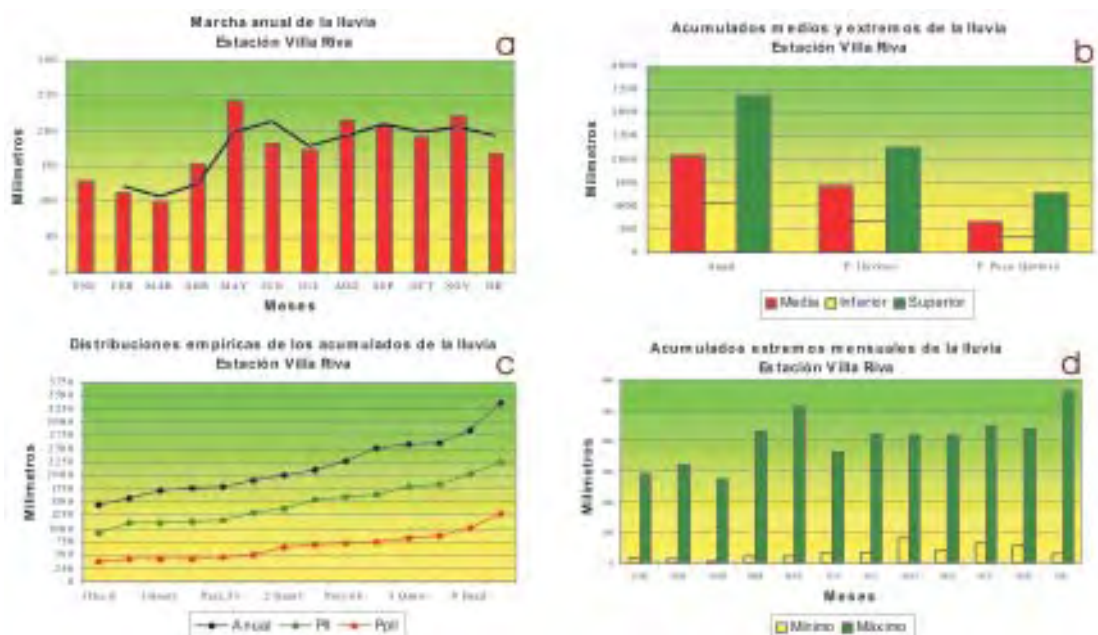


Figura 1.87. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Villa Riva.

Se observó un período irregular de incrementos y decrementos de los acumulados, pero con una tendencia predominantemente creciente hasta el año 1998, a partir del cual comenzó una disminución de los mismos que duró hasta el año 2001 (Figura 1.88 a).

Los déficit hiperanuales más significativos ocurrieron desde el período estacional poco lluvioso 1981-1982 al poco lluvioso de 1986-1987 y el período estacional lluvioso de 1999 al lluvioso de 2001 con 11 y 5 períodos estacionales consecutivos, respectivamente, con acumulados de la lluvia iguales o inferiores al rango 5 (Figura 1.88 b).

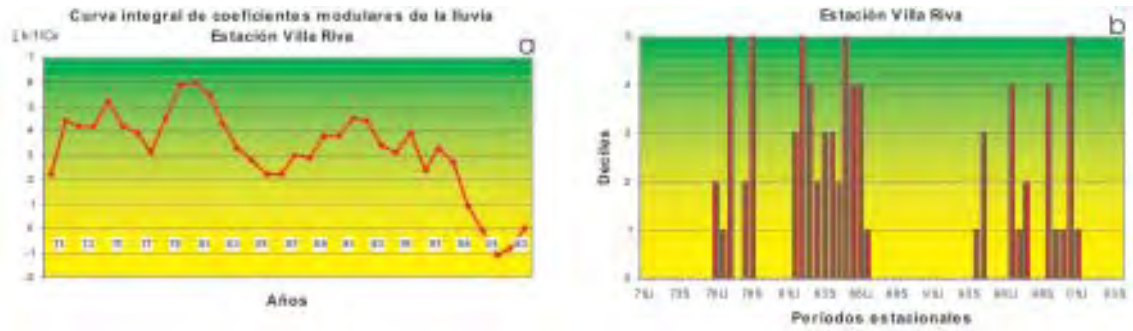


Figura 1.88. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Villa Riva.

Estación Dajabón

En la estación meteorológica Dajabón, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1417 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 70% del total anual, presentado un mínimo intraestival en los meses de julio y agosto y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 30% restante (Figura 1.89 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1139 mm y un 70% inferiores a 1520mm (Figura 1.89 c). Los meses menos lluviosos son febrero y junio, mientras que los más lluviosos son abril y mayo. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 1999 con 560.4 mm y el extremo mensual mínimo en enero, febrero y abril de 1975, marzo de 1976 y diciembre de 1986, cuando no se reportaron lluvias (Figura 1.89 d).

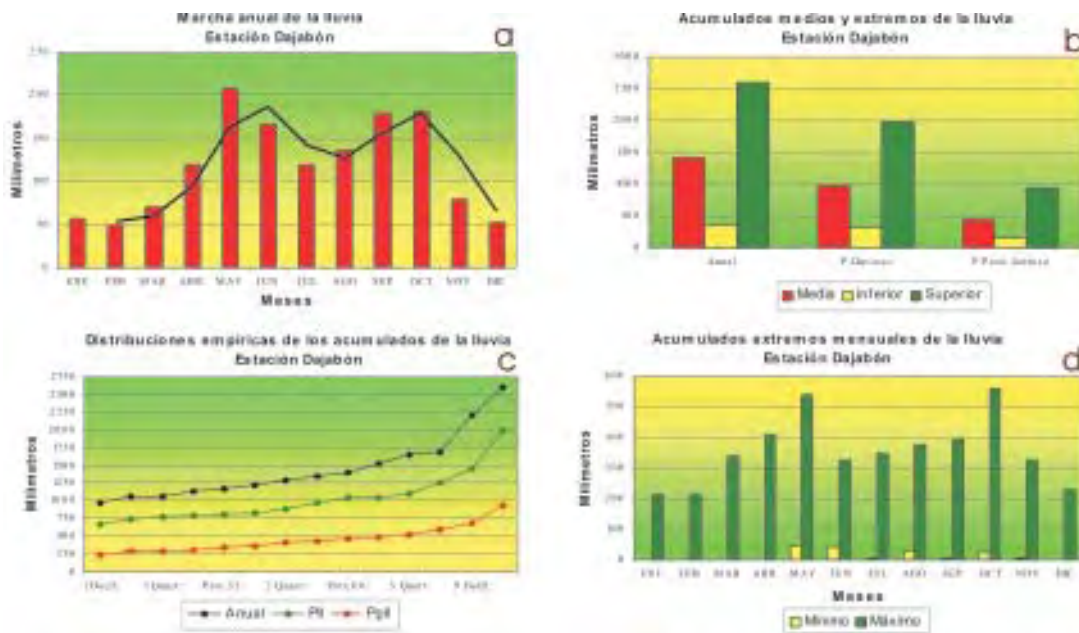


Figura 1.89. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación de Dajabón.

Una tendencia decreciente en un proceso irregular de los acumulados anuales de la lluvia se reflejó desde 1971 hasta 1995, a partir del cual comenzó un ascenso de estos acumulados hasta el año 2001, oscilando los mismos alrededor de su valor medio hasta finales del período analizado (Figura 1.90 a)

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período poco lluvioso de 1973-1974 hasta el lluvioso de 1977, presentándose 8 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 4. Otro no menos importante a destacar fue el ocurrido desde el período poco lluvioso de 1982-1983 al lluvioso de 1985, con 6 períodos estacionales consecutivos, en el que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5 (Figura 1.90 b).

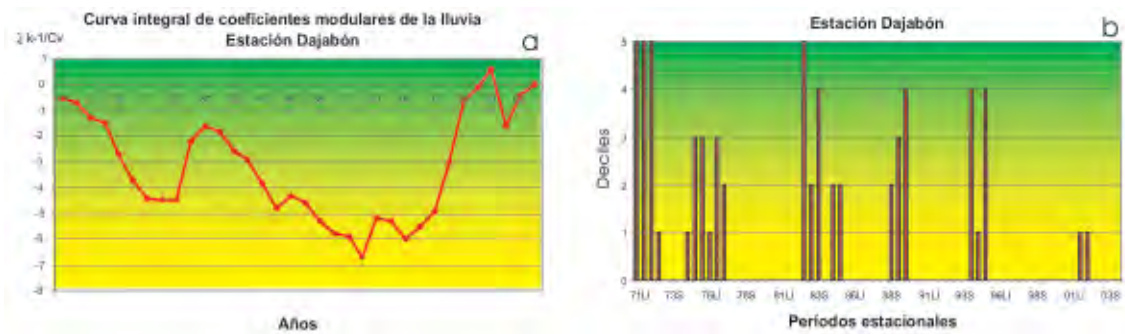


Figura 1.90. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Dajabón.

Estación Monción

En la estación meteorológica Monción, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1266 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 69% del total anual, presentando un mínimo intraestival en los meses de julio y agosto y un período poco lluvioso desde noviembre a abril, el cual recibe el 31% restante (Figura 1.91 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1079 mm y un 70% inferiores a 1448 mm (Figura 1.91 c). Los meses menos lluviosos son enero y diciembre, mientras que los más lluviosos son mayo y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 1980 con 492 mm y el extremo mensual mínimo se registró en los meses de enero, febrero y abril de 1975, marzo de 1976, junio de 1982 y diciembre de los años 1983, 1985 y 1986 cuando no llovió (Figura 1.91 d).

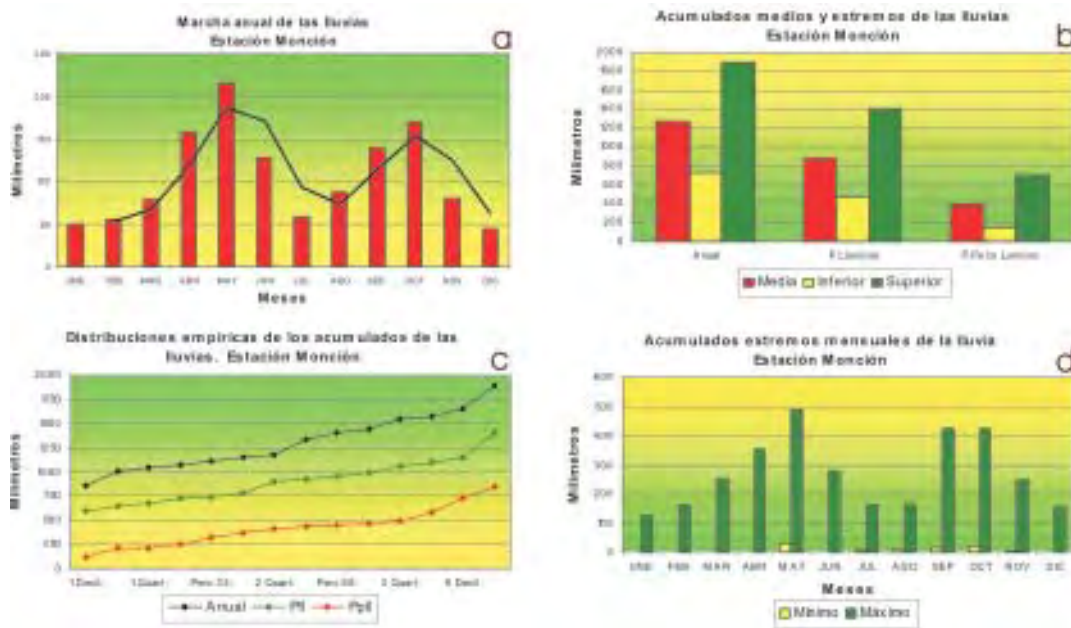


Figura 1.91. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Monción.

Se observó un período irregular de incrementos y decrementos de los acumulados a partir del año 1977, pero con una tendencia predominantemente creciente hasta el año 1995, a partir del cual comienzan a oscilar los valores cercanamente al valor medio (Figura 1.92 a).

Los déficit hiperanuales más significativos ocurrieron desde el período estacional poco lluvioso 1974-1975 al lluvioso de 1977, con 6 períodos consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5 y el período lluvioso de 1972 al poco lluvioso de 1973-1974, con 4 períodos estacionales consecutivos con acumulados de la lluvia iguales o inferiores al rango 5 (Figura 1.92 b).

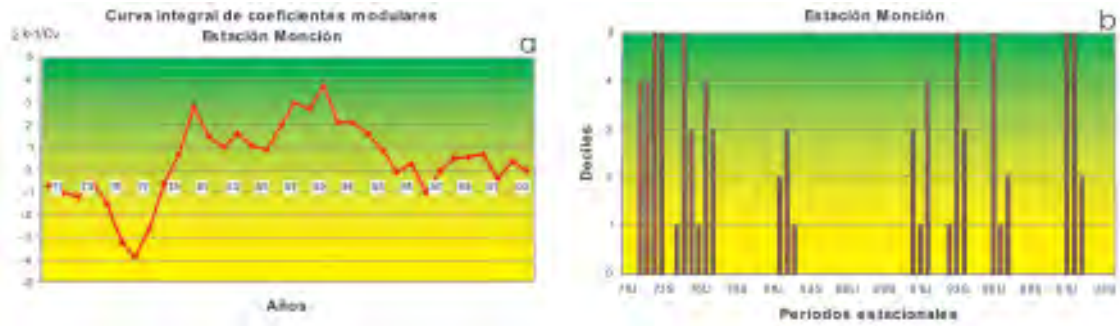


Figura 1.92. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Monción.

Estación Santiago

En la estación meteorológica Santiago, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 962 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 64% del total anual, presentado un mínimo intraestival en el mes de julio y un período poco lluvioso desde noviembre a abril, el cual recibe el 36% restante (Figura 1.93 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 802 mm y un 70% inferiores a 1098 mm (Figura 1.93 c). Los meses menos lluviosos son febrero y julio, mientras que los más lluviosos son mayo y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 1987 con 378 mm y el extremo mensual mínimo en febrero de 1975, cuando solo se alcanzaron 2 mm (Figura 1.93 d).

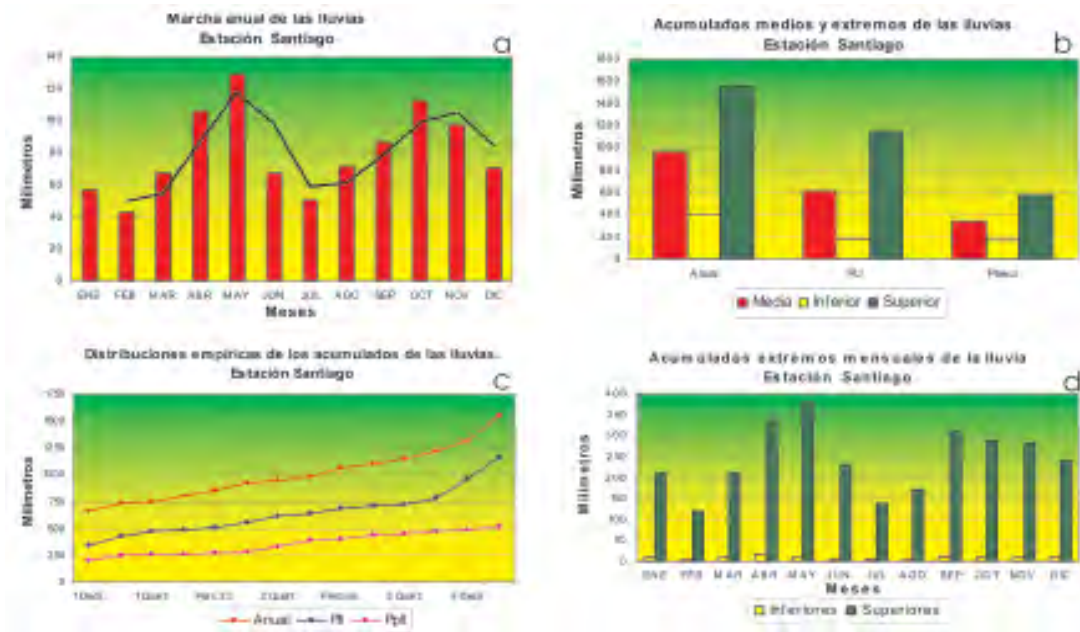


Figura 1.93. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Santiago.

Una tendencia decreciente de los acumulados anuales de la lluvia se reflejó desde 1974 hasta 1978, cuando comenzó un proceso irregular de ascenso de los mismos hasta el año 1988, iniciándose nuevamente un decremento que finalizó en el año 2002 (Figura 1.94 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período poco lluvioso de 1999-2000 hasta el período lluvioso del 2002, presentándose 6 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 4 (Figura 1.94 b).

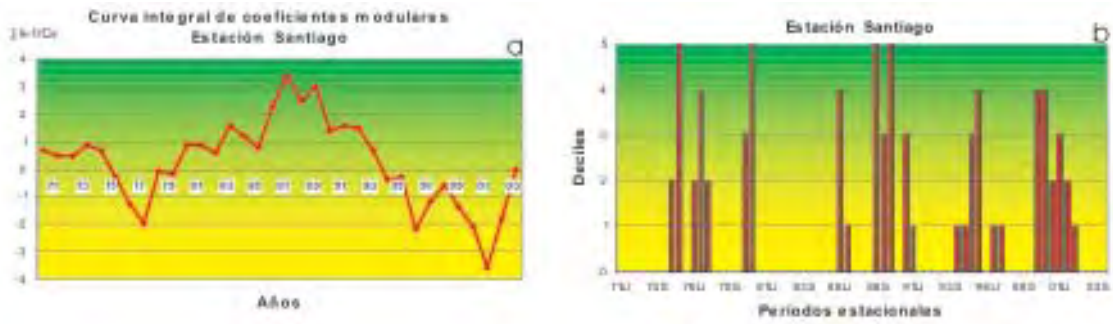


Figura 1.94. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Santiago.

Estación Mao

En la estación meteorológica Mao, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 692 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 61% del total anual, presentado un mínimo intraestival en los meses de julio y agosto y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 39% restante (Figura 1.95 a y b).

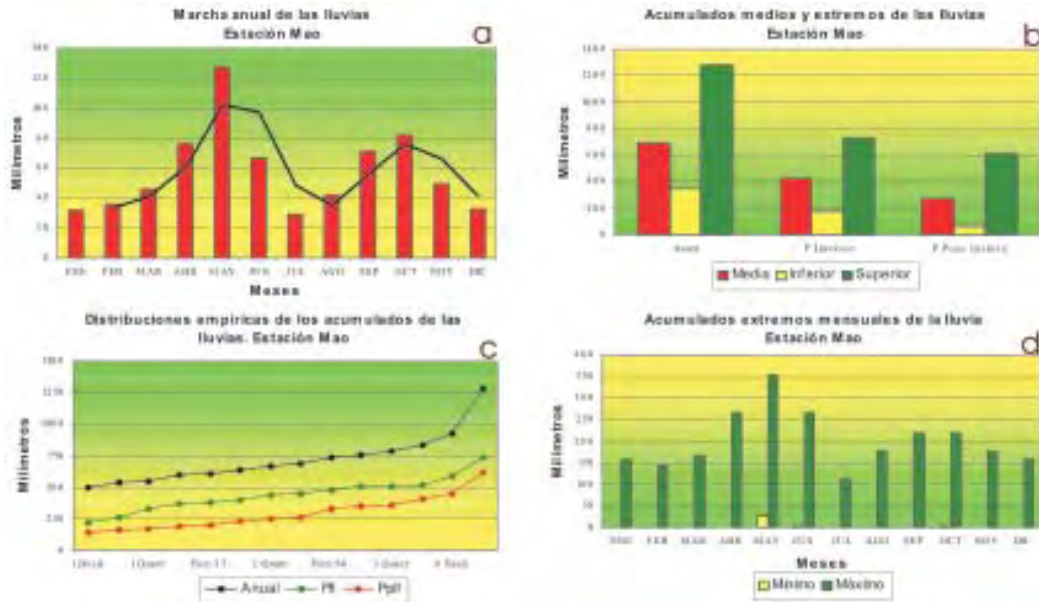


Figura 1.95. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Mao.

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 598 mm y un 70% inferiores a 750 mm (Figura 1.95 c). Los meses menos lluviosos son enero y diciembre, mientras que los más lluviosos son mayo y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 1980 con 352.1 mm y el extremo mensual mínimo de 0 mm, se ha presentado en diferentes meses del año (Figura 1.95 d).

Una tendencia creciente de los acumulados anuales de la lluvia se reflejó desde mediados de la década de los años 70, que duró hasta el año 1984, a partir del cual comenzó un proceso irregular de descenso de los mismos hasta el año 1997, iniciándose nuevamente un ascenso que se estabilizó alrededor del valor medio a finales del período analizado (Figura 1.96 a)

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1994 hasta el período poco lluvioso del 1996-1997, presentándose 6 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (Figura 1.96 b).

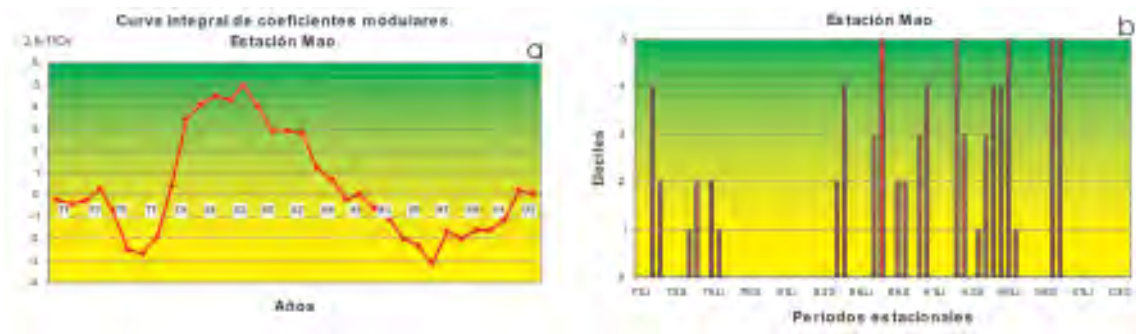


Figura 1.96. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Mao.

Estación Herrera

En la estación meteorológica Herrera, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1515 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a noviembre que acumula el 76% del total anual y un período poco lluvioso de diciembre a abril, el cual recibe el 24% restante (Figura 1.97 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1339 mm y un 70% inferiores a 1716 mm (Figura 1.97 c). Los meses menos lluviosos son marzo y abril, mientras que los más lluviosos son mayo y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 1990 con 725 mm y el extremo mensual mínimo en febrero del 2002, cuando solo se alcanzaron 7.6 mm (Figura 1.97 d).

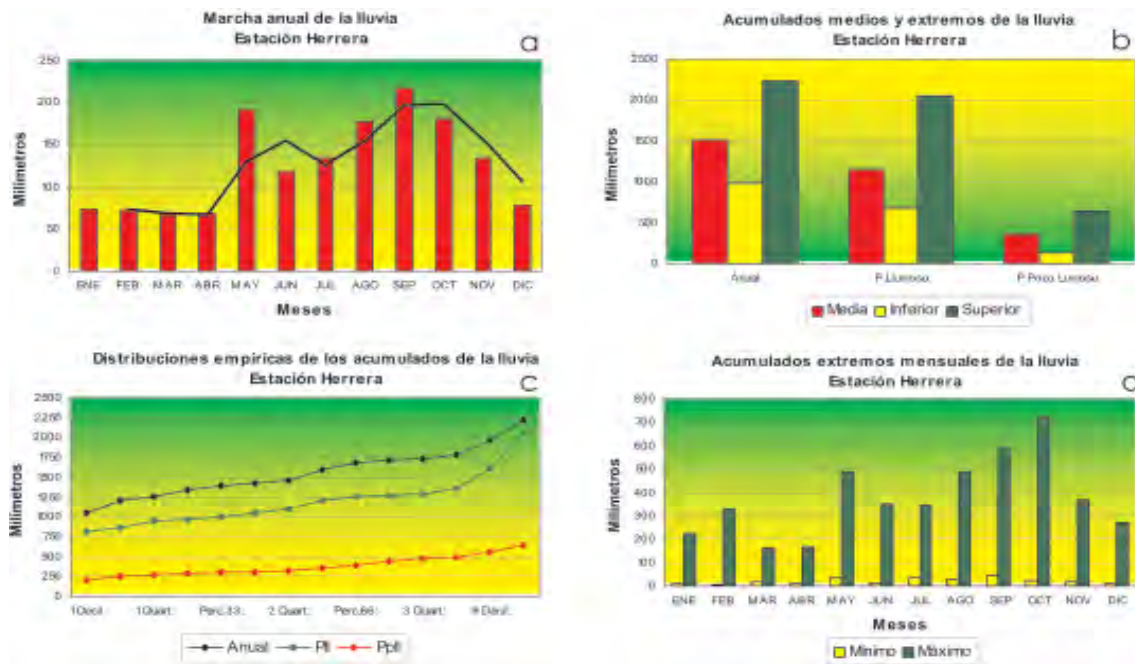


Figura 1.97. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Herrera.

Acumulados anuales decrecientes de la lluvia se observaron en la primera mitad de la década de los años 70, los cuales posteriormente iniciaron un progresivo proceso de ascenso hasta el año 1993, cuando se inició un nuevo descenso hasta el año 2002, a partir del cual los mismos oscilan alrededor de la media (Figura 1.98 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1971 hasta el período poco lluvioso 1974-1975, presentándose 8 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores al rango 5 (Figura 1.98 b).

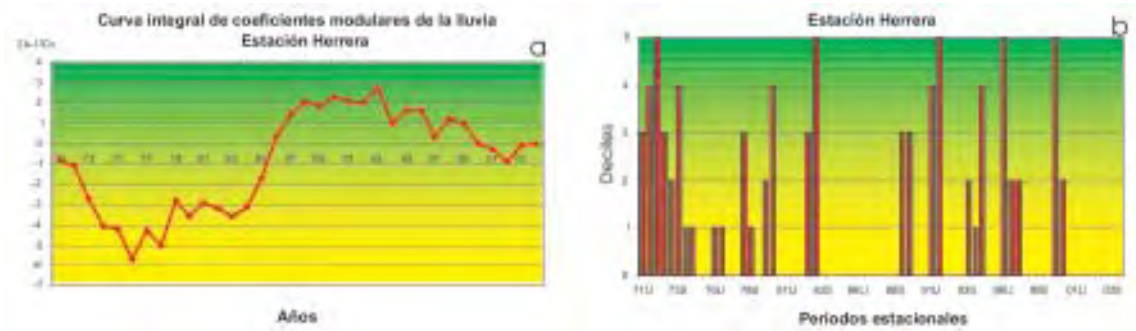


Figura 1.98. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Herrera.

Estación Cabo Engaño

En la estación meteorológica Cabo Engaño, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1072 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a noviembre que acumula el 71% del total anual y un período poco lluvioso de diciembre a abril, el cual recibe el 29% restante (Figura 1.99 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 919 mm y un 70% inferiores a 1182 mm (Figura 1.99 c). Los meses menos lluviosos son febrero y marzo, mientras que los más lluviosos son septiembre y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 1992 con 524 mm y el extremo mensual mínimo en marzo del 2000, cuando solo se alcanzaron 3 mm (Figura 1.99 d).

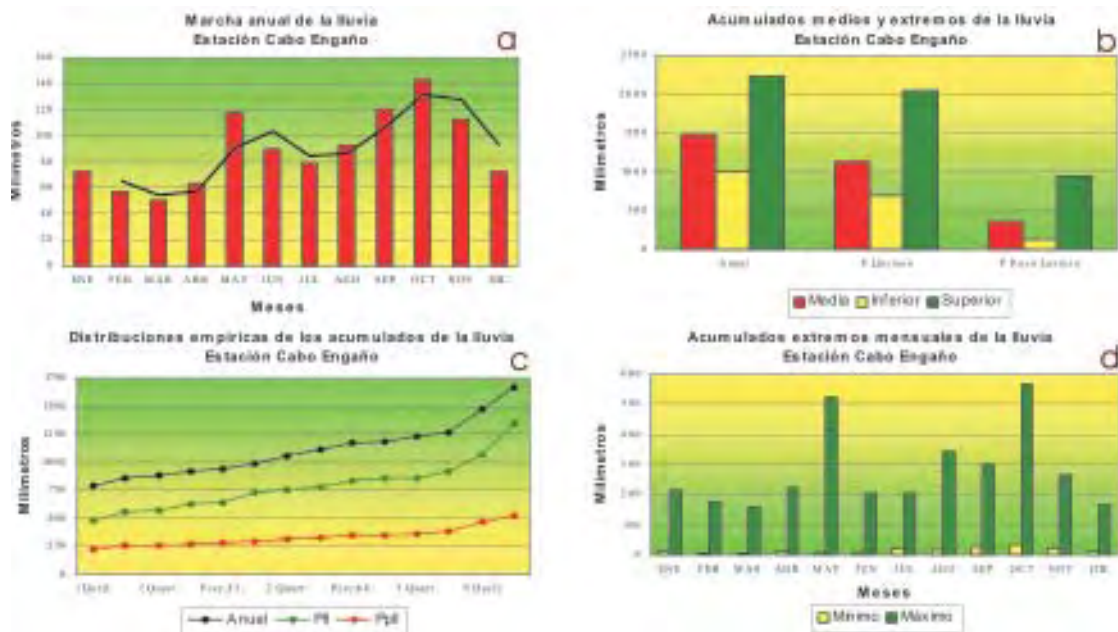


Figura 1.99. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Cabo Engaño.

Acumulados anuales decrecientes de la lluvia se observaron en la primera mitad de la década de los años 70, a partir de la cual se inició un progresivo e irregular proceso de ascenso que permaneció hasta finales de los años 80, dando comienzo a un nuevo descenso hasta el año 1995, en el que se produjo el inicio de un discreto ascenso que osciló alrededor de su valor medio (Figura 1.100 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1989 hasta el período poco lluvioso 1991-1992, presentándose 6 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 4. Otros no menos importantes a destacar fueron los ocurridos desde el período lluvioso de 1975 al período poco lluvioso de 1976-1977 y desde el período lluvioso 1984 hasta el poco lluvioso 1985-1986, los cuales comprendieron 4 períodos estacionales consecutivos, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5 (Figura 1.100 b).

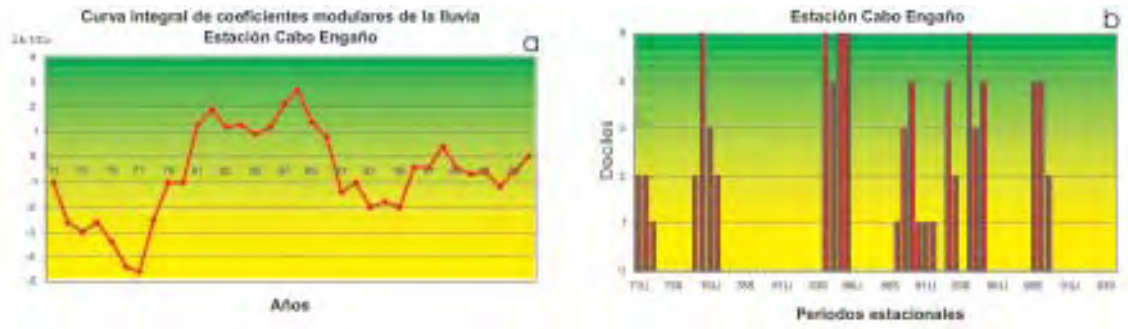


Figura 1.100. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Cabo Engaño.

Estación San Rafael del Yuma

En la estación meteorológica San Rafael del Yuma, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1267 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a noviembre que acumula el 71% del total anual y un período poco lluvioso de diciembre a abril, el cual recibe el 29% restante (Figura 1.101 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1043 mm y un 70% inferiores a 1447 mm (Figura 1.101 c). Los meses menos lluviosos son febrero y marzo, mientras que los más lluviosos son septiembre y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 1990 con 616.9 mm y el extremo mensual mínimo en abril de 1997, cuando solo se alcanzaron 2.3 mm (Figura 1.101 d).

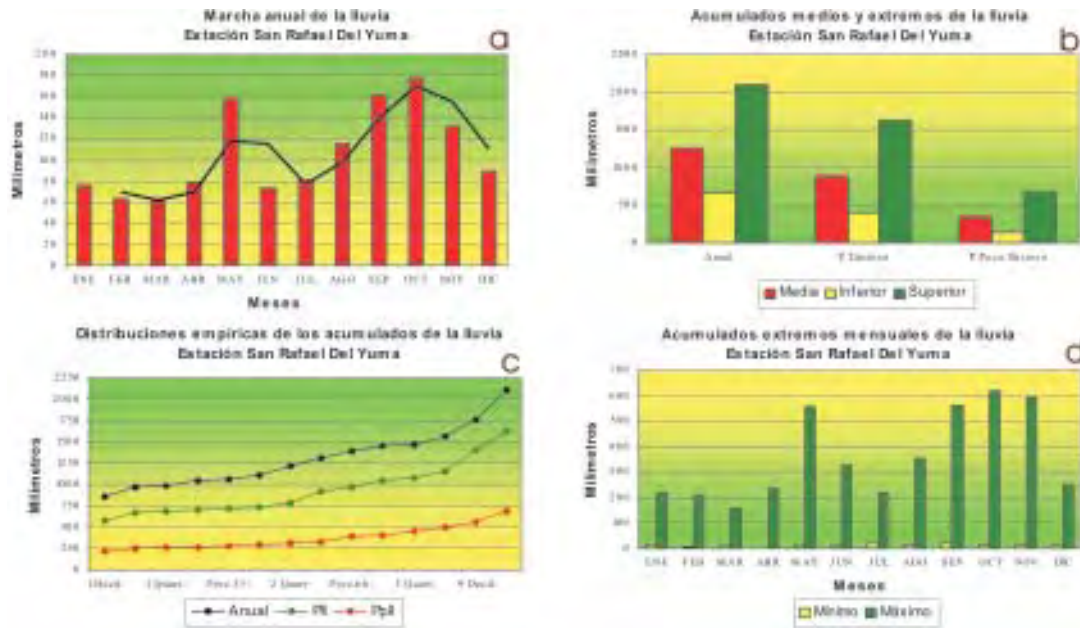


Figura 1.101. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación San Rafael del Yuma.

Acumulados anuales crecientes de la lluvia se observaron hasta finales de la década de los años 80, a partir de la cual se inicia un gradual e irregular descenso que permaneció hasta el año 2002 (Figura 1.102 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período poco lluvioso de 1999-2000 hasta el lluvioso del 2002, presentándose 6 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 4. Otro no menos importante fue el ocurrido desde el período lluvioso de 1993 hasta el lluvioso de 1995, con 5 períodos estacionales consecutivos, en que los acumulados de la lluvia fueron inferiores al rango 5 (Figura 1.102 b).

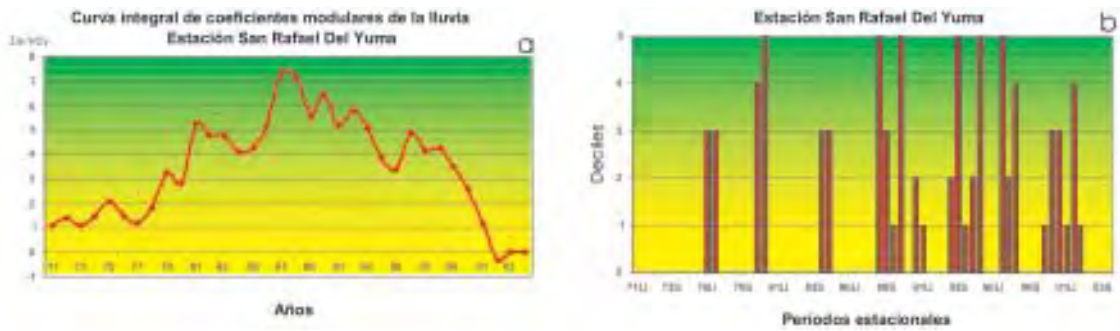


Figura 1.102. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación San Rafael del Yuma.

Estación Seybo

En la estación meteorológica Seybo, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1305 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a noviembre que acumula el 72% del total anual y un período poco lluvioso de diciembre a abril, el cual recibe el 28% restante (Figura 1.103 a y b).

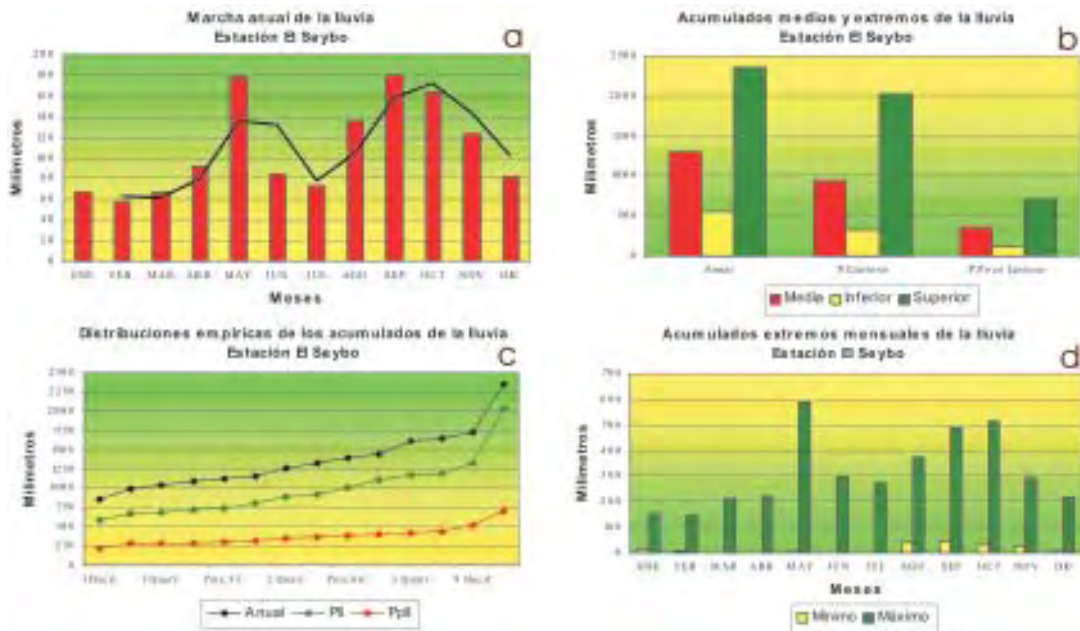


Figura 1.103. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Seybo.

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1091 mm y un 70% inferiores a 1444 mm (Figura 1.103 c). Los meses menos lluviosos son febrero y marzo, mientras que los más lluviosos son mayo y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 1982 con 587.7 mm y el extremo mensual mínimo en marzo, abril y julio del 2001, 1997 y 2000 respectivamente, cuando no llovió (Figura 1.103 d).

Acumulados anuales decrecientes de la lluvia se observaron en la primera mitad de la década de los años 70, a partir de la cual se inició un progresivo e irregular proceso de ascenso que permaneció hasta el año 95, cuando comenzó un nuevo descenso hasta finales del período (Figura 1.104 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período poco lluvioso de 1998-1999 hasta el poco lluvioso 2003-2004, presentándose 11 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5. Otro no menos importante a destacar fue el ocurrido desde el período lluvioso de 1972 al período poco lluvioso de 1973-1974 con 4 períodos estacionales consecutivos, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 4 (Figura 1.104 b).

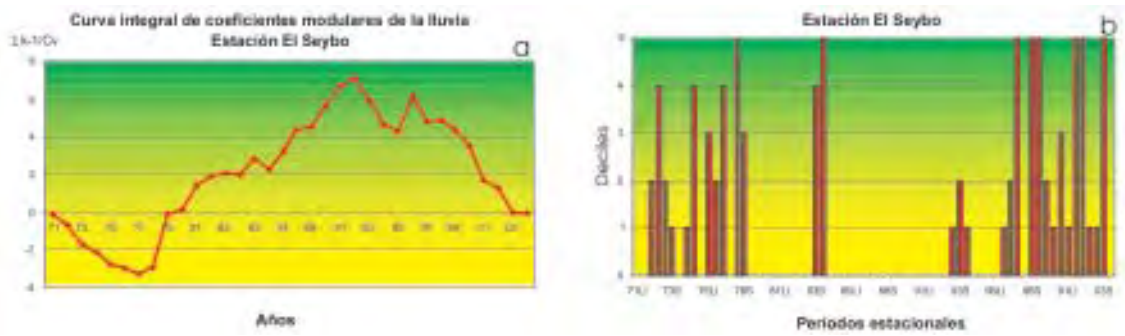


Figura 1.104. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Seybo.

Estación Rancho Arriba

En la estación meteorológica Rancho Arriba, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1350 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a noviembre que acumula el 70% del total anual y un período poco lluvioso de diciembre a abril, el cual recibe el 30% restante (Figura 1.105 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1107 mm y un 70% inferiores a 1631 mm (Figura 1.105 c). Los meses menos lluviosos son febrero y marzo, mientras que los más lluviosos son mayo y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en septiembre de 1979 con 582.9 mm y el extremo mensual mínimo en febrero de 1981 y 1983 y en diciembre de 1981 cuando no se registraron lluvias (Figura 1.105 d).

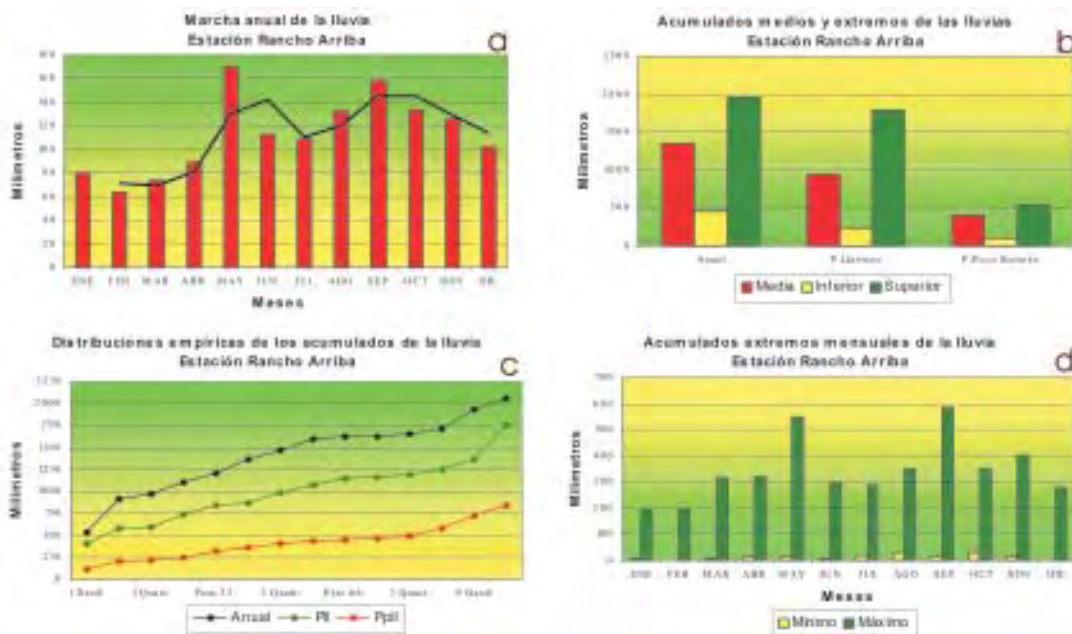


Figura 1.105. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Rancho Arriba.

Una tendencia decreciente en los acumulados anuales se refleja desde 1973 hasta 1983. A partir de 1982 se manifiesta una tendencia creciente hasta el 2004 (Figura 1.106 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1976 hasta el poco lluvioso 1978-1979, presentándose 6 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 2 (Figura 1.106 b).

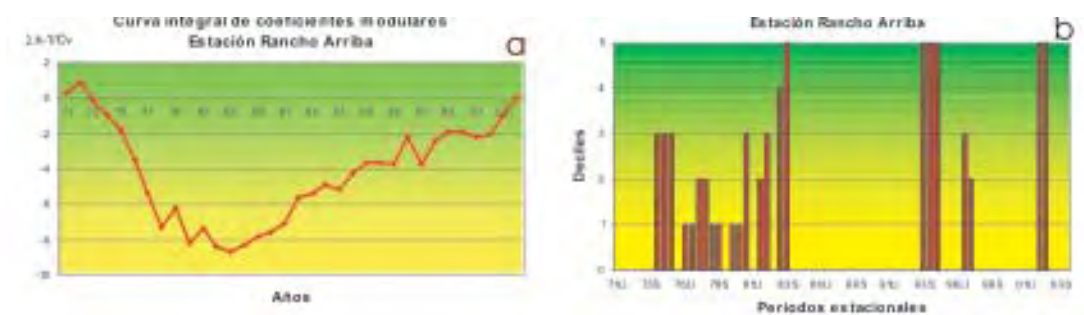


Figura 1.106. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Rancho Arriba.

Estación Azua

En la estación meteorológica Azua, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 700 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 79% (Figura 1.107 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 567 mm y un 70% inferiores a 776 mm (Figura 1.107 c). Los meses menos lluviosos son febrero y diciembre, mientras que los más lluviosos son septiembre y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en septiembre de 1979 con 691.7 mm y el extremo mensual mínimo de 0 mm, se han presentado en diferentes meses del año (Figura 1.107 d).

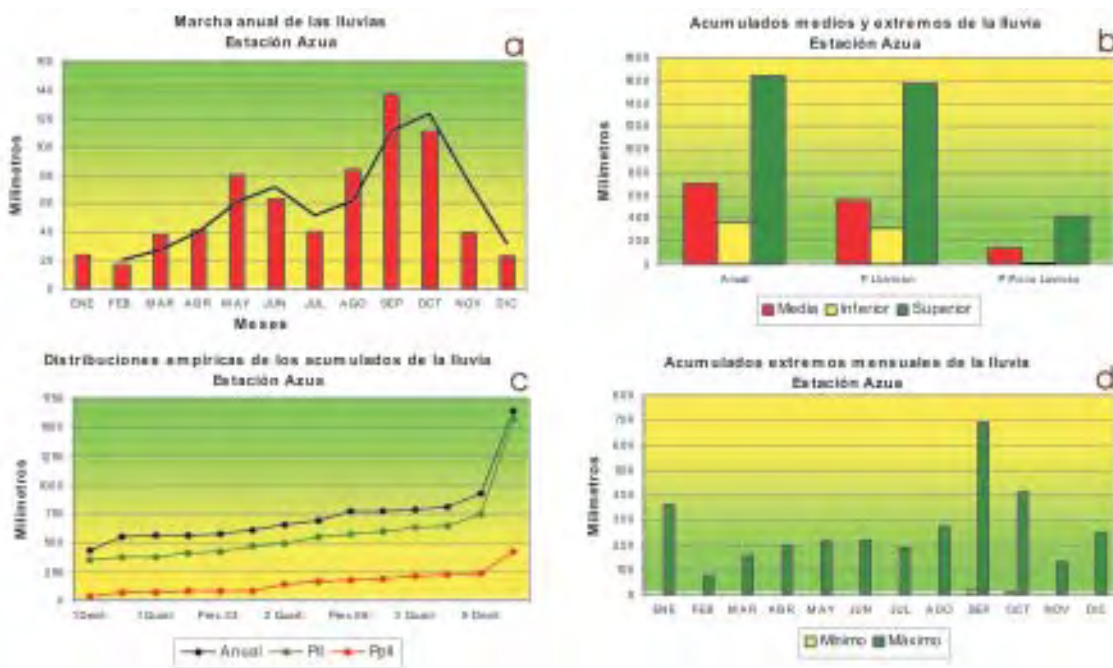


Figura 1.107. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Azua.

Acumulados anuales decrecientes de la lluvia se observaron en la primera mitad de la década de los años 70. Posteriormente se inició un progresivo proceso de ascenso que duró hasta el año 1981, cuando comenzó una oscilación de los valores alrededor de su media (Figura 1.108 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período poco lluvioso de 1981-1982 hasta el poco lluvioso 1984-1985, presentándose 7 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5. Otros no menos importantes a destacar fueron los ocurridos desde el período poco lluvioso de 1999-2000 al lluvioso del 2000 y el del período poco lluvioso de 1972-1973 al lluvioso del 1975 con 6 y 5 períodos estacionales consecutivos, respectivamente, en los que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5 (Figura 1.108 b).

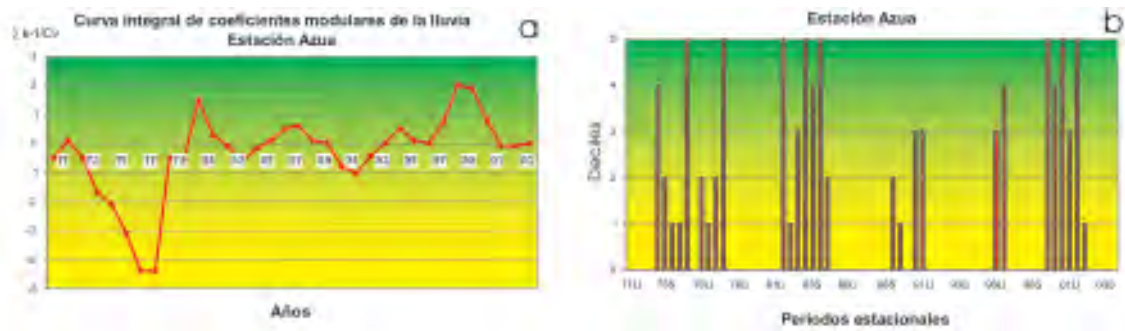


Figura 1.108. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Azua.

Estación Bani

En la estación meteorológica Bani, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 957 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 82% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 18% restante (Figura 1.109 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 757 mm y un 70% inferiores a 1204 mm (Figura 1.109 c). Los meses menos lluviosos son enero y febrero, mientras que los más lluviosos son septiembre y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en septiembre de 1985 con 516 mm y el extremo mensual mínimo de 0 mm, se han presentado en diferentes meses del año (Figura 1.109 d).

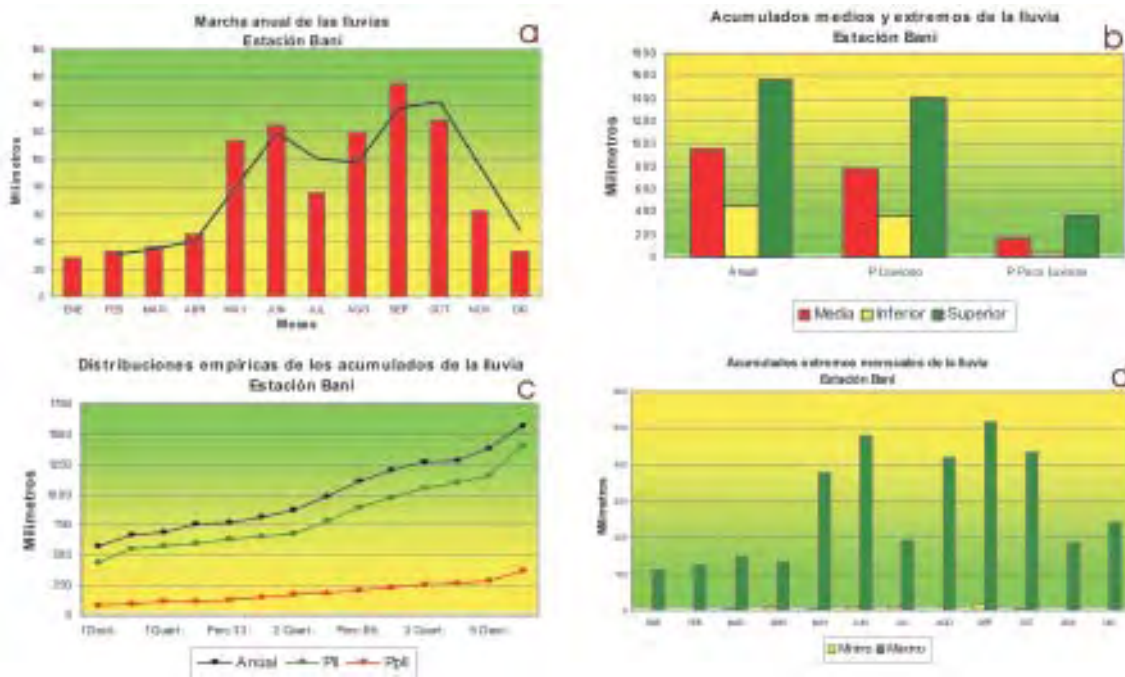


Figura 1.109. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Bani.

Acumulados anuales decrecientes de la lluvia se observaron en la primera mitad de la década de los años 70, a partir de la cual se inició un progresivo e irregular proceso de ascenso de los mismos que duró hasta el año 1996, dando comienzo a un nuevo proceso de descenso que duró hasta finales de los años correspondiente al período de estudio (Figura 1.110 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1972 al lluvioso de 1977, presentándose 11 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5. Otros no menos importantes a destacar fueron los ocurridos desde el período poco lluvioso de 1981-1982 al poco lluvioso de 1983-1984 y el ocurrido desde el período lluvioso del 2002 al poco lluvioso 2003-2004, con 5 y 4 períodos estacionales consecutivos, con rangos iguales o inferiores al rango 5 y 4 respectivamente (Figura 1.110 b).

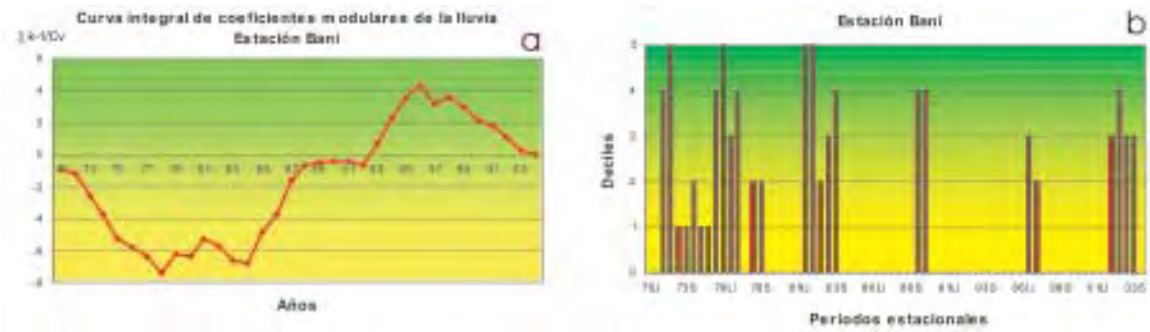


Figura 1.110. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Baní.

Estación Barahona

En la estación meteorológica Barahona, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 974 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 74% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 26% restante (Figura 1.111 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 788 mm y un 70% inferiores a 1096 mm (Figura 1.121 c). Los meses menos lluviosos son enero y febrero, mientras que los más lluviosos son mayo y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 1974 con 612.8 mm, se han presentado en diferentes meses del año extremos mensuales mínimos de 0 mm (Figura 1.121 b y d).

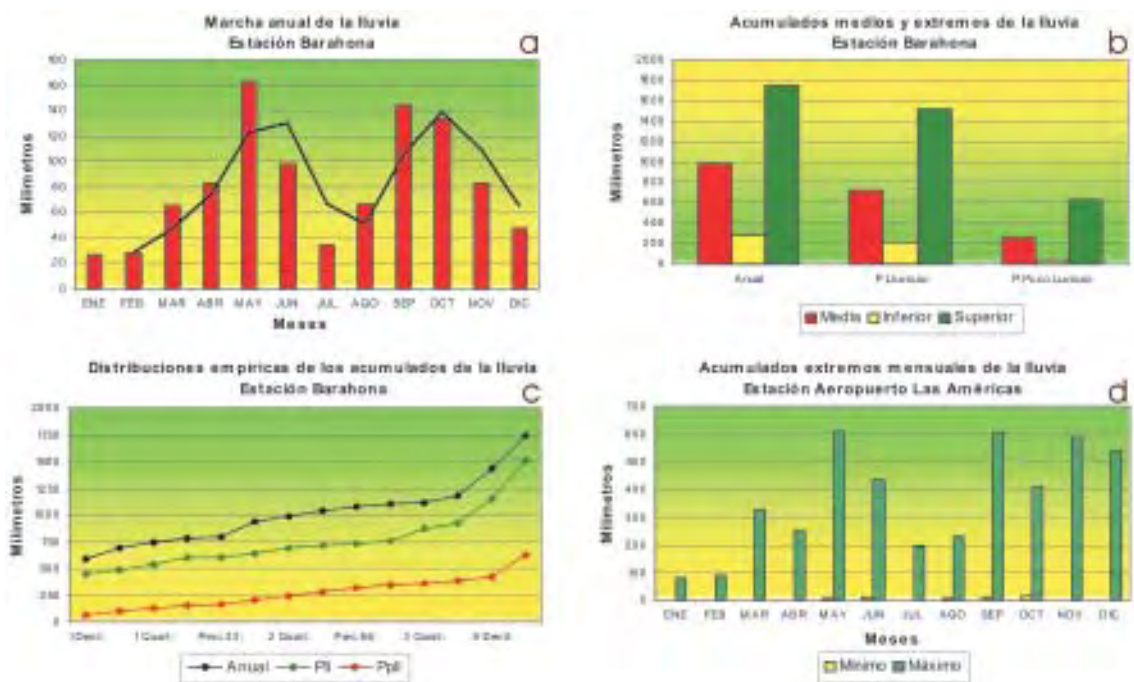


Figura 1.111. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Barahona.

Acumulados anuales crecientes de la lluvia se observaron desde el comienzo de la primera mitad de la década de los años 70, los que permanecieron hasta el año 1994, a partir del cual comenzó un nuevo proceso de descenso que duró hasta el año 2001 (Figura 1.112 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1996 hasta el lluvioso de 2001, presentándose 11 períodos estacionales consecutivos con déficit con rango 4 o inferior (Figura 1.112 b).

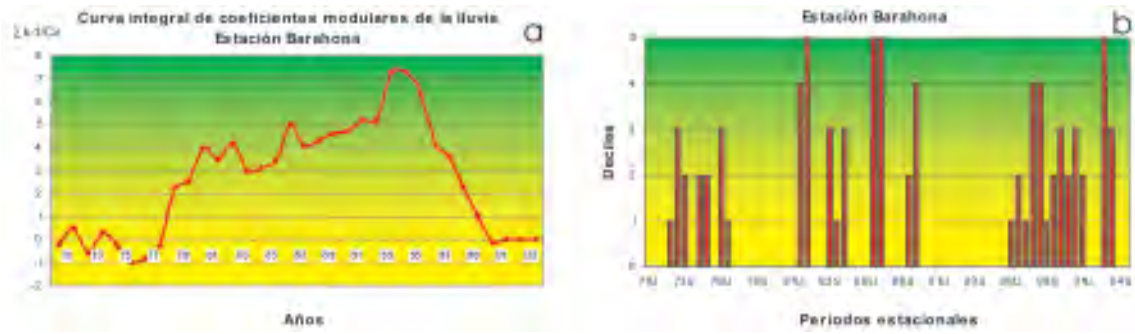


Figura 1.112. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Barahona.

Estación Duverge

En la estación meteorológica Duverge, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 493 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 69% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 31% restante (Figura 1.113 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 377 mm y un 70% inferiores a 596 mm (Figura 1.113 c). Los meses menos lluviosos son enero y febrero, mientras que los más lluviosos son mayo y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 1981 con 274.6 mm, se han presentado en diferentes meses del año extremos mensuales mínimos de 0 mm (Figura 1.113 d).

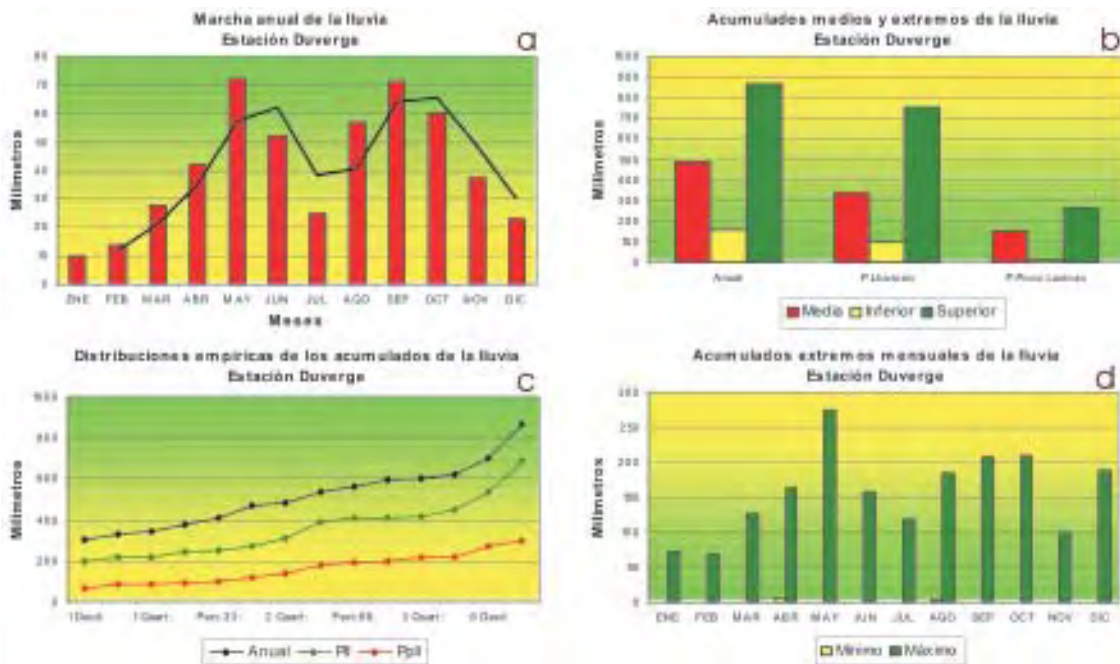


Figura 1.113. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Duverge.

Acumulados anuales decrecientes de la lluvia se observaron en la primera mitad de la década de los años 80, a partir de la cual se inició un progresivo e irregular proceso de ascenso de los mismos que duró hasta el año 1996, dando comienzo a un nuevo proceso de descenso que duró hasta finales de los años correspondiente al período de estudio (Figura 1.114 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1972 al lluvioso de 1977, presentándose 11 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5. Otros no menos importantes a destacar fueron los ocurridos desde el período poco lluvioso de 1981-1982 al poco lluvioso de 1983-1984 y el ocurrido desde el período lluvioso del 2002 al poco lluvioso 2003-2004, con 5 y 4 períodos estacionales consecutivos, con rangos iguales o inferiores al rango 5 y 4 respectivamente (Figura 1.114 b).

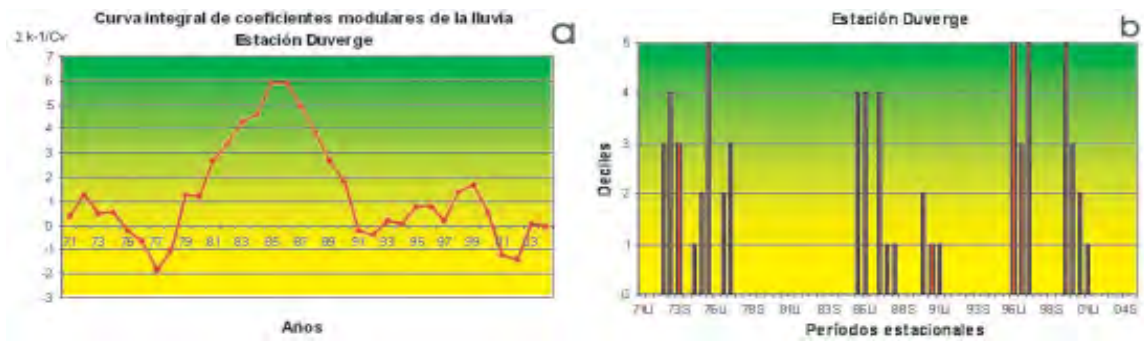


Figura 1.114. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Duverge.

Estación El Cercado

En la estación meteorológica El Cercado, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1119 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 71% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 29% restante (Figura 1.115 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1002 mm y un 70% inferiores a 1225 mm (Figura 1.115 c). Los meses menos lluviosos son enero y diciembre, mientras que los más lluviosos son mayo y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en octubre de 2004 con 347.8 mm. Se han presentado en diferentes meses del año extremos mensuales mínimos de 0 mm (Figura 1.115 d).

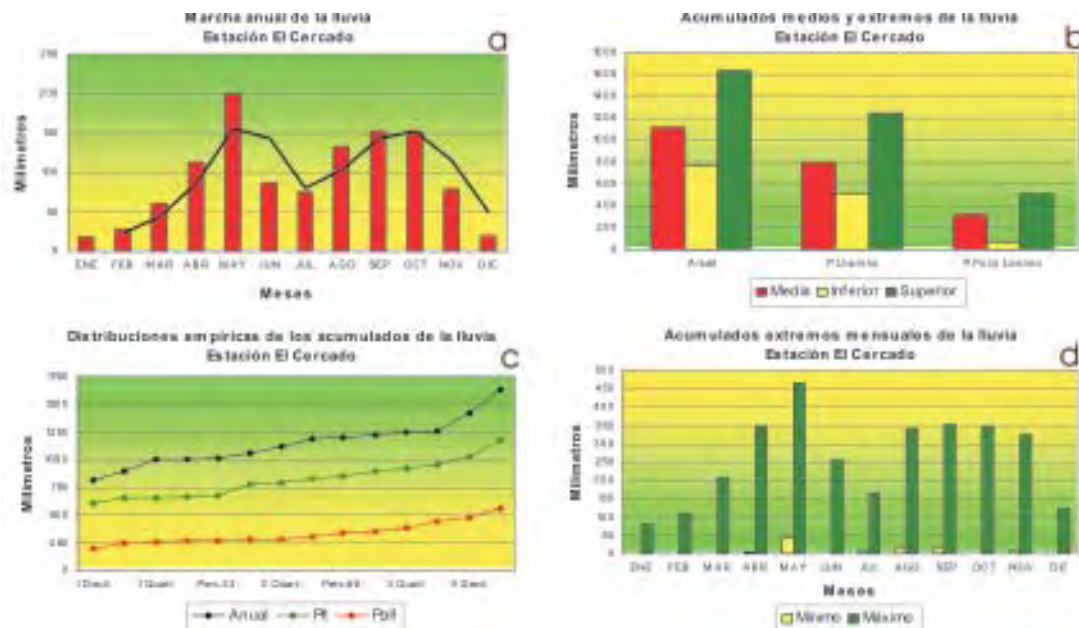


Figura 1.115. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación El Cercado.

Acumulados anuales crecientes de la lluvia se observaron desde el año 1977 hasta el comienzo de la década de los años 80, a partir de la cual se inició un progresivo e irregular proceso de descenso de los mismos, que permaneció hasta el año 1991, comenzando un nuevo proceso de decremento e incremento de los acumulados, que duró hasta finales de los años correspondiente al período analizado (Figura 1.116 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período poco lluvioso de 1993-1994 al lluvioso de 1996, presentándose 6 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 4. Otro no menos importante a destacar fue el ocurrido desde el período lluvioso de 1988 al período poco lluvioso de 1989-1990 con 4 períodos estacionales consecutivos, con rangos iguales o inferiores a 5 (Figura 1.116 b).

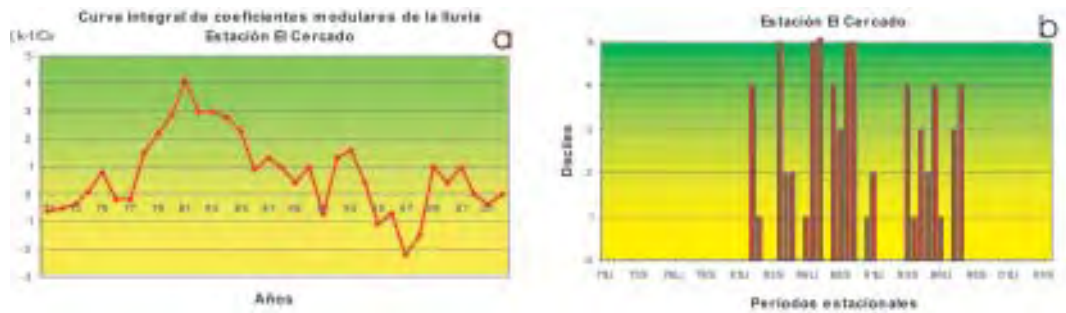


Figura 1.116. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación El Cercado.

Estación Hondo Valle

En la estación meteorológica Hondo Valle, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 1580 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 74% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 26% restante (Figura 1.117 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 1437 mm y un 70% inferiores a 1775 mm (Figura 1.117 c). Los meses menos lluviosos son enero y diciembre, mientras que los más lluviosos son mayo y octubre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en mayo de 2004 con 574.7 mm. Se han presentado en diferentes meses del año extremos mensuales mínimos de 0 mm (Figura 1.117 d).

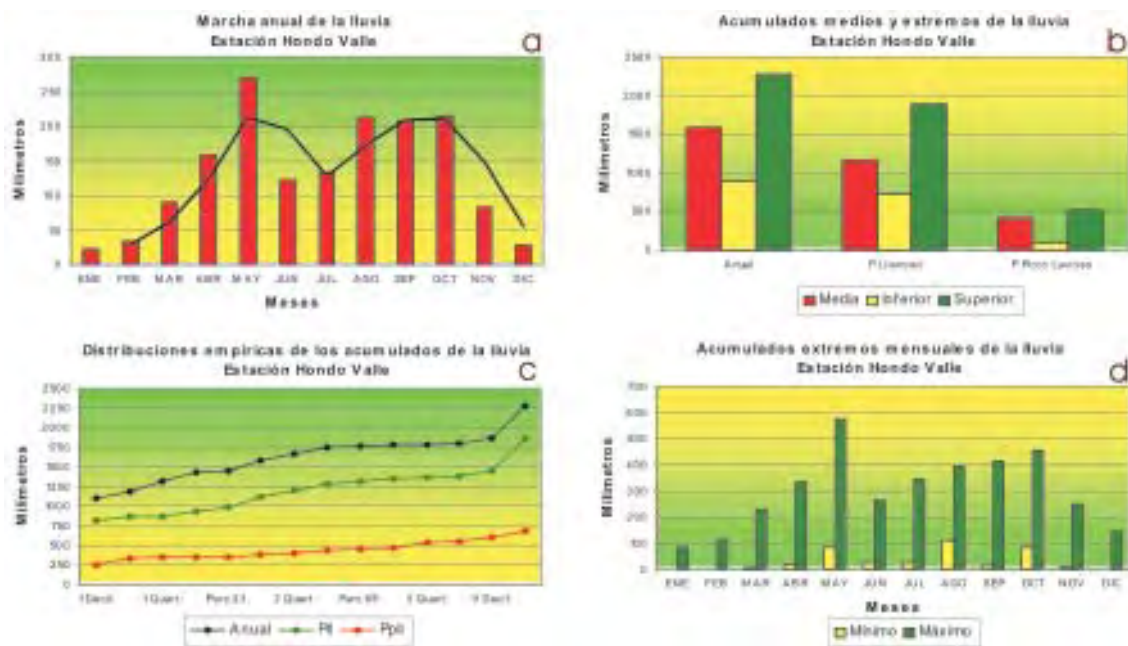


Figura 1.117. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Hondo Valle.

Acumulados anuales decrecientes de la lluvia se observaron desde el año 1971 hasta el año 1977, a partir del cual se inició un progresivo e irregular proceso de ascenso y descenso de los mismos que permaneció hasta el año 2000. En el resto de los años del período analizado los valores se estabilizan alrededor de la media (Figura 1.118 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período poco lluvioso de 1971-1972 al poco lluvioso de 1974-1975, presentándose 7 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 4. Otro no menos importante a destacar fue el ocurrido desde el período lluvioso de 1995 al lluvioso de 1997 con 5 períodos estacionales consecutivos en que los rangos también fueron iguales o inferiores a 4 (Figura 1.118 b).

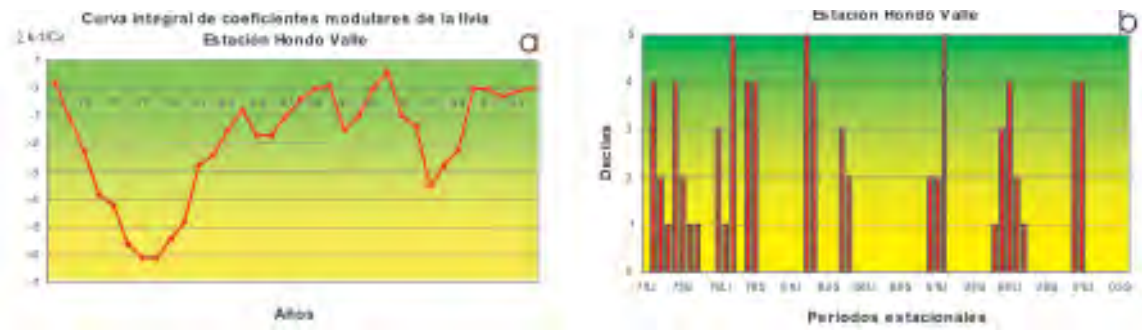


Figura 1.118. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Hondo Valle.

Estación Jimaní

En la estación meteorológica Jimaní, los acumulados anuales medios de las lluvias alcanzan los 701 mm. Las magnitudes de sus acumulados mensuales reflejan una acentuada estacionalidad, con un período estacional lluvioso de mayo a octubre que acumula el 63% del total anual y un período poco lluvioso de noviembre a abril, el cual recibe el 37% restante (Figura 1.119 a y b).

Según su norma, un 30% de los totales de lluvia anuales son inferiores a 603 mm y un 70% inferiores a 323 mm (Figura 1.119 c). Los meses menos lluviosos son enero y diciembre, mientras que los más lluviosos son mayo y septiembre. El acumulado extremo mensual máximo se produjo en abril de 1986 con 230.5 mm. Se han presentado en diferentes meses del año del período analizado, extremos mensuales mínimos de 0 mm (Figura 1.119 d).

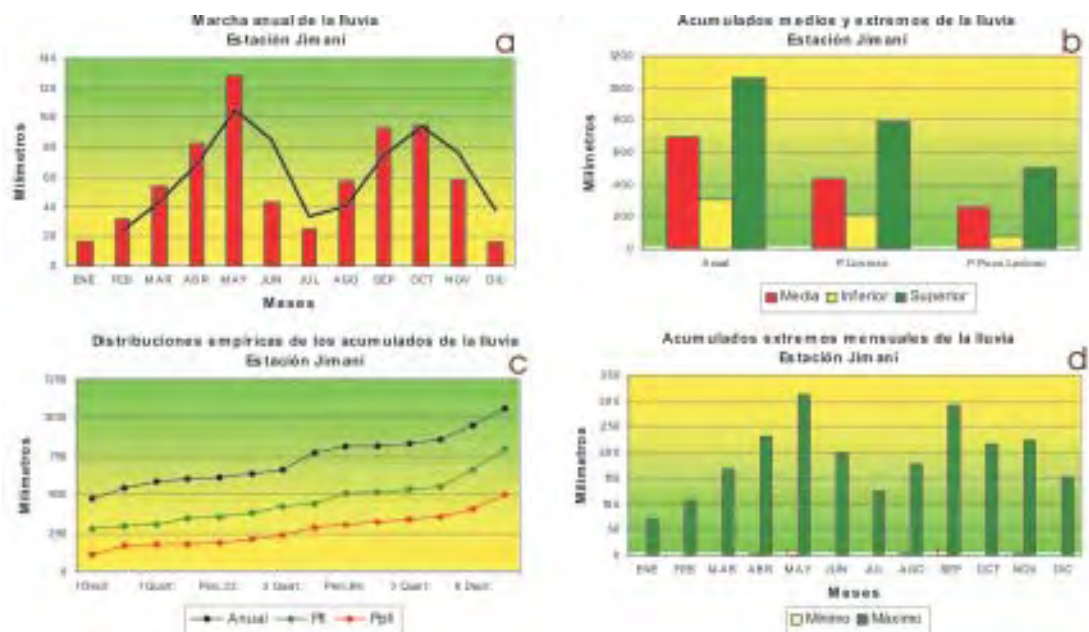


Figura 1.119. Características generales del comportamiento de la lluvia en la estación Jimaní.

Acumulados anuales decrecientes de la lluvia predominaron en los años 70. Este proceso fue interrumpido brevemente, de manera irregular a finales de esta misma década, reiniciándose con ciertas oscilaciones desde 1982 hasta 1993. A partir de este último año comenzaron a predominar tendencias crecientes que persistieron hasta el año 2000 (Figura 120 a).

El período de déficit hiperanual más significativo ocurrió desde el período lluvioso de 1986 al lluvioso de 1988, presentándose 5 períodos estacionales consecutivos en que los rangos de los acumulados de la lluvia fueron iguales o inferiores a 5. Otro no menos importante a destacar fue el ocurrido desde el período lluvioso de 1976 al lluvioso de 1977, con 3 períodos estacionales consecutivos, donde los rangos de los acumulados fueron iguales o inferiores a 3 (Figura 1.120 b).

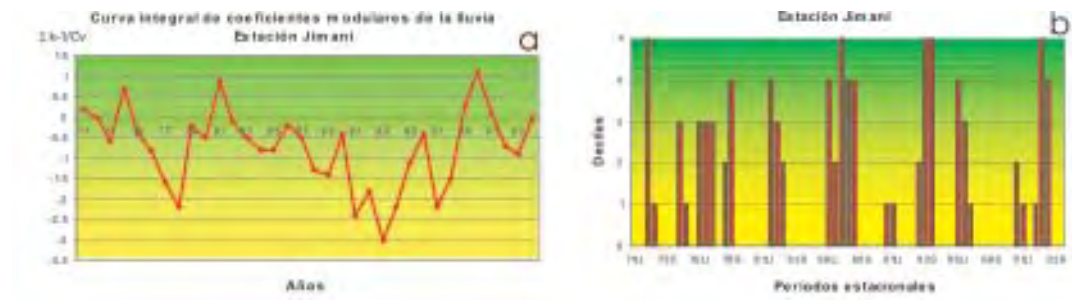


Figura 1.120. Característica de la tendencia (a) y del déficit hiperanual (b) en los acumulados de la lluvia en la estación Jimaní.

Estaciones meteorológicas afectadas por eventos de sequía moderados y severos

En el análisis de los procesos de sequía moderados (M) y severos (S) que han afectado simultáneamente al total de estaciones meteorológicas estudiadas (23), entre 1971 y el 2004, en los diferentes periodos anual y estacionales lluvioso y poco lluvioso, evaluados mediante el método de la Desviación Estandarizada (ver Manual de Procedimientos), se evidenció que el período anual más crítico fue 1976 con 16 estaciones meteorológicas afectadas, mientras que en los años 1973 y 1997 se afectaron 14 (Figura 1.121a). En los períodos lluviosos, los años 1973, 1976, 1991 y 2001 reflejaron 16 estaciones meteorológicas afectadas (Figura 1.121b) y los poco lluviosos de 1974-1975 y 1976-1977 mostraron 20 y 22 respectivamente (Figura 1.121c).

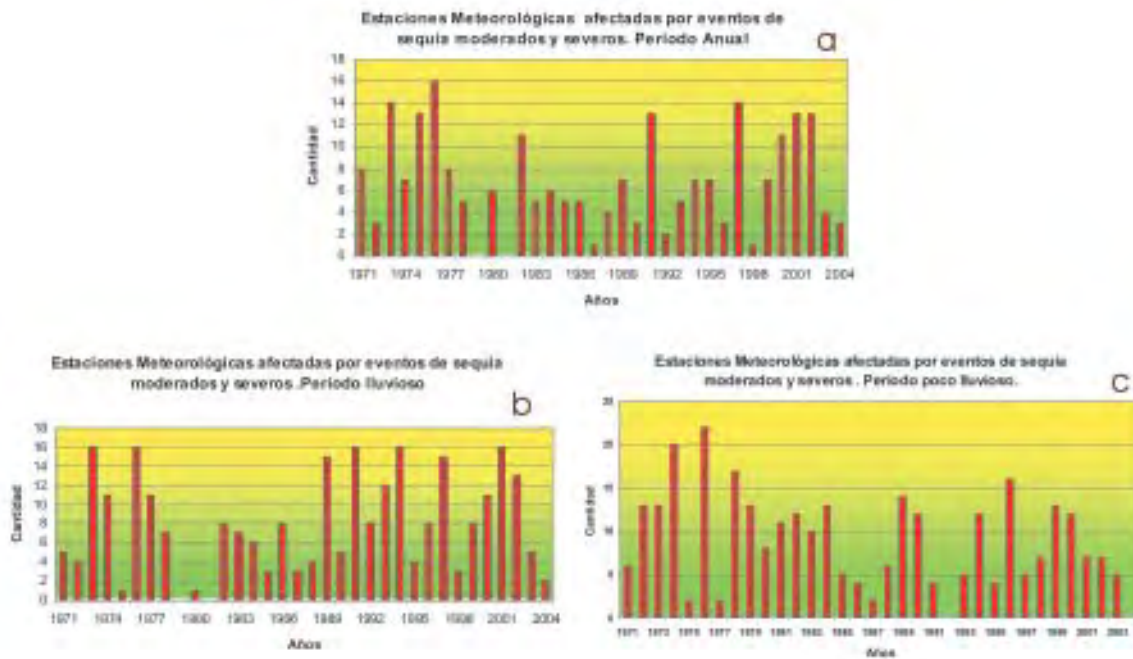


Figura 1.121. Cantidad de estaciones afectadas por sequías Moderadas (M) y Severas (S) en el período anual (a), lluvioso (b) y poco lluvioso (c).

¹ En las condiciones de Cuba el año hidrológico es el período de 12 meses que se inicia en mayo de un año y culmina en abril del año siguiente.

² En correspondencia con las estadísticas básicas disponibles del INRH desde esa fecha.

³ El criterio de cierre de seis meses contempla que, una vez hecha la declaratoria de Inicio de Sequía en un punto, no se finaliza dicho evento mientras los acumulados de las lluvias del semestre que cierra en el mes que acaba de concluir, no rebasen el 41 percentil de la distribución histórica para ese mismo período.

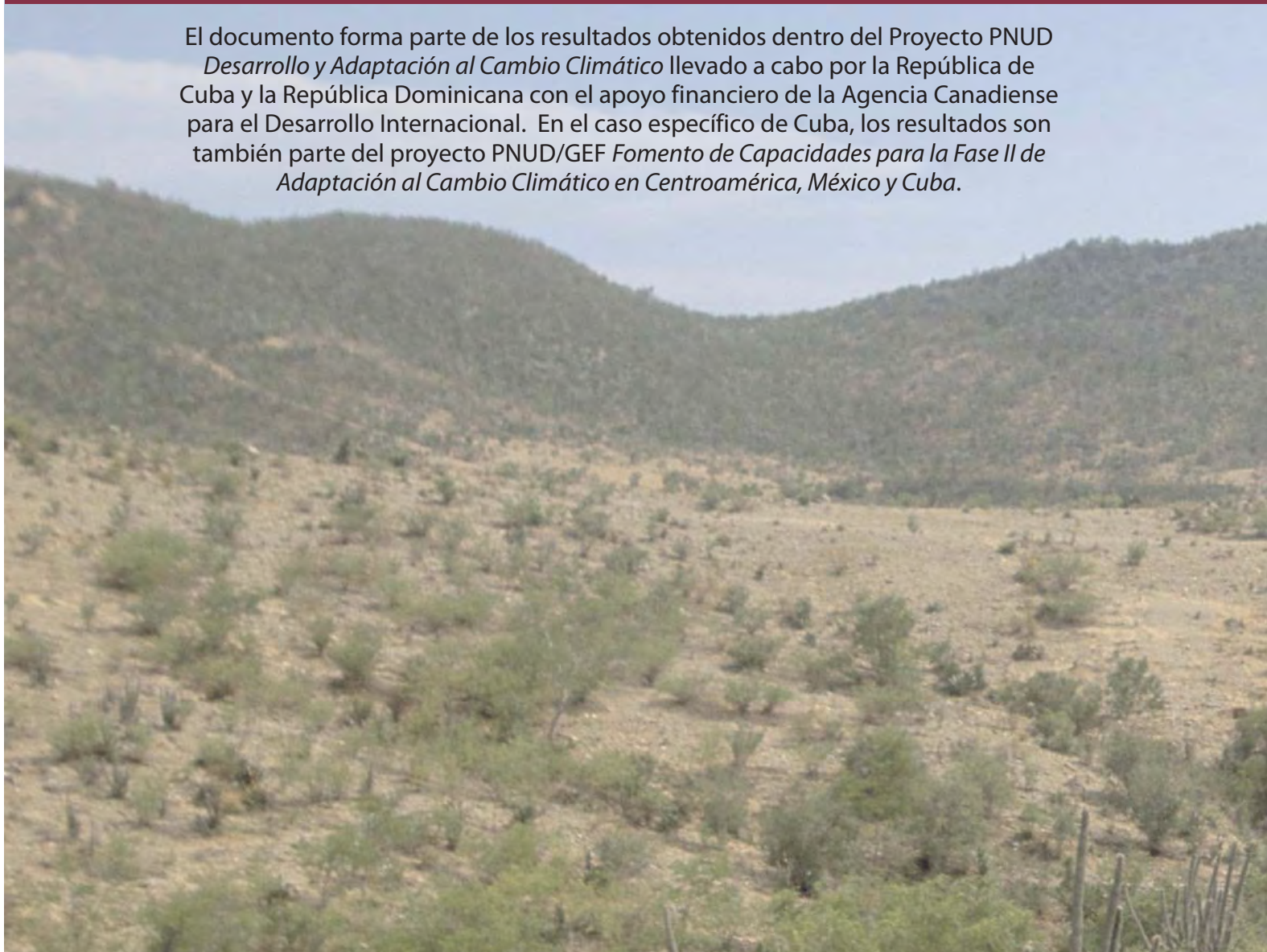
⁴ Niveles empleados en el presente trabajo: atmósfera alta (200 y 300 hPa), atmósfera media (500 y 700 hPa) y atmósfera baja (850 y 925 hPa).

⁵ Velocidades verticales de presión (Omega) positivas significan movimientos atmosféricos verticales descendentes y negativas ascendentes.

^{6, 7, 8 y 9} Para una mejor apreciación de la Figura 1., los números insertados sobre las provincias orientales señalan los valores predominantes sobre esta zona multiplicados por 100.

El PNUD-Cuba se complace en presentar la siguiente publicación, que forma parte de un conjunto de dos tomos titulados: *Tomo I La sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y en la República Dominicana* y *Tomo II Políticas de adaptación a la sequía actual y proyectada en la República de Cuba y en la República Dominicana*.

El documento forma parte de los resultados obtenidos dentro del Proyecto PNUD *Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático* llevado a cabo por la República de Cuba y la República Dominicana con el apoyo financiero de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional. En el caso específico de Cuba, los resultados son también parte del proyecto PNUD/GEF *Fomento de Capacidades para la Fase II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba*.



Adaptación al Cambio Climático

Tomo II

Políticas de adaptación a la sequía actual y proyectada en la República de Cuba y la República Dominicana

Proyecto PNUD/ACDI *Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático*
Proyecto PNUD/GEF *Fomento de Capacidades para la Fase II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba*



CAPÍTULO 2

*La sequía agrícola en Cuba y
República Dominicana*

“Cuando la cantidad y distribución de la lluvia, las reservas de agua del suelo y las pérdidas debidas a la evaporación se combinan para producir reducciones considerables del rendimiento de los cultivos y del ganado, se produce la Sequía Agrícola”

MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

En la aplicación agrícola un mes es un período muy largo y poco adecuado para evaluar el déficit de agua de las plantas en condiciones de secano. La lluvia puede concentrarse en determinado período del mes, creando así otros períodos más secos en la parte restante. Por ello, para estudiar la influencia de los períodos de sequía agrícola, que pueden ser críticos en determinadas fases de desarrollo de la vegetación, se procesó la información tomando la década (diez días) como período temporal base, según recomendaron Frère *et al.* (1978), Appa (1986) y Eldin (1986). Esto aumenta la precisión y es además una solución intermedia entre el volumen de trabajo que genera el uso de los datos diarios y la incertidumbre y simplicidad de realizar éste con datos mensuales.

La información histórica de las variables climáticas obtenidas en la República de Cuba y utilizadas en la presente investigación fue extraída de las bases de datos del Instituto de Meteorología y del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Se utilizó la información pluviométrica del período 1951 – 1990 (40 años) y la información climática del período 1975 – 2004 (30 años). La información de las variables climáticas obtenidas en la República Dominicana corresponde al Banco de Datos Climatológicos del Departamento de Climatología – División de Procesamiento de Datos de la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET). Se utilizó el período 1971 - 2000 (30 años). Los métodos de observación fueron los convencionales aprobados por la Organización Meteorológica Mundial y constituyeron una valiosa información para la obtención de los resultados del proyecto.

Los datos del período más reciente (1998 – 2005) utilizada en el Sistema Integrado para la Vigilancia de la sequía agrícola en Cuba y para desarrollar el estudio de caso de la sequía agrícola en una zona de alto riesgo, fue extraída de los archivos preliminares de la red informativa de estaciones meteorológicas y pluviométricas pertenecientes a las instituciones referidas en el párrafo anterior.

En la parte superior de la Figura 2.1 se muestra la red de estaciones de observación empleadas en el trabajo de investigación para la República de Cuba. En total 62 estaciones meteorológicas con información climática correspondiente al período 1975 – 2004, pertenecientes a la red del Instituto de Meteorología, y 809 estaciones pluviométricas pertenecientes a la red del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, 565 de ellas con información pluviométrica correspondiente al período 1951 – 1990 y 244 al período 1961 – 1990. En la parte inferior se muestra la red de estaciones de observación utilizada en la República Dominicana. En total 12 estaciones meteorológicas con información climática correspondiente al período 1975 – 1986 y 76 estaciones pluviométricas correspondientes al período 1971 – 2000, pertenecientes a la red de la Oficina Nacional de Meteorología. Los datos fueron sometidos a un riguroso control de su calidad, validados y homogeneizados.

Los índices de sequía agrícola se obtuvieron mediante la combinación de herramientas disponibles en diferentes programas de computación, tales como: los tabuladores electrónicos (hojas de cálculo de EXCEL), y los sistemas de información geográfica (SURFER 7.0, Mapinfo 6.5 y Vertical Mapper 3.0).

Originalmente se concibió que las salidas de la investigación fueran presentadas en forma de mapas destinados a facilitar la comprensión de los resultados del estudio de la sequía agrícola. Los mapas, gráficos y tablas generados expresan el comportamiento de la sequía agrícola (diagnósticos y amenazas) durante un período de 40 años (1951 – 1990, para la República de Cuba) y de 30 años (1971 – 2000), para la República Dominicana) y durante el período más reciente (1998 – 2005), para elaborar el estudio de la sequía agrícola en una zona de alto riesgo en la República de Cuba, a escalas nacional, regional, provincial, municipal y por puntos de rejilla.

Las herramientas que se muestran en este capítulo han sido generadas, mejoradas o calibradas por el equipo de investigación del proyecto en la preparación, procesamiento de los datos, sistema de vigilancia, diagnósticos, pronósticos, avisos tempranos de alerta, análisis de la amenaza y climatología mapificada de la sequía agrícola.

Preparación de la información para su uso con los sistemas de información geográfica

En los Sistemas de Información Geográfica (SIG) el formato de los datos puede ser de barrido (raster) de cuadrículas (píxeles) y rejillas, o vectorial. Por el carácter exploratorio de esta investigación se generó un reticulado para el país cuya cuadrícula o punto de rejilla representa una resolución espacial de 4 km de lado, sin embargo, de ser necesario, los métodos empleados permiten a través de la interpolación obtener información de cuadrículas de 1 km².

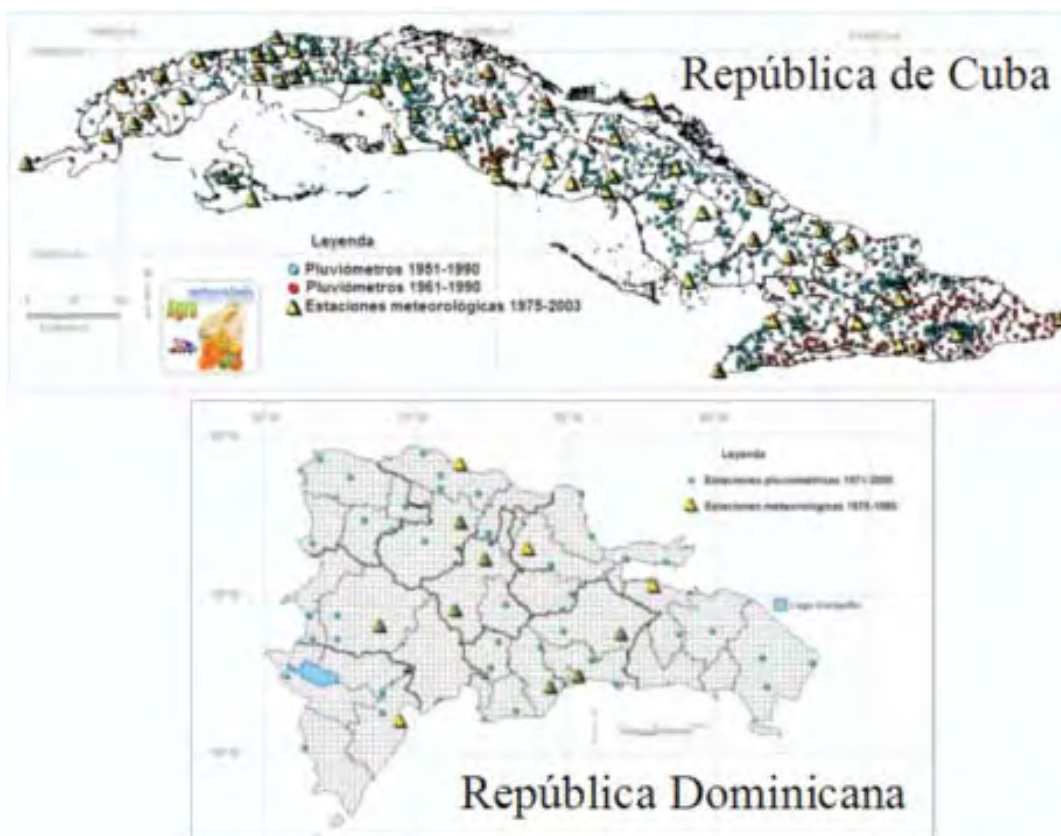


Figura 2.1. Red de estaciones de observación empleada en los estudios de investigación de la sequía agrícola.

Los límites geográficos del rectángulo para la conformación de la rejilla para la República de Cuba fueron: **x** mínima: 82000, **x** máxima: 1234000, **y** mínima: 2000, **y** máxima: 378000, paso 4000. Esto generó una red de 289 columnas y 95 filas. Los valores están referidos a la proyección Cónica Conforme de Lambert para Cuba Norte, expresados en metros Norte y Este.

Los límites geográficos del rectángulo para la conformación de la rejilla para la República Dominicana fueron: **x** mínima: -72.13, **x** máxima: -68.19, **y** mínima: 17.42, **y** máxima: 20.05, paso 0.04, esto genera una red de 100 columnas y 67 filas. Los valores están referidos a la proyección «Longitude / Latitude (NAD 27 for Carribean)», expresados en décimas de grado y por convención a la izquierda del meridiano cero las longitudes se asumen negativas.

Las Figuras 2.2 y 2.3 muestran los principales mapas básicos generados para la confección del balance hídrico agroclimático del suelo y la sequía agrícola cuadrícula a cuadrícula en la República de Cuba y en la República Dominicana, respectivamente.

La base de cuadrículas poligonales fue creada como entidades geográficas independientes a las cuales se les asocia un conjunto de atributos o propiedades del área que representa. Dicha información, mostrada en la parte superior izquierda de las Figuras 2.2 y 2.3 es la siguiente: identificador alfanumérico, coordenadas del centroide (planas y geográficas), región, provincia, municipio, hipsometría (mínima, media y máxima), pendiente (mínima, media y máxima), datos de suelo (textura, grado de permeabilidad, coeficiente de pérdidas de lluvia, porosidad, fracción volumétrica de agua aprovechable, almacenaje máximo de humedad del suelo a la profundidad de 0.5 m de profundidad).

La cartografía utilizada provino de diferentes fuentes. En el caso de la República de Cuba fue la base a escala 1:250000 generada por la empresa de cartografía digital GeoCuba, (GEOCUBA, 2003) excepto la composición mecánica de los suelos que fue digitalizada del Nuevo Atlas Nacional de Cuba (Academia de Ciencias de Cuba, 1989). En el caso de la República Dominicana, la información se extrajo de los sitios: <http://www.maproom.psu.edu/dcw/>, <http://www.maproom.psu.edu/dcw/cgi-bin/dcw/dcwexport.cgi>, y la información pedológica se extrajo del «Mapa digital de suelo y propiedades derivadas» (CD-ROM) ejecutado por FAO/UNESCO (Food and agriculture organization of the United Nations, 1995).

El Vertical Mapper 3.0 es el módulo para trabajo con rejillas del Mapinfo, con este programa se generaron los modelos digitales de elevación, los modelos de pendiente y la extracción de valores temáticos (estadígrafos básicos) de regiones cerradas (región, provincia, municipio y cuadrículas) y puntos.

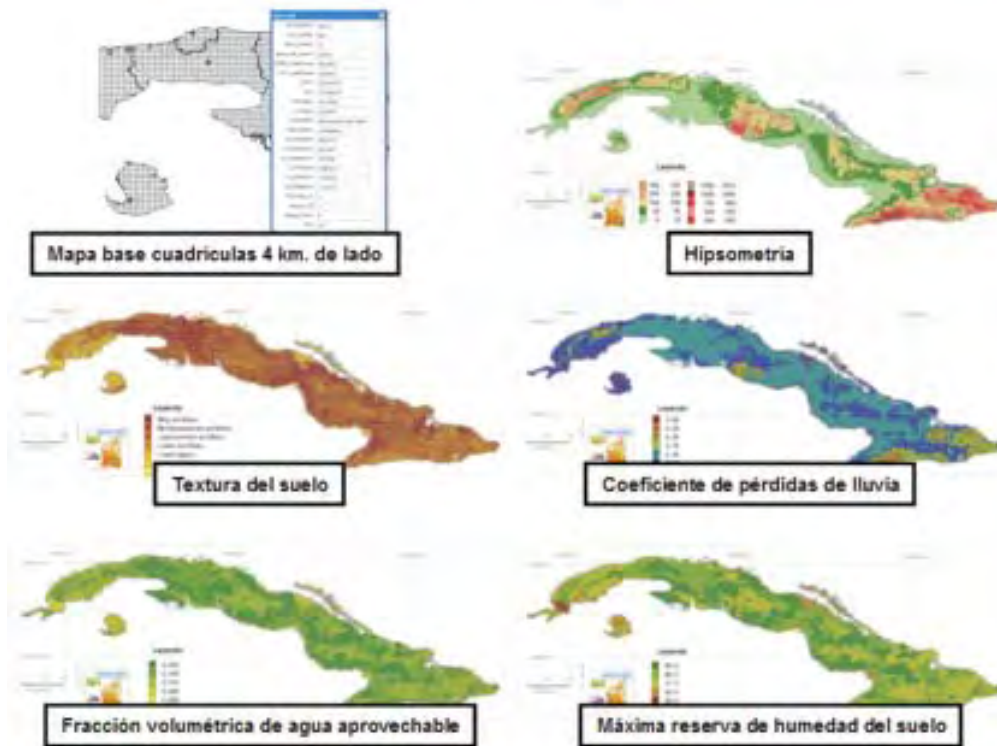


Figura 2.2. Principales mapas básicos generados para la confección del balance hídrico agroclimático del suelo y la sequía agrícola cuadrícula a cuadrícula en la República de Cuba.

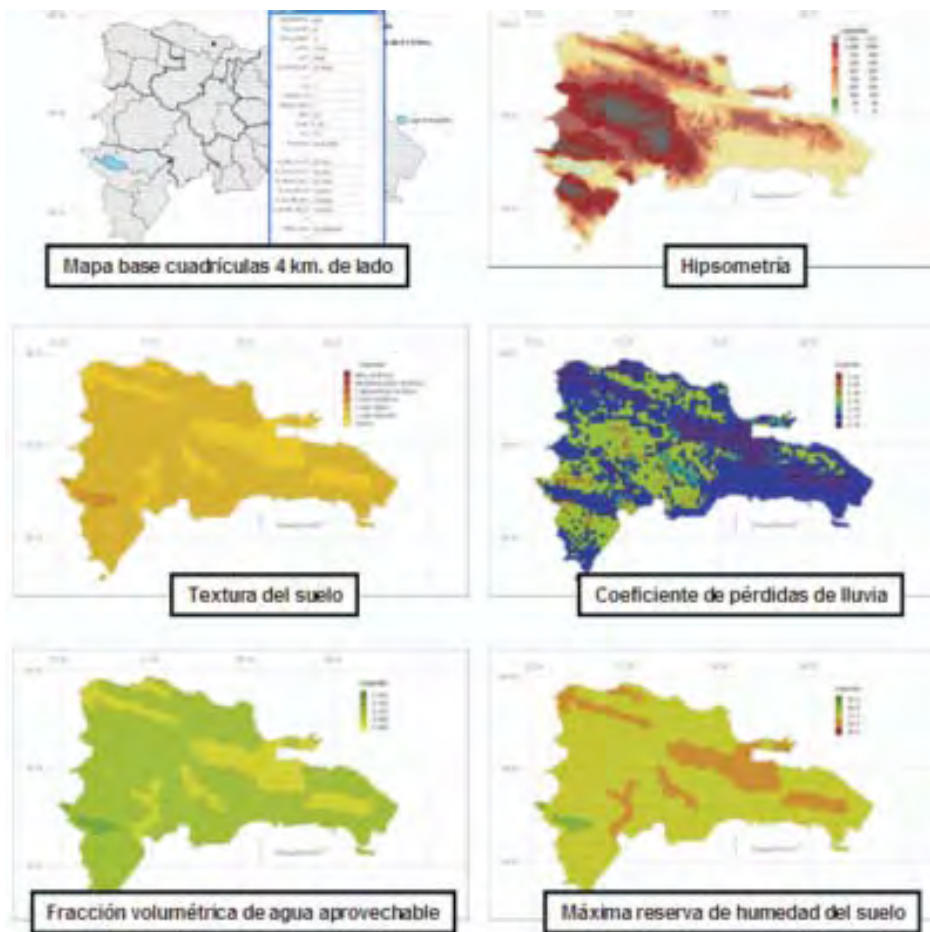


Figura 2.3 Principales mapas básicos generados para la confección del balance hídrico agroclimático del suelo y la Sequía Agrícola cuadrícula a cuadrícula en la República Dominicana.

Flujo de cálculo de los parámetros e índices para la determinación de la sequía agrícola

En las Figuras 2.4 y 2.5 se presenta una síntesis del proceso seguido, cuadrícula a cuadrícula, para evaluar la sequía agrícola mediante la combinación de herramientas anteriormente dichas (EXCEL – SIG). Utilizando la metodología de Solano et al. (2003b) se calculó el poder evaporante de la atmósfera o evapotranspiración de referencia (ET₀), introduciéndose las correcciones necesarias ajustadas a las condiciones físico geográficas de la República de Cuba y de la República Dominicana. Posteriormente se estimaron los parámetros resultantes del balance hídrico agroclimático del suelo (Solano et al., 2003a) como la reserva de humedad productiva del suelo y las condiciones de vegetación de las plantas. Finalmente se procedió al cálculo del índice de sequía agrícola.

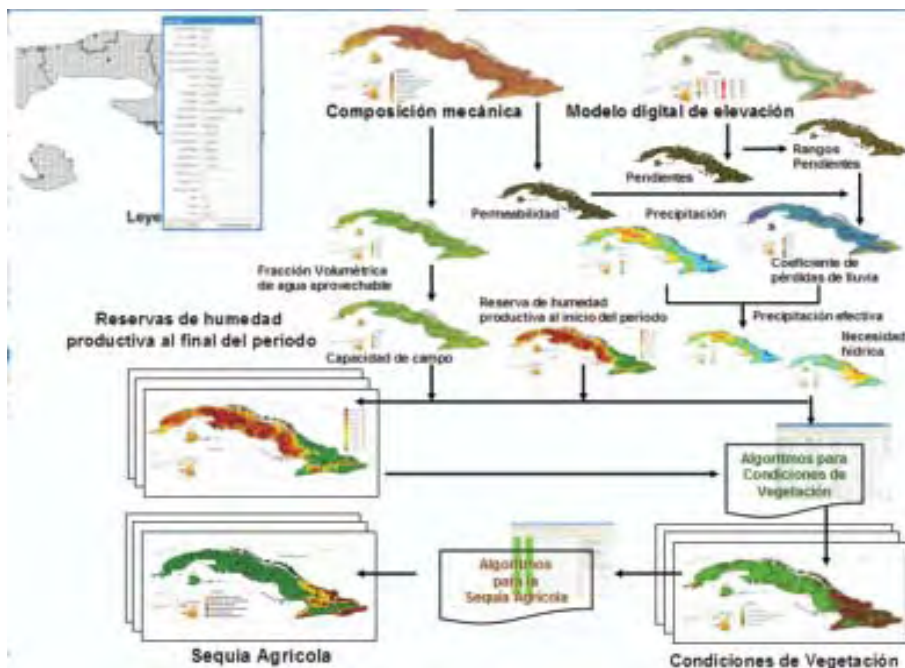


Figura 2.4. Esquema de las operaciones realizadas para evaluar la sequía agrícola mediante la utilización de los SIG.

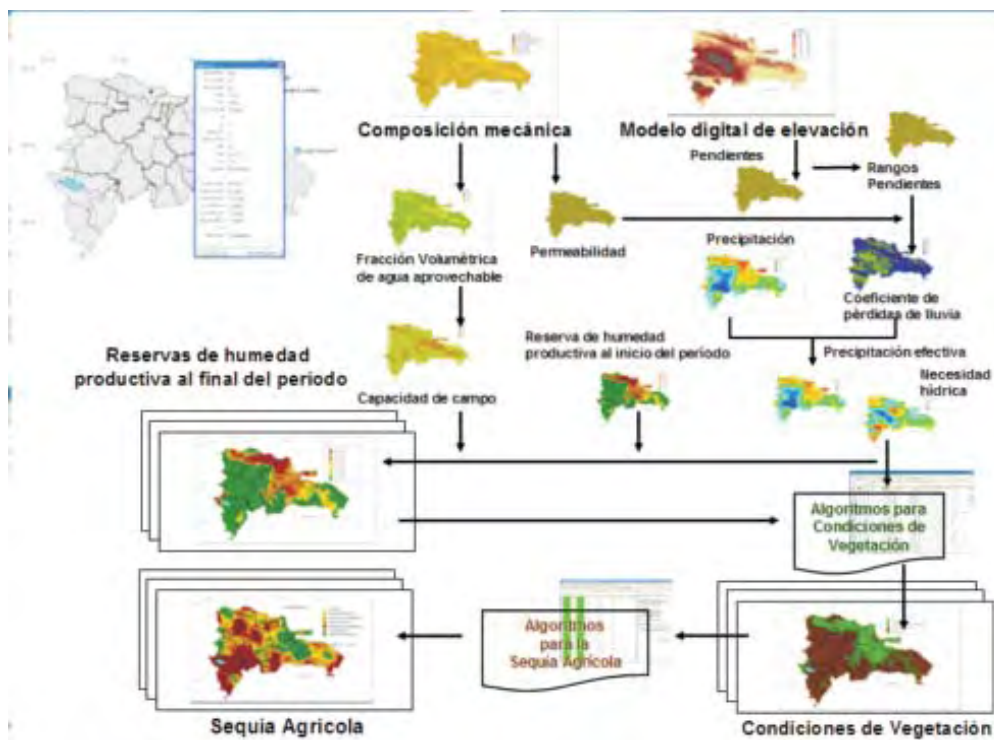


Figura 2.5. Esquema de las operaciones realizadas para evaluar la sequía agrícola mediante la utilización de los SIG.

Básicamente los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitieron la interpolación a partir de la cual se le asignó a cada cuadrícula un valor temático, la rejilla fue exportada como una matriz (x,y,z) en formato texto y los cálculos del balance, condiciones de vegetación y sequía agrícola fueron procesados en hojas de cálculo de EXCEL, los resultados fueron ingresados nuevamente a los SIG en los cuales se practicó el mapeado y la redacción cartográfica.

Elementos metodológicos y definiciones asociados con el diagnóstico de la sequía agrícola

Para determinar la sequía agrícola se requiere hallar con precisión la demanda y el suministro de agua de cada componente del complejo suelo – planta – atmósfera. La experiencia adquirida en la utilización de los métodos utilizados por Solano y Vázquez (1999) y Vázquez y Solano (1999) permitió calibrar en esta investigación la categoría de fin de sequía, haciéndola corresponder con la desaparición de las condiciones de estrés hídrico en la vegetación.

Sobre la base del seguimiento de los períodos de tiempo seco evaluados por el índice de humedecimiento de la vegetación (Solano *et al.*, 2003c), y la escala propuesta por Solano *et al.* (2000a) que permite diagnosticar el inicio, fin y duración de la sequía agrícola, en función de las condiciones de estrés hídrico que afectan a la vegetación predominante en la zona estudiada, la evolución de la sequía agrícola se ha conceptualizado en seis categorías.

- **Período seco corto.** Esta categoría expresa que ha sucedido un período seco en el cual la vegetación ha agotado la reserva de humedad productiva del suelo y ha permanecido en estrés hídrico moderado a severo durante las siguientes dos décadas (categorías del índice de humedecimiento muy secas o severamente secas). Sus efectos pueden corresponderse, en términos de afectación por estrés hídrico a las plantas, con las categorías de sequía absoluta, período seco o sequía parcial, citados por Sivakumar (2002).

- **Período seco moderado.** Se corresponde con aquel período seco que ha mantenido a la vegetación en estrés hídrico moderado o severo por un período adicional de una década, a la categoría descrita anteriormente y cuya duración ha sido mayor o igual a tres décadas posteriores al inicio del agotamiento del agua del suelo.

- **Inicio de sequía agrícola.** Comprende aquel período seco que ha mantenido sometida a la vegetación en estrés hídrico moderado o severo por un período adicional de una década, a la categoría descrita anteriormente y cuya duración ha sido mayor o igual a cuatro décadas posteriores al inicio del agotamiento del agua del suelo. Este período temporal, suficientemente largo, se corresponde con el inicio de la sequía meteorológica en el Sistema de Vigilancia de la Sequía que lleva a cabo el Centro de Clima.

- **Permanencia de sequía agrícola.** Esta categoría indica el establecimiento de la sequía agrícola. La sequía agrícola, en este caso, ha mantenido sometida a la vegetación en estrés hídrico moderado o severo por un período adicional de una década, a la categoría ya descrita anteriormente y su duración ha sido mayor o igual a cinco décadas posteriores al inicio del agotamiento del agua del suelo.

- **Fin de sequía agrícola.** Comienza con la primera década, entre dos décadas consecutivas, donde se presentan condiciones húmedas después de un período seco, pudiendo haber entre ellas un período seco que ocasione estrés hídrico ligero a las plantas (el contenido de agua del suelo no permite que las plantas satisfagan sus necesidades hídricas, o dicho de otra forma, la humedad productiva del suelo es inferior al volumen de agua que éste almacena en el límite productivo y es mayor o igual a la mitad del contenido de agua que el suelo almacena cuando se encuentra en el límite productivo, o sea, que no llega a extraer fácilmente el agua del suelo ni tampoco a tensiones altas. La vegetación, en estas condiciones, casi satisface sus necesidades hídricas y extrae el agua del suelo con ciertas limitaciones, crece con algunas dificultades y esto disminuye débilmente su producción de biomasa).

- **Ausencia de sequía agrícola.** Se corresponde con aquel período en el cual las condiciones agrometeorológicas no originan períodos secos ni sequía. En este caso, las plantas pueden lograr rendimientos aceptables e incluso llegar a obtener sus máximos rendimientos.

La Figura 2.6 muestra el diagnóstico del estado de la sequía agrícola en Cuba al finalizar la última década de cada mes durante el período 1998 – 2005, realizado por el Sistema de Vigilancia de la sequía agrícola en Cuba.

Con vistas a evaluar el peligro (o amenaza) de la sequía agrícola, en este estudio se simplificaron las categorías antes expresadas y se agruparon de la siguiente forma:

- Las categorías **Período Seco Corto** y **Período Seco Moderado** dan lugar a una nueva categoría para el análisis del peligro, en este caso, **Presencia de Períodos Secos**.

- Las categorías **Inicio de sequía agrícola** y **Permanencia de sequía agrícola** dan lugar a una nueva categoría para el análisis del peligro, en este caso, **Presencia de sequía agrícola**.

· Las categorías *Fin de sequía agrícola* y *Ausencia de sequía agrícola* dan lugar a una nueva categoría para el análisis del peligro, en este caso, *Ausencia de sequía agrícola*.

En esta investigación se asumió que la frecuencia con que ocurrieron en el pasado cada una de las categorías señaladas anteriormente volverá a ocurrir en el futuro y de esta forma, es posible expresar el peligro (en probabilidades) en función del conocimiento adquirido sobre el comportamiento de este fenómeno climático extremo en el pasado.

Atendiendo a su duración temporal, al igual que en el análisis de la Sequía Meteorológica (Lapinel *et al.*, 2000), en el Sistema de Vigilancia de la sequía agrícola, la sequía agrícola se conceptuó como de:

· *Corto período*. La extensión temporal total de la sequía agrícola es igual o mayor a cuatro décadas, pero no llega a abarcar un período estacional.

· *Corto período estacional*. La extensión temporal total de la sequía agrícola es igual o mayor a un período estacional, pero no llega a comprender dos períodos estacionales.

· *Largo período*. La extensión temporal total de la sequía agrícola abarca dos o más períodos estacionales, pero no llega a comprender dos años hidrológicos.

· *Hiperanual*. La extensión total de la sequía agrícola abarca dos o más años hidrológicos.

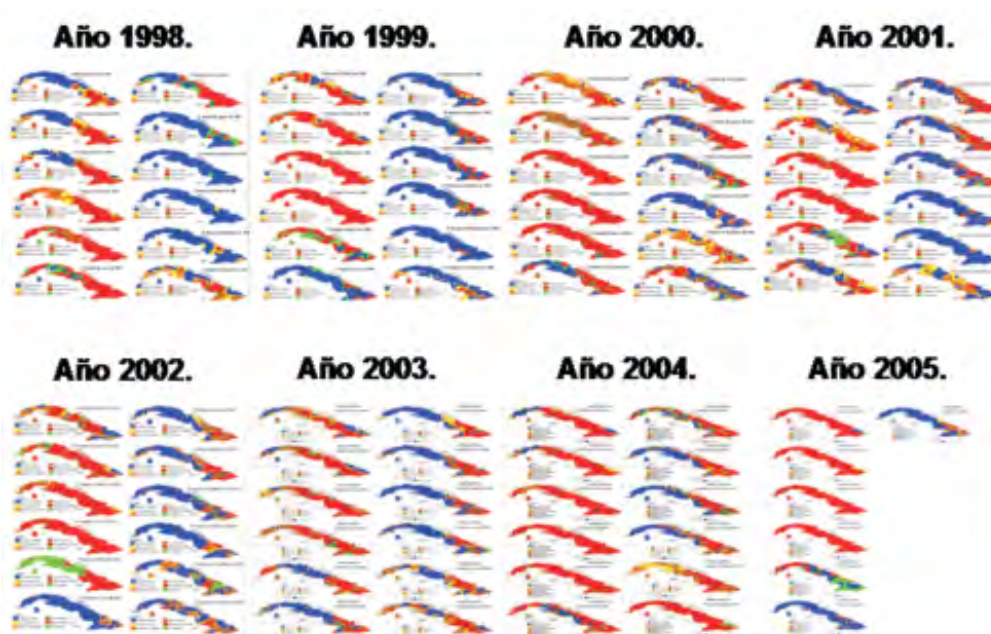


Figura 2.6. Diagnóstico de la sequía agrícola en Cuba durante la última década de cada mes durante el período 1998-2005.

Atendiendo a la extensión espacial de la sequía agrícola, el Sistema Nacional de Vigilancia de la sequía agrícola contempla la evaluación en la escala nacional, aunque pueden ser utilizadas otras escalas espaciales menores tales como regiones, provincias y municipios. La escala para la evaluación espacial de la sequía agrícola, mostrada en la Tabla 2.1, toma en cuenta el porcentaje del área del territorio evaluado que se encuentra en diferentes categorías de sequía agrícola en su proceso de evolución, respecto a la suma total del área que contenga el territorio evaluado.

En el proceso de análisis de los resultados de la información para la elaboración del pronóstico o del análisis de la amenaza de la sequía agrícola, se reagruparon las categorías mostradas en la Tabla 2.1, de modo que una extensión superficial *Pequeña* representa valores de X menores a 20%, *Mediana* comprende los valores de X mayores o iguales a 20% y menores a 60% y *Grande*, los valores mayores o iguales a 60%.

Con vistas a evaluar el peligro (o amenaza) de la extensión superficial de la sequía agrícola, en este estudio se simplificaron las categorías antes expresadas y se agruparon de la siguiente forma:

· Las categorías *Ausencia de Sequía*, *Muy Pequeña* y *Pequeña* dan lugar a una nueva categoría para el análisis del peligro, en este caso, *Pequeña*.

· La categoría *Mediana* no se modifica, continuando con el nombre *Mediana*.

· Las categorías *Grande*, *Muy grande* y *Total* dan lugar a una nueva categoría para el análisis del peligro, en este caso, *Grande*.

Atendiendo a su intensidad, la sequía agrícola fue definida por Solano et al. (2005) de la siguiente forma:

Muy ligera: Se corresponde con un período de tiempo seco en el cual la suma de las décadas muy secas o severamente secas que lo componen no llega a alcanzar 20% de la longitud total de un período seco de al menos 12 décadas de duración. Se incluyen también los períodos de tiempo seco corto y moderado.

Ligera: Se presenta cuando en un período seco, la suma de las décadas muy secas o severamente secas supera o iguala 20%, pero no llega a alcanzar 40% de la longitud de un período seco de al menos 12 décadas de duración. Se incluyen también los períodos de tiempo seco con 4 ó 5 décadas evaluadas como muy secas o severamente secas.

Moderada: Se corresponde con un período de tiempo seco en el cual la suma de las décadas muy secas o severamente secas supera o iguala 40%, pero no llega a alcanzar 60% de la longitud de un período seco de al menos 12 décadas de duración. Se incluyen también los períodos de tiempo seco con 6, 7 y 8 décadas clasificadas de muy secas o severamente secas.

Severa: Se presenta cuando en un período de tiempo seco, la suma de las décadas muy secas o severamente secas supera o iguala 60%, pero no llega a alcanzar 80% de la longitud de un período seco de al menos 12 décadas de duración. Se incluyen también los períodos de tiempo seco con 9, 10 y 11 décadas evaluadas de muy secas o severamente secas.

Muy severa: Se corresponde con un período de tiempo seco en el cual la suma de las décadas secas o severamente secas supera o iguala 80% de la longitud de un período seco de al menos 12 décadas de duración.

Aquellos períodos que contengan más de 20% de décadas evaluadas como severamente secas, del total de décadas secas que lo componen, serán evaluados dentro de la categoría inmediata superior.

Una sequía agrícola de largo período puede contener otros períodos menores de sequía agrícola de corto período con igual o diferente intensidad a la correspondiente evaluación de la sequía agrícola de largo período que los contiene.

Con vistas a evaluar el peligro (o amenaza) de la sequía agrícola, en este estudio se simplificaron las categorías de intensidad antes expresadas y se agruparon de la siguiente forma:

- . Las categorías **Muy ligera** y **Ligera** dan lugar a una nueva categoría para el análisis del peligro, en este caso, **Ligera**.
- . La categoría **Moderada** no se modifica, continuando con el nombre **Moderada**.
- . Las categorías **Severa** y **Muy severa** dan lugar a una nueva categoría para el análisis del peligro, en este caso, **Severa**.

Tabla 2.1. Evaluación de la sequía agrícola atendiendo a su extensión espacial.

Categoría de diagnóstico de la sequía agrícola	Umbral mínimo (%)	Porcentaje del territorio evaluado que se encuentra en diferentes categorías de sequía agrícola, respecto al área total del territorio evaluado			Umbral máximo (%)
Ausencia	0	≤	X	<	5
Muy pequeña	5	≤	X	<	20
Pequeña	20	≤	X	<	40
Mediana	40	≤	X	≤	60
Grande	60	<	X	≤	80
Muy grande	80	<	X	≤	95
Total	95	<	X	≤	100

En la Figura 2.7 se muestran las evaluaciones de la intensidad (representada por el color de fondo en cada municipio) y duración, en décadas, de la sequía agrícola (representada por el número que aparece en el interior del contorno de cada municipio) en el año 2000, respectivamente, de cada municipio estudiado en las cinco provincias más orientales del país durante el período principal de la sequía agrícola.

Según Solano y Vázquez (2002), el año 2000 se caracterizó por tener dos períodos de sequía agrícola, el primero y principal, comenzado ya durante los últimos meses del año anterior, manifestó su presencia desde la primera década de

enero hasta más allá de mediados de año. El período seco comprendió desde unas 16 décadas en Granma, hasta unas 23 ó 24 décadas en las restantes provincias, y la intensidad de la sequía agrícola, en general, resultó evaluada de muy severa. Esta sequía resultó la más severa ocurrida en las provincias orientales durante el período 1998-2000.

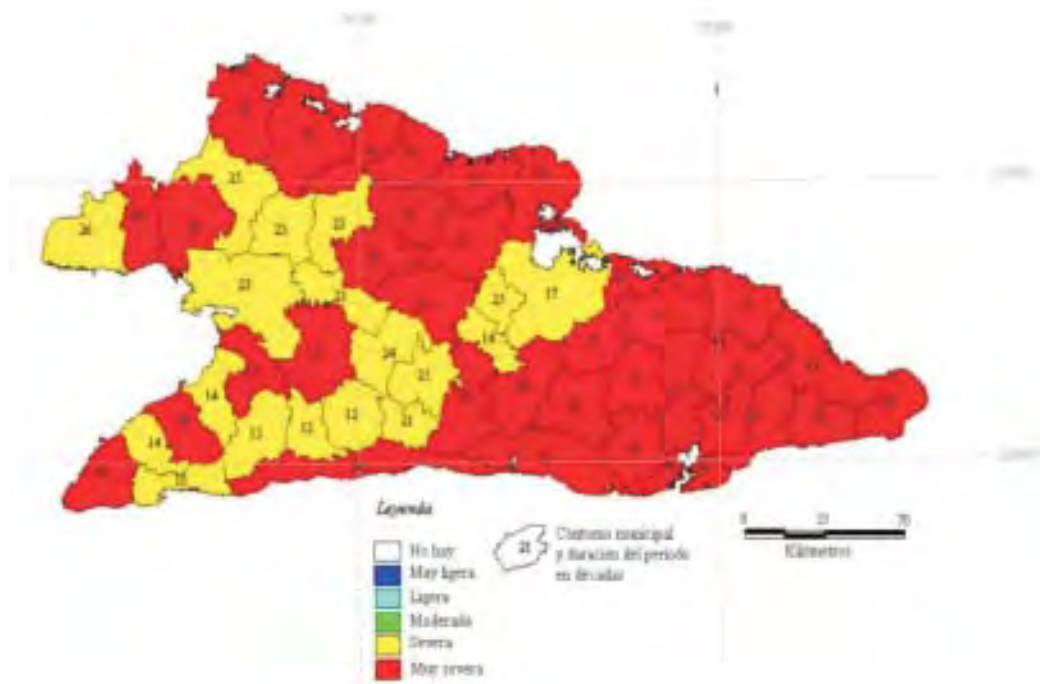


Figura 2.7. Evaluación de la intensidad de la sequía agrícola del período hidrológico poco lluvioso 1999-2000 y el inicio del período lluvioso, en las cinco provincias más orientales del país.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DIAGNÓSTICO DE LA SEQUÍA AGRÍCOLA

Diagnóstico de la sequía agrícola a nivel anual

La extensión superficial media anual nacional de la sequía agrícola para el período 1951 – 1990 estudiado es de 57%, sin embargo, es normal que 60% del país se encuentre afectado por sequía agrícola, correspondiendo, de ese valor un 30% del área con intensidad muy severa, 40% severa, 25% moderada y 5% ligera. Los valores de la extensión superficial media anual han llegado hasta un máximo de 70% de la superficie del país, en el año 1986 y de ese valor, un 57% del área a la categoría de intensidad muy severa, un 34% a intensidad severa, 8% a la moderada y 1% a la ligera; y a un mínimo de 43% en el año 1969, correspondiendo de esa cifra, 16% del área a la categoría de intensidad muy severa, un 37% a intensidad severa, 34% a intensidad moderada, 12% a la ligera y 1% muy ligera.

La región del país más afectada por la sequía agrícola en el período de 40 años estudiado es la oriental, con una afectación normal de 66% de su territorio, correspondiendo de ese valor un 43% del área con intensidad muy severa, un 34% con intensidad severa, 17% con intensidad moderada, 5% con intensidad ligera y 3% muy ligera. El valor más alto de la extensión superficial media anual de la región oriental ha llegado hasta un máximo de 78% de la superficie de la región, en el año 1989 y de ese valor, un 66% del área con intensidad muy severa, un 27% con intensidad severa, 6% con intensidad moderada, 1% con intensidad ligera y resultó casi nula la superficie afectada con intensidad muy ligera.

La región del país menos afectada por la sequía agrícola es la occidental, con una afectación normal de 53% de su territorio, correspondiendo de ese valor un 1% del área con intensidad muy severa, un 8% con intensidad severa, 84% con intensidad moderada, 6% con intensidad ligera y fue casi nula la superficie afectada con intensidad muy ligera. El valor más bajo de la extensión superficial media anual de la región occidental ha llegado hasta un mínimo de 25% de la

superficie de la región, en el año 1983 y de ese valor, un 1% del área con intensidad muy severa, un 13% con intensidad severa, 37% con intensidad moderada, 40% con intensidad ligera y 9% con intensidad muy ligera.

Las provincias más afectadas por la sequía agrícola son: Holguín, con una afectación normal de 68% de su territorio; Las Tunas; con una afectación normal de 66%; y Guantánamo, con afectación normal del 65% de su territorio. Por su parte, las provincias con menor área cubierta por la sequía agrícola son: Pinar del Río, con 49% de su territorio; Sancti Spíritus, con 50%; y La Habana con una afectación normal de 50%.

Diagnóstico de la sequía agrícola en el período lluvioso

Como norma, la extensión superficial media nacional de la sequía agrícola para el período hidrológico lluvioso correspondiente al período de 40 años estudiado es de 42% del país, correspondiendo de ese valor, un 11% del área con intensidad muy severa, un 23% con intensidad severa, 23% con intensidad moderada, 26% con intensidad ligera y 17% con intensidad muy ligera. Los valores extremos de la extensión superficial de la sequía agrícola media del período lluvioso han llegado hasta un máximo de 63% de la superficie del país, en el año 1987 (de ese valor, un 13% del área con intensidad muy severa, un 42% con intensidad severa, 27% con intensidad moderada, 15% con intensidad ligera y 3% con intensidad muy ligera), y un mínimo de 22% en el año 1954, correspondiendo un 3% del área a intensidad muy severa, un 8% a intensidad severa, 21% a intensidad moderada, 34% a intensidad ligera y 33% a intensidad muy ligera.

La región del país más afectada por la sequía agrícola en el período de 40 años estudiado es la oriental, con una afectación normal de 59% de su territorio, correspondiendo de ese valor, un 22% del área con intensidad muy severa, un 43% con intensidad severa, 16% con intensidad moderada, 11% con intensidad ligera y 8% con intensidad muy ligera. El valor más alto de la extensión superficial media anual de la región oriental ha llegado hasta un máximo de 79% de la superficie de la región en los años 1989 y 1967, de ese valor, un 55% del área con intensidad muy severa, un 31% con intensidad severa, 9% con intensidad moderada, 4% con intensidad ligera y 1% con intensidad muy ligera en el primer caso y 51% del área con intensidad muy severa, un 35% con intensidad severa, 9% con intensidad moderada, 4% con intensidad ligera y 1% con intensidad muy ligera en el segundo caso.

La región del país menos afectada por la sequía agrícola es la occidental, con una cobertura normal de 30% de su territorio, correspondiendo de ese valor un 1% del área con intensidad severa, un 4% con intensidad moderada, 11% con intensidad ligera y 84% con intensidad muy ligera. El valor más bajo de la extensión superficial media del período lluvioso en la región occidental ha llegado hasta un mínimo de 30% de la superficie de la región, en el año 1954 y de ese valor, un 2% del área corresponde a la categoría de intensidad muy severa, un 2% del área corresponde a la categoría de intensidad severa, un 3% a intensidad moderada, un 34% a ligera y un 58% a muy ligera.

Las provincias más afectadas por la sequía agrícola en el período lluvioso son: Holguín, con una afectación normal de 69% de su territorio; Guantánamo con 66% de su territorio; y Las Tunas con 52% de su territorio. Las provincias menos afectadas son: Sancti Spíritus, con una afectación normal de 26% de su territorio, el Municipio Especial Isla de la Juventud con un 26% y La Habana, con una afectación normal de 27%.

Diagnóstico de la sequía agrícola en el período poco lluvioso

La extensión superficial media nacional de la sequía agrícola para el período hidrológico poco lluvioso correspondiente al período de 40 años estudiado es normal que ocupe un 74% del país, correspondiendo, de ese valor un 73% del área con intensidad muy severa, un 20% con intensidad severa, un 4% con intensidad moderada y 2% ligera. Los valores extremos de la extensión superficial de la sequía agrícola media del período poco lluvioso han llegado hasta un máximo de 86% de la superficie del país, en el año 1985 y de ese valor, un 90% del área a la categoría de intensidad muy severa, 7% a intensidad severa, 1% moderada, 1% a ligera y 1% a muy ligera; y un mínimo de 44% en el año 1983, correspondiendo un 27% de ese valor a la categoría de intensidad muy severa, un 36% a la categoría de intensidad severa, 22% a intensidad moderada, 15 a ligera y un 1% a muy ligera.

La región del país más afectada por la sequía agrícola en el período poco lluvioso de 40 años estudiado es la central, con una afectación normal de 75% de su territorio, correspondiendo de ese valor un 87% del área con intensidad severa y un 13% con intensidad moderada. El valor más alto de la extensión superficial media anual de la región central ha llegado hasta un máximo de 90% de la superficie de la región en el año 1985, de ese valor, 98% a la categoría de intensidad muy severa y 2% a la de severa.

La región del país menos afectada por la sequía agrícola es la oriental, con una cobertura normal de 73% de su territorio, correspondiendo de ese valor un 67% del área a la categoría de intensidad muy severa, 17% a intensidad severa, 8% a intensidad moderada, 6% a ligera y un 2% a muy ligera. El valor más bajo de la extensión superficial media del período poco lluvioso en la región oriental ha llegado hasta un mínimo de 51% de la superficie de la región en el año 1964 y de ese valor, un 39% del área corresponde a la categoría de intensidad muy severa, 30% a severa, 16% a moderada, 13% a ligera y 2% a muy ligera.

Las provincias más afectadas por la sequía agrícola en el período poco lluvioso son: Las Tunas, con una afectación normal de 83% de su territorio; Cienfuegos, con un 80% de su territorio; y Matanzas, con afectación de 79%. Las provincias menos afectadas son: Ciudad de La Habana, con una afectación normal de 58% de su territorio; Guantánamo, con una afectación normal de 65% de su territorio; y Holguín, con una afectación normal de 66% de su territorio.

Descripción de las características de la sequía agrícola por décadas del año

Primera década de enero

Durante esta década la cobertura espacial de la sequía agrícola para un año medio en Cuba es grande y ocupa aproximadamente un 75% del territorio nacional. La región central del país resultó la más afectada (80% de su superficie) y la región oriental la menos afectada (70%). Las provincias más afectadas del país durante esta década son Ciego de Ávila y Las Tunas (86%), seguidas de Cienfuegos y Matanzas (84%) y Granma, Sancti Spíritus y Camagüey (82%). Las menos afectadas resultaron ser Holguín (53%), Ciudad de La Habana (54%) y Guantánamo (60%).

Segunda década de enero

La sequía agrícola en Cuba continúa ganando en extensión espacial y llega a alcanzar la categoría muy grande. Para un año medio, la sequía agrícola suele ocupar un 82% del territorio nacional. La región más afectada del país durante esta década suele ser la central (96% del área de la región) y la menos afectada la oriental (76%). Las provincias más afectadas del país durante esta década son Ciego de Ávila (93%), Sancti Spíritus y Las Tunas (90%), Cienfuegos y Matanzas (90%). Entre las menos afectadas se encuentran Holguín (58%), Ciudad de La Habana (64%), Guantánamo (67%), La Habana y Pinar del Río (76%).

Tercera década de enero

La sequía agrícola sigue ganando algo más en extensión espacial durante esta década y para un año medio ocupa aproximadamente 85% del país, evaluándose su extensión superficial como muy grande. La región del país que más ha sido afectada por la extensión espacial de la sequía agrícola ha sido la central (91%) y la menos afectada fue la oriental (81%). Las provincias que más sufren de este insidioso evento extremo durante esta década son Ciego de Ávila, Camagüey y Las Tunas (94%), Granma y Sancti Spíritus (91%). Las menos afectadas en este período son Holguín (64%), Ciudad de La Habana (68%), Guantánamo (72%), Pinar del Río y La Habana (78%).

Primera década de febrero

La extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba continúa siendo muy grande. Para un año medio este evento climático adverso ocupa aproximadamente un 87% del territorio nacional. La región central del país resulta la más afectada (un 93% de su superficie) y la región oriental la menos afectada (83%). Las provincias más afectadas del país durante esta década son Las Tunas (96%), Camagüey y Ciego de Ávila (95%), Granma (93%) y Sancti Spíritus y Cienfuegos (92%). Las menores afectaciones suelen presentarse en Guantánamo (63%) y Ciudad de La Habana (75%), Holguín (68%) y Pinar del Río y La Habana (80%).

Segunda década de febrero

En esta década la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba continúa siendo muy grande. Para un año medio suele ocupar un 88% del país. La región de Cuba más afectada durante esta década suele ser la central (92% del área de la región) y la menos afectada la occidental (84%). Las provincias menos afectadas corresponden a Holguín (72%), Ciudad de La Habana (76%), Guantánamo (77%), Pinar del Río (80%) y La Habana (81%).

Tercera década de febrero

Durante la última década de febrero la cobertura espacial de la sequía agrícola en Cuba es similar a la de la década anterior (88% del territorio nacional). La región central del país resulta la más afectada (un 93% de su superficie) y la región occidental la menos afectada (85%). Las provincias más afectadas del país durante esta década son: Las Tunas (96%), Granma (95%), Camagüey (94%) y Sancti Spíritus y Ciego de Ávila (93%). Las provincias menos afectadas corresponden a Holguín (75%), Ciudad de La Habana (77%), Guantánamo (79%), Pinar del Río (81%) y La Habana (83%).

Primera década de marzo

La sequía agrícola sigue ganando algo más en extensión espacial durante esta década. Ella continúa evaluándose dentro de la categoría muy grande y para un año medio ocupa aproximadamente 90% del país. La región más afectada en el país por la extensión espacial de la sequía agrícola durante esta década ha sido la central (93%) y la menos afectada fue la oriental (89%). Las provincias más afectadas corresponden a Las Tunas (97%), Granma (96%), Camagüey (95%) y Sancti Spíritus y Cienfuegos (94%). Las provincias menos afectadas han sido Holguín y Ciudad de La Habana (80%) Guantánamo (81%), Pinar del Río y La Habana (83%).

Segunda década de marzo

Durante esta década la extensión superficial de la sequía agrícola continúa siendo muy grande y suele incrementar ligeramente su extensión espacial. Para un año medio ocupa un 91% del territorio nacional. La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la central (94% del área de la región) y la menos afectada la oriental (90%). Las provincias más afectadas corresponden a Las Tunas (97%), Granma y Camagüey (96%) y Ciego de Ávila y Sancti Spíritus (95%). Las provincias menos afectadas corresponden a Guantánamo y Ciudad de La Habana (83%), Holguín (84%), Pinar del Río (85%) y La Habana (86%).

Tercera década de marzo

La cobertura espacial de la sequía agrícola continúa siendo muy grande y aún suele incrementar ligeramente su extensión espacial, para llegar a casi la máxima extensión espacial cubierta por sequía agrícola en el país (valor medio de 92% del territorio nacional). Las regiones más afectadas del país durante esta década continúan siendo la central (95% del área de la región) y la menos afectada la oriental (91%). Las provincias más afectadas corresponden a Las Tunas (97%), Granma, Camagüey y Cienfuegos (96%) y Ciego de Ávila y Sancti Spíritus (95%). Las provincias menos afectadas corresponden a Guantánamo (84%), Ciudad de La Habana (86%), Holguín y Pinar del Río (87%) y La Habana (89%).

Primera década de abril

En esta década la sequía agrícola continúa incrementando muy ligeramente su extensión espacial hasta llegar a la máxima superficie cubierta del año (valor medio de 93% del territorio nacional). La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la central (95% del área de la región) y las menos afectadas son la oriental y la occidental (92%). Las provincias más afectadas corresponden a Las Tunas (97%), Camagüey y Ciego de Ávila (96%) y Granma, Sancti Spíritus, Matanzas y Cienfuegos (95%). Las provincias menos afectadas corresponden a Guantánamo (85%), Pinar del Río (88%) y Santiago de Cuba, Ciudad de La Habana y Holguín (95%).

Segunda década de abril

La sequía agrícola comienza a disminuir ligeramente su extensión espacial con el comienzo de la temporada lluviosa en algunas localidades de la región oriental (92% del territorio nacional). Las regiones más afectadas del país durante esta década son la central y la occidental (93% del área de las regiones) y la menos afectada por este evento climático extremo es la oriental (90%). Las provincias más afectadas corresponden a Ciego de Ávila y el Municipio Especial Isla

de la Juventud (96%) y Las Tunas, Matanzas y Cienfuegos (95%). Las provincias menos afectadas corresponden a Guantánamo (84%), Santiago de Cuba (86%), Holguín y Villa Clara (90%) y Granma, Ciudad de La Habana, La Habana y Pinar del Río (91%).

Tercera década de abril

Al finalizar abril la cobertura superficial de la sequía agrícola aún continúa siendo evaluada dentro de la categoría de extensión espacial muy grande (89% del territorio nacional), aunque tiende a disminuir más rápidamente la superficie cubierta. La región más afectada del país durante esta década es la central (92% del área de la región) y la menos afectada la oriental, con una cobertura superficial de la sequía agrícola de 86% de su territorio. Las provincias más afectadas corresponden al Municipio Especial Isla de la Juventud y Cienfuegos (95%), Las Tunas y Sancti Spiritus (94%) y Ciego de Ávila (93%). Las provincias menos afectadas corresponden a Guantánamo y Santiago de Cuba (80% de su superficie), Granma (86%), Pinar del Río (87%) y Holguín (88%).

Primera década de mayo

En la primera década de mayo la sequía agrícola continúa cubriendo una superficie muy grande, aunque disminuye más rápidamente su extensión espacial (83% del territorio nacional). La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la central (85% del área de la región) y la menos afectada continúa siendo la oriental (79% de su territorio). Durante esta década en todas las provincias se muestra una tendencia a disminuir el área afectada por la sequía agrícola. Las provincias más afectadas corresponden a Ciudad de La Habana, el Municipio Especial Isla de la Juventud y Cienfuegos (95%), Las Tunas y Sancti Spiritus (94%) y Ciego de Ávila (93%). Las provincias menos afectadas corresponden a Santiago de Cuba (69% de su superficie), Guantánamo (74%), Granma (79%), Pinar del Río (81%) y Camagüey (82%).

Segunda década de mayo

Durante esta década la sequía agrícola continúa disminuyendo su extensión espacial, alcanzando la categoría de extensión superficial grande (71% del territorio nacional). La región más afectada del país es la occidental (74% de la superficie total de la región) y la menos afectada es la oriental, la cual disminuyó el área cubierta por sequía a 69% de su territorio. Durante esta década en todas las provincias continúa la tendencia a disminuir notablemente el área afectada. Las provincias más afectadas corresponden a Ciudad de La Habana y Cienfuegos (82%), La Habana (77%) y Las Tunas y Holguín (75%). Las provincias menos afectadas corresponden a Santiago de Cuba (57% de su territorio cubierto por sequía), Camagüey (65%), Guantánamo (66%), Granma (68%), y Pinar del Río y Sancti Spiritus (71%).

Tercera década de mayo

En la última década de mayo la sequía agrícola continúa disminuyendo su extensión espacial (cubriendo como valor medio en esta década un 50% del territorio nacional), hasta alcanzar nacionalmente la categoría de extensión superficial moderada. La región más afectada del país durante esta década es la oriental (69% de la superficie total de la región) y la menos afectada es la central (44%). En todas las provincias continúa la tendencia a disminuir notablemente el área afectada por la sequía agrícola. Las provincias más afectadas corresponden a Ciudad de La Habana (64%), Holguín (62%), Guantánamo (60%), Cienfuegos (59%) y La Habana (57%). Las provincias menos afectadas corresponden a Camagüey (40%), Santiago de Cuba (41%), Ciego de Ávila (43%), Sancti Spiritus (44%) y Villa Clara (48%).

Primera década de junio

Es normal que durante esta década continúe disminuyendo sensiblemente la superficie cubierta por sequía agrícola en el país, alcanzando un 40% de la superficie total del país evaluada dentro de la categoría moderada de extensión superficial de la sequía agrícola. Durante esta década en todas las provincias continúa la tendencia a disminuir la cobertura superficial por la sequía agrícola. La región más afectada continúa siendo la oriental (48% de la superficie total de la región) y la menos afectada es la central (34%). Las provincias más afectadas corresponden a Holguín (57%), Guantánamo (56%), Ciudad de La Habana (50%), Cienfuegos (48%) y Granma (44%). Las provincias menos perjudicadas corresponden a Camagüey y Sancti Spiritus (31%), Ciego de Ávila (33%), Villa Clara (35%) y Matanzas (36%).

Segunda década de junio

La superficie del país cubierta por sequía agrícola continúa disminuyendo, pero más lentamente que en las décadas anteriores, alcanzándose en Cuba la cobertura espacial media de sequía agrícola en el país (37%), dentro de la categoría de extensión superficial pequeña. La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental, alcanzando su valor medio mínimo de 47% de la superficie total de la región y la menos afectada, al igual que en la década anterior, suele ser la central (31%). Las provincias más afectadas corresponden a Holguín y Guantánamo (57%), Cienfuegos (45%), y Granma y Ciudad de La Habana (42%). Las provincias menos afectadas corresponden a Camagüey (28%), Sancti Spiritus (29%), Ciego de Ávila (30%), Matanzas (32%) y Villa Clara y La Habana (33%).

Tercera década de junio

En esta década la sequía agrícola continúa disminuyendo la superficie cubierta, pero más lentamente que en las décadas anteriores, hasta alcanzar la categoría la cobertura espacial pequeña (un 35%). La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental, manteniéndose en el mínimo valor de cobertura superficial del año (valor medio de 47% de la superficie total de la región) y la menos afectada suele ser la occidental (28%). Durante esta década la mayor parte de las provincias del país suele estar en ausencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas corresponden a Guantánamo (58%), Holguín (57%), Granma y Cienfuegos (52%) y Las Tunas (40%). Las provincias menos afectadas corresponden a Sancti Spiritus y Matanzas (26%), Camagüey (27%), Villa Clara y Ciego de Ávila (28%).

Primera década de julio

La superficie cubierta por sequía agrícola en el país suele ser pequeña y similar a la década anterior (valor medio aproximado de un 35%). La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental (49% de la superficie total de la región), la cual suele aumentar su extensión respecto a la década anterior y la menos afectada, al igual que en la década anterior, suele ser la occidental donde ésta continúa disminuyendo muy lentamente, hasta un valor medio de 27% del área total del territorio. Durante esta década la mayor parte de las provincias del país suele estar sin presencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas corresponden a Guantánamo (62%), Holguín (59%), Granma (42%) y Las Tunas y Cienfuegos (41%). Las provincias menos afectadas corresponden a Sancti Spiritus (24%), Matanzas (25%) y La Habana, Camagüey y Villa Clara (27%).

Segunda década de julio

Debido a la presencia del mínimo intraestival de las precipitaciones en algunas localidades de Cuba durante esta década, la superficie cubierta por sequía agrícola (valor medio aproximado de 36%) suele incrementarse respecto a la década anterior, no obstante se mantiene la cobertura espacial pequeña de sequía agrícola en el país. La región más afectada de la nación en este período continúa siendo la oriental (54% de la superficie total de la región), manteniendo la tendencia al incremento de la sequía agrícola respecto a la década anterior. La menos afectada, al igual que en las décadas precedentes, suele ser la occidental, donde alcanza el valor mínimo anual de cobertura superficial en este territorio. Durante esta década la mayor parte de las provincias occidentales y centrales del país suele estar sin presencia de la sequía agrícola. Normalmente las provincias más afectadas son las de la región oriental: Guantánamo (67%), Holguín (66%), Santiago de Cuba (46%) y Las Tunas y Granma (44%). Las provincias menos afectadas corresponden a Sancti Spiritus (22%), Matanzas (23%), La Habana (24%), Pinar del Río (25%) y Villa Clara (27%).

Tercera década de julio

Al finalizar julio la superficie cubierta por sequía agrícola en Cuba suele incrementarse respecto a la década anterior, debido a la presencia del mínimo intraestival de las precipitaciones en algunas localidades del país, alcanzando la cobertura espacial media de un 41% y la categoría de extensión superficial moderada para Cuba como un todo. La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental (62% de la superficie total de la región), manteniendo la tendencia del incremento de la sequía agrícola respecto a la década precedente. La menos afectada, al igual que en las décadas anteriores suele ser la occidental, sin embargo la disminución de las lluvias y de la reserva productiva del suelo producen un ligero incremento de la cobertura superficial de la sequía, la cual suele afectar un 26% del territorio. Durante esta década la mayor parte de las provincias occidentales y centrales del país suele estar sin presencia de la sequía agrícola. Normalmente las provincias más afectadas son las de la región oriental: Holguín (77%), Guantánamo (75%), Santiago de Cuba (55%), Las Tunas (52%) y Granma (50%). Las provincias menos afectadas corresponden a Sancti Spiritus (21%), La Habana (23%), Matanzas (25%), Pinar del Río (27%) y Villa Clara (29%).

Primera década de agosto

En esta década la superficie cubierta por sequía agrícola en el país suele incrementar respecto a la década anterior, debido a la presencia del mínimo intraestival de las precipitaciones en algunas localidades del país, alcanzando la cobertura espacial media de sequía agrícola (un 46%) y manteniéndose la categoría de extensión superficial moderada para Cuba como un todo. La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental (70% de la superficie total de la región), manteniendo la tendencia del incremento de la sequía agrícola respecto a la década anterior. La menos afectada, al igual que en las décadas anteriores suele ser la occidental, donde se mantiene la afectación de un 26% del territorio. Durante esta década la mayor parte de las provincias occidentales y centrales del país suele estar en ausencia de la sequía agrícola. Normalmente las provincias más afectadas son las de la región oriental: Holguín (85%), Guantánamo (82%), Santiago de Cuba (63%), Las Tunas (60%) y Granma (56%). Las provincias menos afectadas corresponden a La Habana (22%), Sancti Spiritus (23%), Matanzas (25%), Pinar del Río (28%) y Villa Clara (32%).

Segunda década de agosto

Durante esta década la superficie cubierta por sequía agrícola en el país (47%) suele incrementarse ligeramente respecto a la década anterior debido a la continuada presencia del mínimo intraestival de las precipitaciones en algunas

localidades del país, alcanzando la categoría de extensión superficial moderada para Cuba como un todo. La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental, alcanzando el valor máximo medio para una década del año (73% de la superficie total de la región) y manteniendo la tendencia del incremento de la sequía agrícola respecto a la década anterior. La menos afectada, al igual que en las décadas precedentes suele ser la occidental, donde la tendencia de la extensión superficial es a disminuir ligeramente respecto a la década anterior, hasta alcanzar un valor medio de afectación por sequía agrícola para la región de un 25% del territorio. Durante esta década la mayor parte de las provincias occidentales y centrales del país suele estar en ausencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas, al igual que en las décadas anteriores, resultan ser las provincias orientales (Holguín, 88%; Guantánamo, 84%; Santiago de Cuba, 67%; Las Tunas, 65%; y Granma, 58%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser La Habana (19%), Sancti Spíritus y Matanzas (23%), Pinar del Río (27%) y el Municipio Especial Isla de la Juventud (30%).

Tercera década de agosto

Al finalizar agosto, la superficie cubierta por sequía agrícola en el país (46%) suele disminuir ligeramente respecto a la década precedente, alcanzando la categoría de extensión superficial moderada para Cuba como un todo. La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental, con una superficie cubierta de 71% del total de la región, siendo la tendencia de esta década a disminuir respecto a la década anterior. La menos afectada, al igual que en las décadas anteriores suele ser la occidental, donde la tendencia de la extensión superficial es a disminuir ligeramente respecto a la década precedente, hasta alcanzar un valor medio de afectación por sequía agrícola para la región de un 23% del territorio. Durante esta década la mayor parte de las provincias occidentales y centrales del país suele estar en ausencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas, al igual que en las décadas anteriores, resultan ser las provincias orientales (Holguín, 86%; Guantánamo, 82%; Santiago de Cuba, 67%; Las Tunas, 64%; y Granma, 54%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser La Habana (17%), Sancti Spíritus (22%), Matanzas (23%), Pinar del Río (24%) y el Municipio Especial Isla de la Juventud (26%).

Primera década de septiembre

En esta década la superficie cubierta por sequía agrícola en el país suele disminuir ligeramente respecto a la década anterior, alcanzando un 43%. La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental, alcanzando el valor de 68% de la superficie total de la región, siendo la tendencia de esta década a disminuir la cobertura espacial de la sequía agrícola respecto a la década anterior. La región menos afectada, al igual que en las décadas precedentes suele ser la occidental, donde la tendencia de la extensión superficial es a disminuir ligeramente respecto a la década anterior, hasta alcanzar un valor medio de afectación por sequía agrícola para la región de un 21% del territorio. Durante esta década la mayor parte de las provincias occidentales y las centrales hasta Sancti Spíritus suele estar sin presencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas, al igual que en las décadas precedentes, resultan ser las provincias orientales: Holguín (84%); Guantánamo (77%); Santiago de Cuba (63%); Las Tunas (61%); y Granma (52%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser La Habana (15%), Sancti Spíritus (18%), el Municipio Especial Isla de la Juventud y Pinar del Río (22%) y Matanzas (23%).

Segunda década de septiembre

La superficie cubierta por sequía agrícola en el país (38%) suele disminuir respecto a las décadas anteriores, alcanzando la categoría de extensión superficial pequeña. La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental, donde la extensión superficial de la sequía alcanza el valor de 62% del área total de la región, siendo la tendencia de esta década a disminuir la cobertura espacial de la sequía agrícola respecto a la década precedente. La región menos afectada, al igual que en las décadas anteriores suele ser la occidental, donde la tendencia de la extensión superficial es a disminuir ligeramente respecto a la década precedente, hasta alcanzar un valor medio de afectación por sequía agrícola para la región de un 17% del territorio. Durante esta década la mayor parte de las provincias occidentales y las centrales suele estar en ausencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas, al igual que en las décadas anteriores, resultan ser las provincias orientales (Holguín 77%, Guantánamo 71%, Santiago de Cuba 57%, Las Tunas 55%, y Granma 46%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser La Habana (12%), Sancti Spíritus y Pinar del Río (16%), el Municipio Especial Isla de la Juventud (17%) y Matanzas (19%).

Tercera década de septiembre

Al finalizar septiembre, la superficie cubierta por sequía agrícola en el país suele disminuir respecto a las décadas anteriores, alcanzando la cobertura espacial media de sequía agrícola en el país de un 33%. La región del país más afectada por la extensión superficial de la sequía agrícola durante esta década continúa siendo la oriental, alcanzando el valor de 56% de la superficie total de la región, siendo la tendencia de esta década a disminuir la cobertura espacial de la sequía agrícola respecto a la década precedente. La región menos afectada, al igual que en las décadas que le anteceden suele ser la occidental, donde la tendencia de la extensión superficial es a disminuir ligeramente respecto a la década anterior, hasta alcanzar un valor medio de afectación por sequía agrícola para la región de un 13% del territorio.

Durante esta década la mayor parte de las provincias del país, con la excepción de las provincias Holguín, Guantánamo, Santiago de Cuba y Las Tunas, suele estar sin la presencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas, al igual que en las décadas anteriores, resultan ser las provincias orientales, Holguín (69%), Guantánamo (65%), Las Tunas (51%), Santiago de Cuba (50%) y Granma (41%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser La Habana (10%), el Municipio Especial Isla de la Juventud (11%), Pinar del Río (12%), Sancti Spíritus (13%) y Matanzas (16%).

Primera década de octubre

En esta década la superficie cubierta por sequía agrícola (un 28% nacional) suele continuar disminuyendo respecto a las décadas que le anteceden. La región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental, alcanzando el valor de 48% de la superficie total de la región, siendo la tendencia de esta década a disminuir la cobertura espacial de la sequía agrícola respecto a la década precedente. La región menos afectada, al igual que en las décadas anteriores suele ser la occidental, donde la tendencia de la extensión superficial es a disminuir ligeramente respecto a la década que le antecede, hasta alcanzar un valor medio de afectación por sequía agrícola para la región de un 12% del territorio. Durante esta década, con la excepción de las provincias Holguín y Guantánamo, la mayor parte de las provincias del país suele estar en ausencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas, al igual que en las décadas anteriores, resultan ser las provincias orientales, Holguín (59%), Guantánamo (57%), Las Tunas (44%), Santiago de Cuba (43%) y Granma (35%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser La Habana (9%), el Municipio Especial Isla de la Juventud y Sancti Spíritus (10%), Pinar del Río (11%) y Matanzas (14%).

Segunda década de octubre

La superficie cubierta por sequía agrícola en el país (un 25%) suele continuar disminuyendo respecto a las décadas anteriores. Aunque con una diferencia menor entre ellas, al ser comparadas con las décadas precedentes, la región más afectada del país durante esta década continúa siendo la oriental (41%), con una tendencia a disminuir el área afectada respecto a las décadas que le anteceden. La región menos afectada, al igual que en las décadas anteriores suele ser la occidental, donde la tendencia de la extensión superficial es a disminuir ligeramente respecto a la década precedente y en la cual se alcanza un valor medio de afectación por sequía agrícola para la región de un 11% del territorio, constituyendo éste el valor mínimo del año para esta región. Durante esta década, con la excepción de la provincia Holguín, la mayor parte de las provincias del país suele estar en ausencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas, al igual que en las décadas anteriores, resultan ser las provincias orientales, Holguín (51%), Guantánamo (48%), Las Tunas (39%), Santiago de Cuba (35%) y Granma, (30%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser La Habana (8%), Sancti Spíritus (9%), el Municipio Especial Isla de la Juventud y Pinar del Río (10%) y Matanzas (14%).

Tercera década de octubre

La superficie cubierta por sequía agrícola en el país, al concluir octubre, continúa disminuyendo muy lentamente respecto a las décadas anteriores, hasta llegar a la mínima extensión espacial cubierta por sequía agrícola en el año y alcanzar un valor medio en la categoría de extensión superficial pequeña de un 23% en el país. Aunque con una diferencia menor entre ellas, al ser comparadas con las décadas precedentes, la región más afectada del país continúa siendo la oriental (37%), con una tendencia a disminuir el área afectada y en esta década se alcanza el valor de cobertura espacial de la presencia de la sequía agrícola mínimo para la región. La región menos afectada, al igual que en las décadas anteriores suele ser la occidental (12% del territorio), donde la tendencia de la extensión superficial, en este caso, es a aumentar ligeramente respecto a la década anterior. La mayor parte de todas las provincias del país suele estar en ausencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas, al igual que en las décadas precedentes, resultan ser las provincias orientales Guantánamo y Holguín (43%), Las Tunas (36%), Santiago de Cuba (33%) y Granma, (30%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser La Habana (8%), el Municipio Especial Isla de la Juventud y Sancti Spíritus (10%), Pinar del Río (10%) y Matanzas (16%).

Primera década de noviembre

Durante esta década la superficie cubierta por sequía agrícola en Cuba (valor medio de un 24%) tiende a aumentar muy lentamente respecto a la década anterior. La región más afectada del país continúa siendo la oriental (37%), manteniendo el valor mínimo de cobertura espacial de la presencia de la sequía agrícola para la región. La región menos afectada, al igual que en las décadas anteriores suele ser la occidental (14% del territorio), donde la tendencia de la extensión superficial, en este caso, es a aumentar ligeramente respecto a la década precedente. Durante esta década, la mayor parte de todas las provincias del país suele estar en ausencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas, al igual que en las décadas anteriores, resultan ser las provincias

orientales, Guantánamo y Holguín (40%), Las Tunas (38%), Santiago de Cuba (35%) y Granma (33%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser La Habana (11%), el Municipio Especial Isla de la Juventud (12%), Sancti Spíritus y Pinar del Río (13%) y Villa Clara (17%).

Segunda década de noviembre

La superficie cubierta por sequía agrícola en el país (valor medio de un 28%) aumenta en esta década más rápidamente que en la década anterior. La región más afectada del país durante este período continúa siendo la oriental (37%), manteniendo el valor mínimo de cobertura espacial de la sequía agrícola para el territorio. La región menos afectada, al igual que en las décadas que le antecedieron suele ser la occidental (14%), donde la tendencia de la extensión superficial, en este caso, es a aumentar con más rapidez respecto a la década precedente. Durante este período, la mayor parte de todas las provincias del país suele estar en ausencia de la sequía agrícola. Las provincias más afectadas son: Las Tunas (40%), Guantánamo (39%), Granma (37%), Holguín y Cienfuegos (36%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola suelen ser La Habana (16%), Sancti Spíritus (17%), Villa Clara (20%), Pinar del Río (21%), Ciudad de La Habana y el Municipio Especial Isla de la Juventud (32%).

Tercera década de noviembre

Al terminar noviembre la superficie cubierta por sequía agrícola en el país (valor medio de un 36%) aumenta más rápidamente que en la década anterior, alcanzando la categoría de cobertura espacial moderada de sequía agrícola en Cuba. La región más afectada de Cuba durante esta década continúa siendo la oriental, donde la extensión espacial de la sequía suele alcanzar un valor medio de 42% de la superficie total de la región. La región menos afectada suele ser la central, en la cual la extensión superficial de la sequía agrícola alcanza un valor medio de 31%. Las provincias más afectadas son: Las Tunas (48%), Cienfuegos (45%), Granma (43%), Guantánamo y Santiago de Cuba (41%). Las menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser Ciudad de La Habana (24%), Sancti Spíritus (25%), Villa Clara (26%), La Habana (27%) y Camagüey (30%).

Primera década de diciembre

En esta década la superficie cubierta por sequía agrícola en el país (valor medio de un 46%) aumenta más rápidamente que en la década anterior. La región más afectada de Cuba durante esta década continúa siendo la oriental, donde la extensión espacial de la sequía suele alcanzar un valor medio de 48% de la superficie total del territorio. La región menos afectada suele ser la central, en la cual la extensión superficial de la sequía agrícola alcanza un valor medio de 43%. Las provincias más afectadas son: Las Tunas y Cienfuegos (57%), Matanzas (55%), Granma y el Municipio Especial Isla de la Juventud (54%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser Ciudad de La Habana (29%), Villa Clara (35%), Sancti Spíritus (37%), La Habana (39%) y Holguín (41%).

Segunda década de diciembre

En esta década la superficie cubierta por sequía agrícola en el país (valor medio de un 56%) aumenta más rápidamente que en la década anterior. La región más afectada de Cuba durante esta década es la occidental, donde la extensión espacial de la sequía suele alcanzar un valor medio de 60% de la superficie total del territorio. La región menos afectada suele ser la central, en la cual la extensión superficial de la sequía agrícola alcanza un valor medio de 54%. Las provincias más afectadas son: el Municipio Especial Isla de la Juventud (69%), Matanzas (68%), Cienfuegos (67%), Las Tunas (65%) y Granma (63%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser Ciudad de La Habana (42%), Villa Clara y Holguín (45%), Guantánamo (49%) y La Habana (51%).

Tercera década de diciembre

Esta década termina con un incremento en la extensión espacial de la sequía agrícola (valor medio de un 68%). La región más afectada de Cuba durante esta década es la occidental, donde la extensión espacial de la sequía suele alcanzar un valor medio de 71% de la superficie total del territorio. La región menos afectada suele ser la oriental, donde la extensión superficial de la sequía agrícola alcanza un valor medio de 64%. Las provincias más afectadas son: el Municipio Especial Isla de la Juventud (79%), Las Tunas y Cienfuegos (78%), Ciego de Ávila (76%) y Granma (74%). Las provincias menos afectadas por sequía agrícola en esta década suelen ser Ciudad de La Habana y Holguín (49%), Guantánamo (55%), Villa Clara (59%) y La Habana y Santiago de Cuba (64%).

En sentido general y resumiendo las principales características antes mencionadas, se puede decir que, la mayor extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba (92 - 93% del área total del país, como valor medio) suele ocurrir en el período comprendido desde la tercera década de marzo – hasta la primera década de abril, poco antes de la temporada lluviosa. La menor extensión suele presentarse en la tercera década de octubre, al final de la temporada lluviosa (23%).

Distribución espacial del estado de la sequía agrícola en Cuba por décadas entre 1951 y 1990

Los mapas de la distribución espacial del estado de la sequía agrícola en Cuba, para cada una de las 36 décadas de cada año comprendido entre 1951 y 1990, expresan la historia del estado de la sequía agrícola en el país. Como ejemplo se muestran dos de los 1 440 mapas elaborados, y en este caso, se han seleccionado dos casos extremos, la década más afectada y la menos afectada por la sequía agrícola en Cuba.

La década más afectada por sequía agrícola en el período de 40 años estudiado fue la segunda década de abril de 1955 (Figura 2.8), la cual llegó a cubrir una extensión superficial total del país (100%), aunque extensiones superficiales de 100%, imperceptiblemente inferiores fueron observadas en la tercera década de abril de 1975 y en la primera década de abril de 1951.



Figura 2.8. Período temporal más afectado por sequía agrícola en Cuba, correspondiente a la segunda década de abril del año 1955.

La década menos afectada por sequía agrícola en el período 1951 - 1990 estudiado fue la primera de junio de 1977 (Figura 2.9), la cual llegó a cubrir una extensión superficial sólo de 3,1% del país, aunque en la segunda década del mismo mes del año 1969 la extensión de la sequía agrícola en Cuba llegó a alcanzar 3,6% de su superficie total.



Figura 2.9. Período temporal menos afectado por sequía agrícola en Cuba, correspondiente a la primera década de junio del año 1977.

Distribución espacial de la duración de la sequía agrícola en Cuba entre 1951 y 1990.

Los mapas de la distribución espacial de la duración de la sequía agrícola establecida en Cuba, para cada uno de los 40 años estudiados entre 1951 y 1990, expresan la permanencia temporal de la sequía agrícola en el país en cada uno de esos años. Como ejemplo se muestran dos de los 40 mapas elaborados, y en este caso, se han seleccionado también dos casos extremos, el año más afectado y el menos afectado por la sequía agrícola en Cuba.

El año más afectado por la duración de la sequía agrícola en el período de 40 años estudiado fue 1986 (Figura 2.10), la cual cubrió en el año una extensión espacial media de 70% del país. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola durante el año, puede decirse que un 56% de su territorio fue afectado por sequía de intensidad muy severa, un 34% severa, un 8% moderada y un 1% ligera.

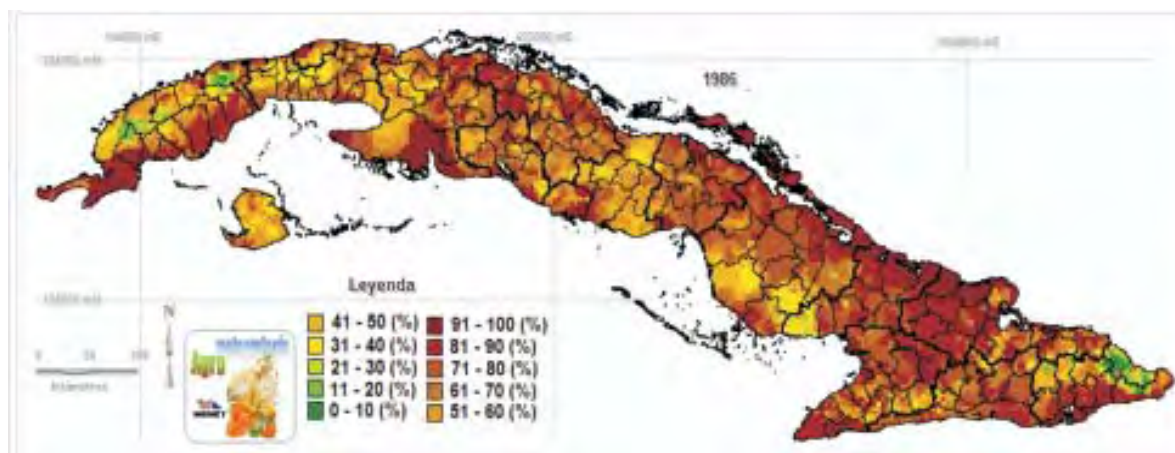


Figura 2.10. Duración de la sequía agrícola en el año 1986, el más afectado del período estudiado.

Durante la temporada lluviosa del año la extensión espacial de la sequía agrícola abarcó un 54% del territorio nacional. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola en la temporada lluviosa los resultados arrojan que un 23% del país fue afectado por sequía de intensidad muy severa, un 41% severa, un 20% moderada y un 12% ligera y un 4% muy ligera.

Durante la temporada poco lluviosa del año la extensión espacial de la sequía agrícola llegó a alcanzar 74% del país. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola en este período, los resultados obtenidos indican que un 75% de la superficie del país fue afectado por sequía de intensidad muy severa, un 20% severa, un 4% moderada y un 1% ligera.

La Figura 2.11 muestra la extensión superficial, a escala nacional, de la sequía agrícola y en ella puede observarse que durante el año 1986 la superficie media del país cubierta por sequía agrícola osciló entre un valor máximo de 96% en la primera década de marzo y un mínimo de 24% durante la segunda y tercera décadas de junio. Sólo durante el período tercera década de mayo – tercera década de julio la extensión superficial media nacional de la sequía agrícola alcanzó valores entre 46 y 24% de la superficie total del país.



Figura 2.11. Extensión superficial a escala nacional de la sequía agrícola en Cuba durante el año 1986.

La región del país más afectada por la extensión superficial de la sequía agrícola durante el año 1986 fue la oriental (75%) y las provincias más afectadas resultaron ser Holguín (82%), Las Tunas (78%) y Granma (77%), mientras que los siguientes municipios fueron los más afectados: Gibara y Antilla (98%) y Rafael Freyre (97%) de Holguín y Jesús Menéndez y Puerto Padre (93%) de Las Tunas.

La región del país menos afectada por la extensión superficial de la sequía agrícola durante el año 1986 fue la occidental (66%) y las provincias menos afectadas resultaron ser Municipio Especial Isla de la Juventud (53%), La Habana (58%) y Sancti Spíritus y Guantánamo (60%), mientras que los siguientes municipios fueron los menos afectados: Baracoa (25%) de la provincia Guantánamo, San Antonio de Los Baños (31%), Bejucal (37%) y Caimito (38%) de La Habana y Amancio (38%) de Las Tunas.

El año menos afectado por la duración la sequía agrícola en el período de 40 años estudiado fue 1954 (Figura 2.12), la cual cubrió en el año una extensión superficial media de 45% de su territorio. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola durante el año el año 1954 puede decirse que un 7% de su territorio fue afectado por sequía de intensidad muy severa, un 33% severa, un 50% moderada y un 10% ligera.

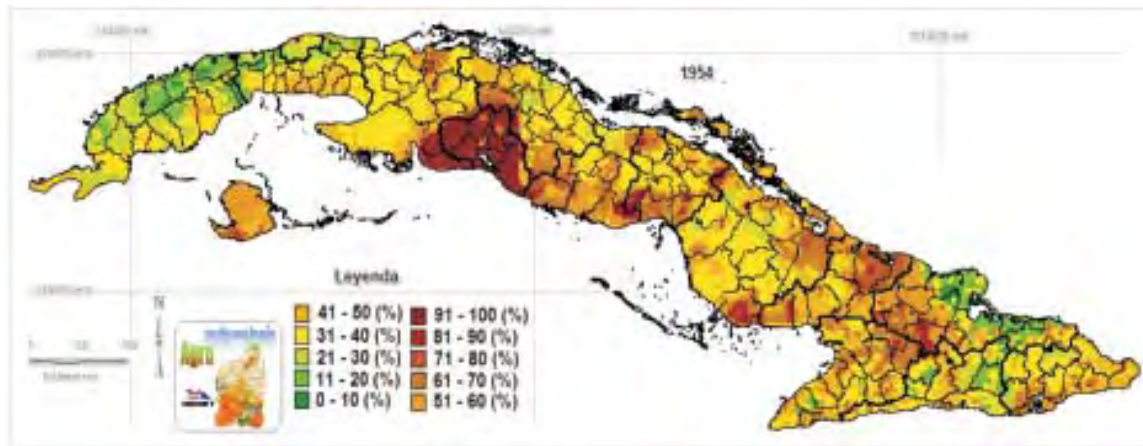


Figura 2.12. Duración de la sequía agrícola en el año 1954, el menos afectado del período estudiado.

Durante la temporada lluviosa del año 1954 la extensión superficial media de la sequía agrícola abarcó un 22% del país. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola en la temporada lluviosa los resultados arrojan que un 3% de su territorio fue afectado por sequía de intensidad muy severa, un 9% severa, un 21% moderada, un 34% ligera y un 33% muy ligera.

La Figura 2.13 muestra la extensión superficial, a escala nacional, de la sequía agrícola durante el año 1954 y en ella puede observarse que durante el año la extensión espacial media del país cubierta por sequía agrícola osciló entre un valor máximo de 95% en la segunda década de abril y un mínimo de 13% durante la segunda y tercera décadas de julio. Sólo durante el período segunda década de mayo – tercera década de octubre la extensión superficial media nacional de la sequía agrícola alcanzó valores entre 38 y 13% de la superficie total del país.



Figura 2.13. Extensión superficial a escala nacional de la sequía agrícola en Cuba durante el año 1954.

Durante la temporada poco lluviosa del año la extensión superficial media de la sequía agrícola llegó a alcanzar 69% del total nacional. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola en la temporada poco lluviosa, los resultados obtenidos indican que un 63% de su territorio fue afectado por sequía de intensidad muy severa, un 30% severa, un 4% moderada y un 3% ligera.

La región del país más afectada por la extensión superficial de la sequía agrícola durante el año 1954 fue la central (53%) y las provincias más afectadas resultaron ser Cienfuegos (94%), Las Tunas (57%) y Sancti Spíritus y el Municipio Especial Isla de la Juventud (54%), mientras que los municipios más afectados corresponden a la provincia Cienfuegos, con valores entre 89 y 100% de su superficie total.

La región del país menos afectada por la extensión superficial de la sequía agrícola durante el año 1954 fue la occidental (37%) y las provincias menos afectadas resultaron ser Pinar del Río (27%), Ciudad de La Habana (32%) y La Habana (33%), mientras que los siguientes municipios fueron los menos afectados: Guanajay (13%) de La Habana, La Palma y Viñales (17%) de Pinar del Río, Frank País y Antilla (17%) de Holguín.

Diagnóstico de la distribución espacial de la intensidad de la sequía agrícola en Cuba entre 1951 y 1990

Los mapas de la distribución espacial de la intensidad de la sequía agrícola en Cuba para cada uno de los 40 años estudiados entre 1951 y 1990, expresan la intensidad del estrés hídrico a que se vieron sometidas las plantas por la acción de la sequía agrícola en el país en cada uno de esos años. Como ejemplo se muestran dos de los 40 mapas elaborados, y en este caso, se han seleccionado también dos casos extremos, entre los años más afectados y los menos afectados por la intensidad de la sequía agrícola en Cuba.

Uno de los años más afectados por la intensidad de la sequía agrícola en el período de 40 años estudiado fue 1951 (Figura 2.14), la cual cubrió en el año una extensión espacial media de 66% del país. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola durante el año, puede decirse que un 43% de su territorio fue afectado con una intensidad muy severa, un 49% severa y un 8% moderada.

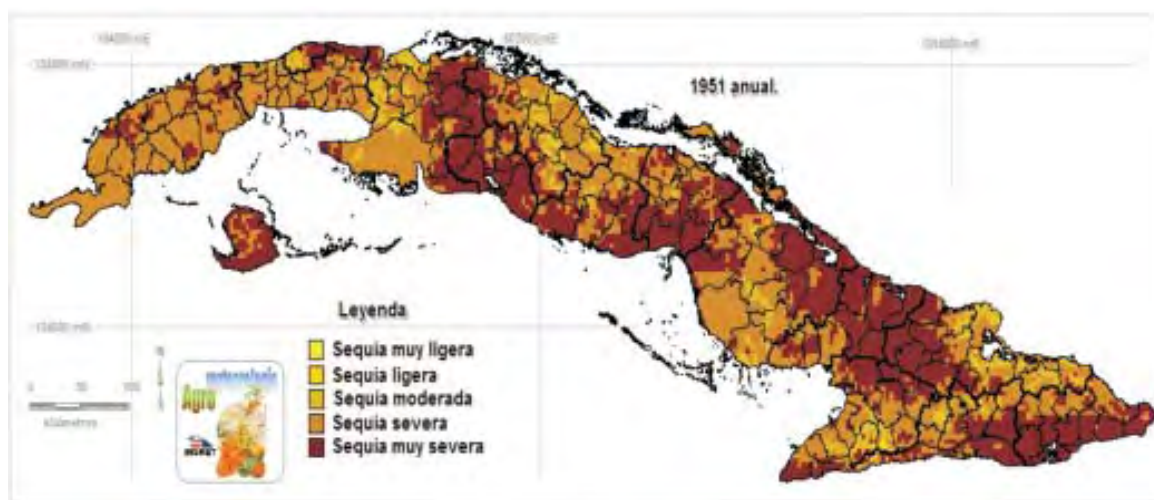


Figura 2.14. Intensidad de la sequía agrícola en el año 1951, uno de los más afectados del período estudiado.

Durante la temporada lluviosa del año la extensión espacial de la sequía agrícola abarcó un 52% del territorio nacional. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola en la temporada lluviosa los resultados arrojan que un 11% del país fue afectado por sequía de intensidad muy severa, un 34% severa, un 24% moderada, un 27% ligera y un 4% muy ligera.

Durante la temporada poco lluviosa del año la extensión espacial de la sequía agrícola llegó a alcanzar 69% del país. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola en este período, los resultados obtenidos indican que un 80% de la superficie del país fue afectado por sequía de intensidad muy severa, un 16% severa, un 3% moderada y un 1% ligera.

La Figura 2.15 muestra la extensión superficial, a escala nacional, de la sequía agrícola durante el año 1951 y en ella puede observarse que la extensión espacial media del país cubierta por sequía agrícola osciló entre un valor máximo de 100% en la primera y segunda décadas de abril y un mínimo de 30% durante la segunda década de noviembre. Sólo durante el período primera década de octubre – primera década de diciembre la extensión superficial media nacional de la sequía agrícola alcanzó valores entre 48 y 34% de la superficie total del país.



Figura 2.15. Extensión superficial a escala nacional de la sequía agrícola en Cuba durante el año 1951.

La región del país más afectada por la extensión superficial de la sequía agrícola durante el año 1951 fue la oriental (69%) y las provincias más afectadas resultaron ser Guantánamo y Las Tunas (81%) y Cienfuegos (75%), mientras que los siguientes municipios fueron los más afectados: Aguada de Pasajeros (99%) de Cienfuegos, Manatí (97%) de la provincia Las Tunas, San Antonio del Sur (97%), Imías y Caimanera (92%) de Guantánamo, Sibanicú (93%) y Guáimaro (92%) de Camagüey y Urbano Noris (92%) de Holguín.

La región del país menos afectada por la extensión superficial de la sequía agrícola durante el año 1951 fue la occidental (62%) y las provincias menos afectadas resultaron ser Villa Clara (55%), Matanzas (57%) y Ciudad de La Habana (61%), mientras que los siguientes municipios fueron los menos afectados: Bartolomé Masó (35%), Buey Arriba y Yara (37%) de la provincia Granma, Vertientes (40%) de Camagüey y Banes (43%) de Holguín.

Por otro lado, uno de los años menos afectados por la intensidad de la sequía agrícola en el período de 40 años estudiado fue 1978 (Figura 2.16), la cual cubrió en el año una extensión espacial media de 44% del país. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola durante el año, puede decirse que un 9% de su territorio fue afectado por sequía de intensidad muy severa, un 26% severa, 46% moderada, 19% ligera y un 2% muy ligera.

Durante la temporada lluviosa del año la extensión espacial de la sequía agrícola abarcó un 33% del territorio nacional. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola en la temporada lluviosa los resultados arrojan que un 8% del país fue afectado por sequía de intensidad muy severa, 15% severa, 16% moderada 30% ligera y un 31% muy ligera.

Durante la temporada poco lluviosa del año la extensión espacial de la sequía agrícola llegó a alcanzar 66% del país. Al analizar la intensidad de la sequía agrícola en este período, los resultados obtenidos indican que un 50% de la superficie del país fue afectado por sequía de intensidad muy severa, 31% severa, 9% moderada, 7% ligera y un 3% muy ligera.

La Figura 2.17 muestra la extensión superficial, a escala nacional, de la sequía agrícola durante el año 1978 y en ella puede observarse que la extensión espacial media del país cubierta por sequía agrícola osciló entre un valor máximo de 90% en la primera década de mayo y un mínimo de 7% durante la primera y segunda décadas de noviembre. Durante el período tercera década de mayo – primera década de diciembre la extensión superficial media nacional de la sequía agrícola alcanzó valores entre 40 y 7% de la superficie total del país.

La región del país más afectada por la extensión superficial de la sequía agrícola durante el año 1978 fue la oriental (54%) y las provincias más afectadas resultaron ser Granma (55%), Las Tunas (54%) y Santiago de Cuba (54%), mientras que los siguientes municipios fueron los más afectados: Caimanera (97%) y San Antonio del Sur (82%) de la provincia Guantánamo, Gibara (74%) de Holguín, Puerto Padre (72%) de Las Tunas, y Pílon (72%) de Granma.

La región del país menos afectada por la extensión superficial de la sequía agrícola durante el año 1978 fue la occidental (35%) y las provincias menos afectadas resultaron ser Ciudad de La Habana (23%), Pinar del Río (27%) y La Habana (34%), mientras que los siguientes municipios fueron los menos afectados: Viñales (6%), La Palma (11%) y Pinar del Río (14%) de la provincia del mismo nombre, Guisa (15%) y Buey Arriba (17%) de Granma y Baracoa (17%) de Guantánamo.

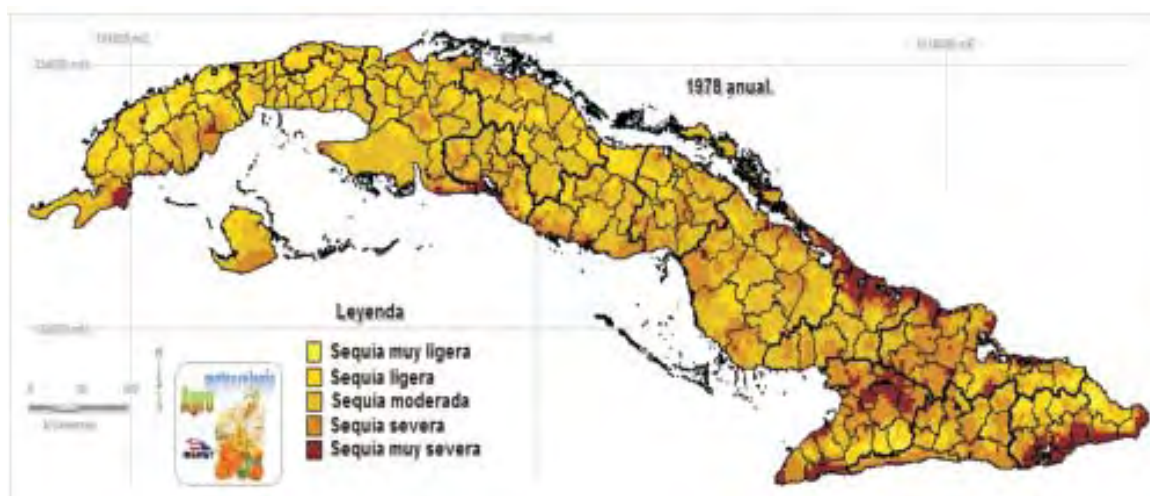


Figura 2.16. Intensidad de la sequía agrícola en el año 1978, uno de los menos afectados del período estudiado.



Figura 2.17. Extensión superficial a escala nacional de la sequía agrícola en Cuba durante el año 1978.

Distribución espacial de la intensidad de la sequía agrícola en Cuba para un año medio (normal) y para los períodos lluvioso y poco lluvioso

Los mapas de la distribución espacial de la intensidad de la sequía agrícola en Cuba para un año normal y para las temporadas lluviosa y poco lluviosa medias del período 1951 y 1990, expresan la intensidad del estrés hídrico a que se vieron sometidas las plantas por la acción de la sequía agrícola en el país en cada uno de esos períodos. En la Figura 2.18 se muestra la distribución espacial de la intensidad de la sequía agrícola durante un año medio (normal).

Las zonas del país afectadas con la mayor intensidad de la sequía agrícola en un año medio se encuentran en:

- Los municipios Manatí, Puerto Padre y Jesús Menéndez, al norte de la provincia Las Tunas,
- La zona costera desde Cabo Cruz hasta Yara, comprendiendo la porción más occidental de los municipios Niquero, Media Luna, Campechuela y Manzanillo, avanzando por el norte de Yara para adentrarse a la zona del valle en la Cuenca del

Cauto e influyendo sobre los municipios Río Cauto, Bayamo, Cauto Cristo y Jiguaní, en la provincia Granma; Contra-
maestre, Palma y Antonio Mella, en la provincia Santiago de Cuba y colindantes con las provincias Granma y Holguín; la
porción sur de los municipios Jobabo, Las Tunas y Majibacoa, provincia Las Tunas y colindantes con las provincias
Granma y Holguín; Calixto García, Cacocum, Urbano Noris y Cueto, colindantes con las provincias Granma y Santiago de
Cuba, para salir a la Bahía de Nipe por la zona próxima a los límites entre los municipios Cueto, Báguanos, Mayarí y Banes,
al municipio Jesús Menéndez, al norte de la provincia Las Tunas por la zona próxima a los límites entre los municipios
Cacocum, Calixto García, Holguín y Gibara y al municipio Puerto Padre, también al norte de la provincia Las Tunas, por la
zona próxima a los límites entre los municipios Las Tunas y Majibacoa;

- La zona comprendida entre la ladera sur de los sistemas montañosos de las provincias Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo, desde Cabo Cruz hasta Punta de Maisí;
- Algunas localidades próximas a la costa norte de las provincias Matanzas, Villa Clara, Ciego de Ávila y Camagüey;
- Algunas localidades próximas a la costa sur de la provincia Cienfuegos.

Otras zonas del país resultan afectadas con intensidades severas en un año medio, ellas se encuentran en:

- Las zonas no montañosas y laderas a sotavento de las zonas montañosas de las provincias orientales;
- La mitad norte de las provincias Ciego de Ávila y Camagüey;
- Municipios al norte de las provincias Matanzas y Villa Clara y algunas localidades costeras al norte de las provin-
cias La Habana y Ciudad de La Habana;
- Algunas localidades costeras al sur de las provincias Matanzas, Cienfuegos y Sancti Spíritus;
- Algunas localidades cercanas a la costa sur de la provincia Pinar del Río.

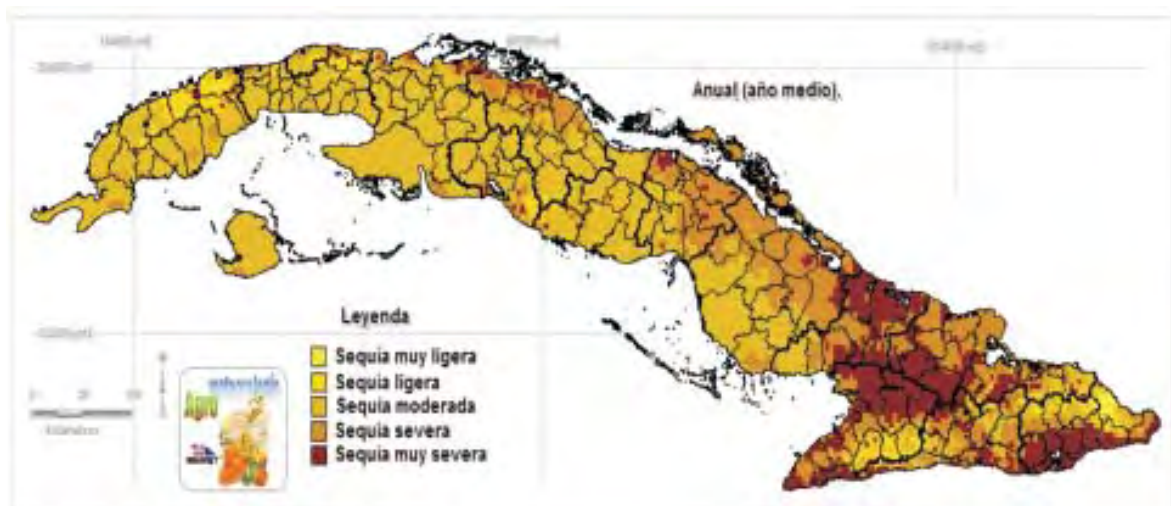


Figura 2.18. Diagnóstico de la intensidad de la sequía agrícola en Cuba para un año normal.

La Figura 2.19 muestra la distribución espacial de la intensidad de la sequía agrícola durante un período lluvioso normal. Las zonas del país afectadas con la mayor intensidad de la sequía agrícola en una temporada lluviosa normal se encuentran en :

- Algunas localidades de los municipios Manatí, Puerto Padre y Jesús Menéndez, al norte de la provincia Las Tunas;
- Algunas zonas del valle del Cauto pertenecientes a los municipios Bayamo, Cauto Cristo y Jiguaní, en la provin-
cia Granma; porción norte del municipio Contra-
maestre cercana al límite con el municipio Urbano Noris y algunas localidades de los Calixto García, Cacocum y Urbano Noris, colindantes con las provincias Granma y Santiago de Cuba;
- Municipios de Banes y Antilla y algunas localidades pertenecientes a los municipios del norte de Holguín: Gibara, Rafael Freyre, Báguanos, Mayarí, Frank País y Moa;
- La zona comprendida entre la ladera sur del sistema montañoso de la provincia Guantánamo, desde el límite con Santiago de Cuba hasta Punta de Maisí;
- La zona comprendida entre la ladera sur del sistema montañoso Sierra Maestra en el municipio Pílon, en la provincia Granma y el municipio Guamá, en la provincia Santiago de Cuba.

Otras zonas del país resultan afectadas con intensidades severas en un año medio, ellas se encuentran en:

- Las zonas no montañosas de las provincias orientales;
- Los municipios Minas, Nuevitas, Sibanicú y Guáimaro, de la provincia Camagüey;
- Municipios al norte de las provincias Ciego de Ávila, Villa Clara y Matanzas.



Figura 2.19. Diagnóstico de la intensidad de la sequía agrícola en Cuba para un período lluvioso normal.

Durante un período poco lluvioso normal, conocido por los agricultores cubanos como «la seca», suelen prevalecer condiciones de intensidad de la sequía agrícola severa y muy severa en casi la totalidad del país. La excepción ocurre en pocas zonas de Cuba, tales como al nordeste de las provincias Guantánamo y Holguín, con un régimen pluviométrico diferente al resto del país.

La Figura 2.20 muestra la distribución espacial de la intensidad de la sequía agrícola durante un período poco lluvioso normal.



Figura 2.20. Diagnóstico de la intensidad de la sequía agrícola en Cuba para un período hidrológico poco lluvioso normal.

Diagnóstico de la distribución espacial de las condiciones normales del estado de la sequía agrícola en Cuba para cada una de las 36 décadas de un año medio

Los mapas diagnósticos de la distribución espacial de las condiciones normales del estado de la sequía agrícola en el territorio nacional, para cada una de las 36 décadas de un año medio, expresan la evolución del estado de la sequía agrícola en el país. Como ejemplo se muestran dos de los 36 mapas elaborados, y en este caso, se han seleccionado dos décadas pertenecientes a la temporada lluviosa en Cuba.

La Figura 2.21 muestra la extensión superficial, a escala nacional, de la sequía agrícola durante un año normal y en ella puede observarse que la extensión espacial media del país cubierta por sequía agrícola oscila entre un valor máximo de 99% en la primera y segunda décadas de abril y un mínimo de 3% durante la tercera década de octubre y primera de noviembre. Durante el período tercera década de mayo – segunda década de diciembre la extensión superficial media nacional de la sequía agrícola alcanza valores entre 44 y 3% de la superficie total del país. Durante este período suele reducirse la presencia de la sequía en el país. Sin embargo, con la presencia del mínimo intraestival de las precipitaciones en Cuba suele presentarse un incremento de la presencia de la sequía hasta alcanzar el valor medio de superficie cubierta por sequía de 44% en la tercera década de agosto. Previo a este período la presencia de la sequía agrícola suele reducirse a un valor medio de 11% entre la primera década de junio y la primera década de julio.



Figura 2.21. Condiciones normales de la extensión superficial a escala nacional de la sequía agrícola en Cuba.

La Figura 2.22 muestra las condiciones normales del estado de la sequía agrícola en Cuba en la primera década de septiembre y aunque este mes es uno de los más lluviosos para muchas regiones del territorio nacional, es normal que existan condiciones de permanencia de sequía agrícola en un 41% del país, localizadas en las zonas no montañosas de la región oriental del país, en la porción norte de una línea imaginaria trazada desde la zona costera sur entre el límite interprovincial Las Tunas – Granma y la zona costera norte entre el límite interprovincial Sancti Spíritus – Ciego de Ávila y algunas localidades próximas a la costa norte desde La Habana hasta Villa Clara. Durante esta década el resto del país permanece normalmente en ausencia de sequía y fin de sequía, con algunas pequeñas zonas de presencia de períodos secos cortos y moderados en la zona central de las provincias Ciego de Ávila y Camagüey.

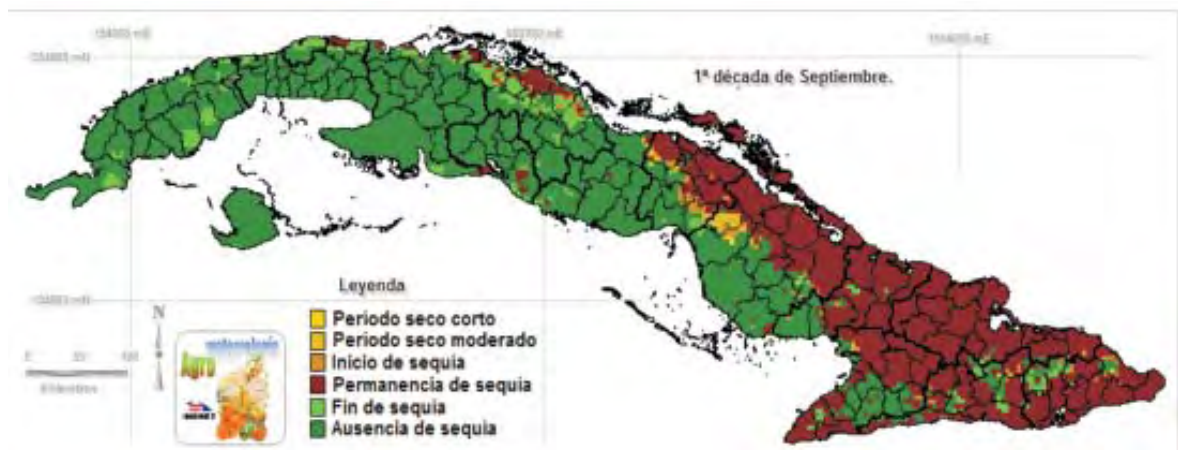


Figura 2.22. Condiciones normales de la sequía agrícola en la primera década del mes de septiembre en Cuba.

La Figura 2.23 muestra las condiciones normales del estado de la sequía agrícola en Cuba en la segunda década de octubre. Durante esta década es normal que un 96% de la superficie del país se encuentre en ausencia de sequía agrícola. Un 4% de la superficie total del país, distribuida en algunas localidades al norte de las provincias de Las Tunas y Holguín, en la Cuenca del Cauto y en la llanura costera sur de Guantánamo se encuentra en la categoría de permanencia de sequía y sólo un 1% de la superficie del país, fundamentalmente en el valle de Guantánamo finaliza normalmente la sequía durante esta década.



Figura 2.23. Condiciones normales de la sequía agrícola en la segunda década del mes de octubre en Cuba.

Distribución espacial de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba por municipios para el período 1951-1990

Los mapas de la distribución espacial de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba para cada año y para la media municipal del período 1951 - 1990, evaluadas por puntos de rejilla y expresadas por municipios, muestran la evaluación cualitativa de la extensión superficial de la sequía agrícola de cada municipio del país, considerando a la Ciudad de La Habana como un término municipal. Como ejemplo se muestran tres de los 41 mapas elaborados, y en este caso, se han seleccionado los años 1983 y 1989.

El año 1983 inició con la influencia de la fase cálida del ENOS y finalizó con la fase fría. Al comienzo del año las lluvias fueron numerosas en forma de precipitaciones localmente intensas y afectaron fundamentalmente la mitad occidental del país. A continuación sucedió uno de los eventos de sequía más severos del país, el cual afectó principalmente las provincias orientales y algunas provincias centrales.

La Figura 2.24 muestra la distribución espacial de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba, en el año 1983, por municipios. En general la región occidental, la de menos extensión superficial afectada por la sequía agrícola, registró evaluaciones municipales desde la ausencia de sequía agrícola hasta extensiones superficiales moderadas, sobre todo, en municipios costeros de la provincia Matanzas, principalmente en su extremo oriental. Se puede observar el predominio de la categoría «muy pequeña» en los municipios afectados. En la región central pueden observarse evaluaciones municipales de la extensión superficial de la sequía agrícola desde muy pequeña hasta mediana, predominando en este caso en la región la categoría «pequeña» de sequía agrícola, hasta extensiones superficiales medianas. En la región oriental, la más afectada por la sequía agrícola, puede observarse el predominio de la categoría de extensión superficial «grande», aunque se aprecian municipios con afectaciones desde la categoría muy pequeña hasta la de cobertura total del municipio.

En la Figura 2.25 se muestra la distribución espacial de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba en el año 1989, por municipios. En general la mitad occidental, la de menos extensión superficial afectada por la sequía agrícola registró evaluaciones municipales desde la categoría «pequeña» hasta la «grande», predominando la categoría de extensión superficial mediana en la mitad más occidental del país. En la mitad oriental predominaron las categorías «grande» y «muy grande», aunque pueden observarse evaluaciones de la extensión superficial de la sequía agrícola entre las categorías «mediana» y «total», siendo la mitad oriental la más afectada por la extensión superficial de la sequía agrícola.

La Figura 2.26 muestra el diagnóstico de la distribución espacial media municipal de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba. En general, puede decirse que los municipios más afectados por la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba se encuentran en las provincias orientales, con excepción de los localizados en la vertiente norte de los macizos montañosos Sierra Maestra y Nipe -Sagua – Baracoa, Batabanó, en la provincia La Habana, Aguada de Pasajeros, Abreus y Cienfuegos, en la provincia del mismo nombre, Chambas, Bolivia y Primero de Enero, en la provincia Ciego de Ávila y Sibanicú y Guáimaro, en la provincia Camagüey.

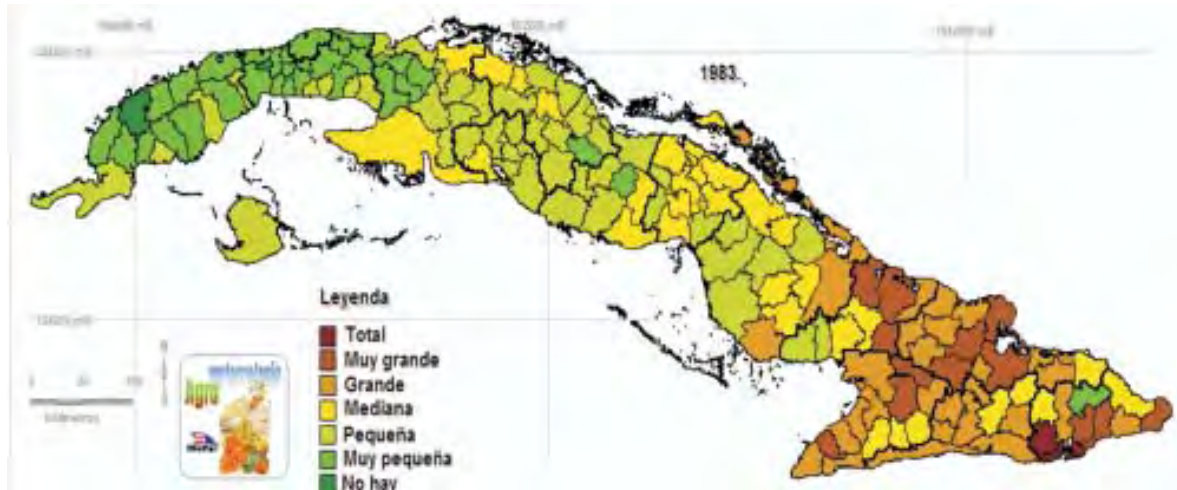


Figura 2.24. Diagnóstico de la distribución espacial de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba, en el año 1983.

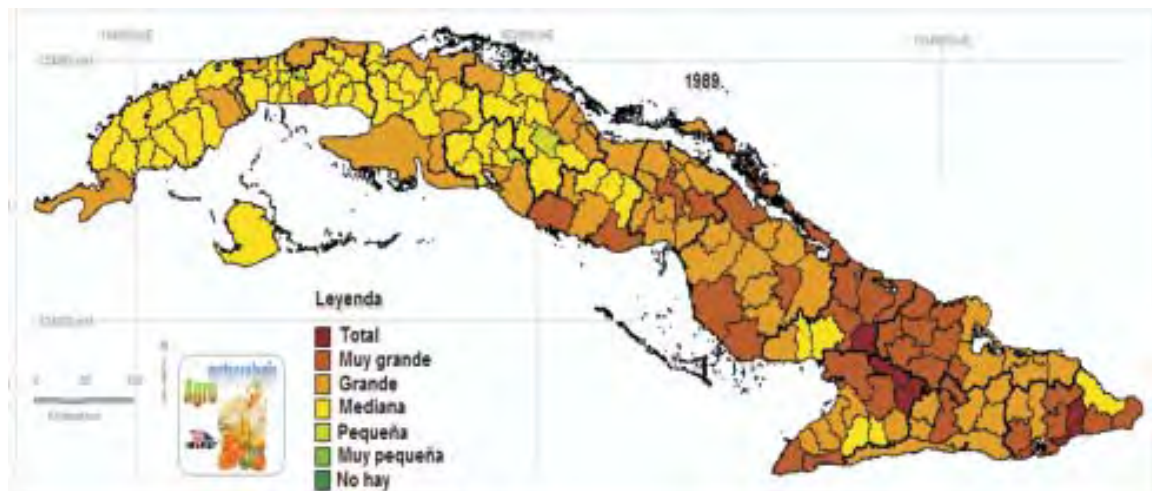


Figura 2.25. Diagnóstico de la distribución espacial de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba, en el año 1989.

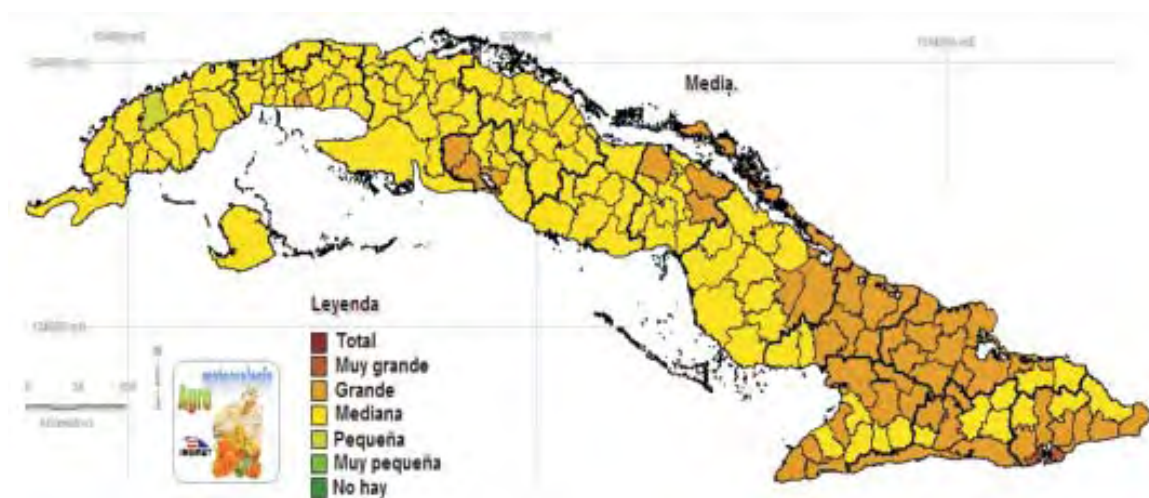


Figura 2.26. Diagnóstico de la distribución espacial media municipal de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba, para el período 1951 – 1990.

MARCHA ANUAL, MULTIANUAL Y TENDENCIAS DE LA SEQUÍA AGRÍCOLA

En la Figura 2.27 se presenta, a modo de comparación, diferentes curvas que representan la marcha anual de distintas categorías de expresión de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba, ellas son:

- la extensión superficial de la sequía agrícola establecida a partir de los valores normales de las variables climáticas del período de 40 años, representada en la figura por la línea oscura gruesa segmentada (SA a med);
- la extensión superficial de la sequía agrícola establecida a partir del valor resultante de los diagnósticos de la sequía agrícola de cada una de las 36 décadas del año. Por ejemplo, la primera década de enero fue obtenida promediando la extensión espacial de la sequía agrícola de esa misma década para el período 1951 – 1990 y es representada en la figura por la línea oscura gruesa continua (SA media);
- la extensión superficial máxima media de la sequía agrícola establecida a partir del valor máximo absoluto entre los cuarenta años estudiados de la extensión superficial media anual en Cuba de la sequía agrícola establecida correspondientes a cada década de un año calendario (SA x, media);
- la extensión superficial mínima media de la sequía agrícola establecida a partir del valor mínimo absoluto entre los cuarenta años estudiados de la extensión superficial media anual en Cuba de la sequía agrícola establecida correspondientes a cada década de un año calendario (SA n, media);
- la extensión superficial de los períodos secos a partir del valor resultante de los diagnósticos de cada una de las 36 décadas del año y el valor de cada una de esas 36 décadas, (por ejemplo, la segunda década de febrero) fue obtenido promediando el valor de los períodos secos cortos correspondiente a esa misma década de cada año del período 1951 – 1990 (promedio de los períodos secos de la segunda década de febrero de cada uno de los 40 años estudiados), representada en la figura por la línea oscura media continua (PS media);
- la extensión superficial de la ausencia de la sequía agrícola a partir del valor resultante de los diagnósticos de cada una de las 36 décadas del año y el valor de cada una de esas 36 décadas, (por ejemplo, la tercera década de marzo) fue obtenido promediando el valor de la ausencia de la sequía agrícola correspondiente a esa misma década de cada año del período 1951 – 1990 (promedio de los períodos secos de la tercera década de marzo de cada uno de los 40 años estudiados), representada en la figura por la línea oscura fina continua (AS, media);

La amplitud entre las líneas de puntos rojos y verdes indica el rango de variación de la sequía agrícola establecida, para cada una de esas décadas, durante el período 1951 – 1990.

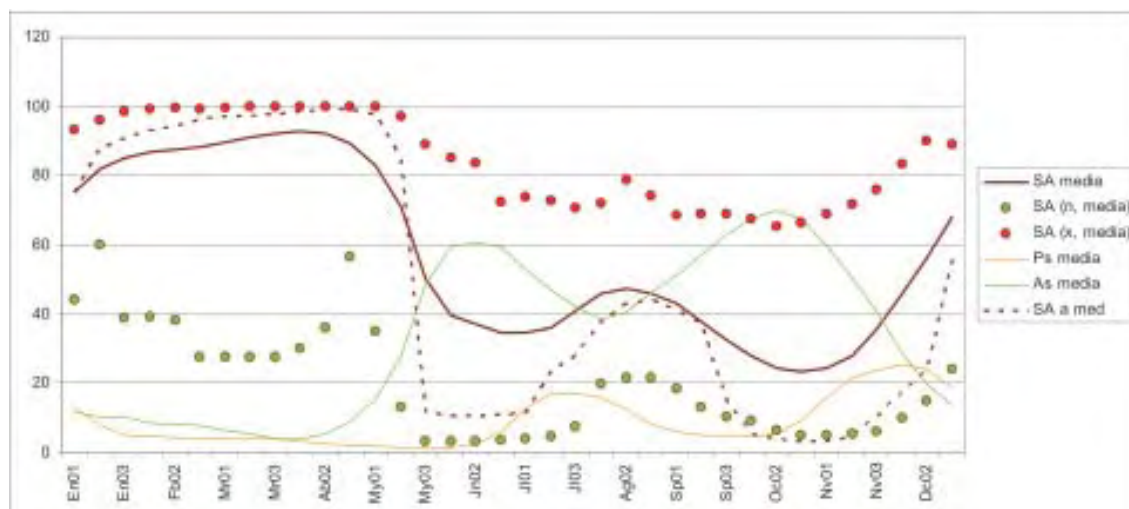


Figura 2.27. Marcha anual de distintas categorías de expresión de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba a escala nacional en el período 1951-1990.

Marcha anual de la extensión superficial de la sequía agrícola

La marcha anual de la extensión superficial de la sequía agrícola establecida a partir de los valores normales de las variables climáticas del período de 40 años, representada en la Figura 2.27 por la línea oscura gruesa segmentada, fue el método utilizado para evaluar las condiciones de sequía agrícola en una década del año a partir de las normas decadales de las precipitaciones y la evapotranspiración de referencia como datos de entrada al balance hídrico agroclimático del suelo en la rizosfera. El resultado de la elaboración de la marcha mediante el empleo de este método es el de más incertidumbre, porque el comienzo (o el final) de la temporada lluviosa se enmarcan rigurosamente en la misma época y no toma en cuenta los episodios lluviosos eventuales que en un año específico pueden aliviar el estrés de la vegetación en el período poco lluvioso del año, o en el mínimo intraestival de las precipitaciones del período lluvioso, pero constituyó un método objetivo para analizar las tendencias de la sequía agrícola en su marcha anual, sin el conocimiento de la secuencia continua de diagnósticos decadales de la sequía agrícola.

Marcha anual de la extensión superficial en las categorías de la sequía agrícola: Presencia, Períodos Secos y Ausencia

La Figura 2.27 muestra la marcha media anual nacional de la extensión superficial de las categorías de sequía agrícola de la serie 1951-1990. Se entiende por «Ausencia de Sequía» cuando la reserva de humedad productiva del suelo (disponible para la vegetación) es suficiente para que los cultivos agrícolas en condiciones de secano satisfagan sus necesidades hídricas y puedan alcanzar en algunas oportunidades hasta sus rendimientos máximos para la localidad en que se encuentren, si no tienen otros factores limitantes, por «Períodos Secos» cuando las plantas se han mantenido en estrés hídrico moderado o severo una década después de haberse iniciado un período seco corto, por lo general los cultivos agrícolas pueden soportarlo y alcanzar rendimientos aceptables si no tienen otros factores limitantes y por Permanencia de Sequía a la presencia de un período de estrés hídrico moderado o severo de al menos cinco décadas después de iniciado el agotamiento de la reserva de humedad productiva del suelo. Esta condición disminuye notablemente los rendimientos de los cultivos agrícolas en condiciones de secano y puede incluso provocar la pérdida total del mismo si la sequía se produce en una fase de desarrollo sensible para el cultivo como la germinación, la floración y formación de la cosecha, por ejemplo.

Las tres curvas referidas en el párrafo anterior están relacionadas entre sí de tal forma que entre las tres suman 100% de la superficie de la zona que se analice. El incremento de una de ellas implica la disminución, al menos de una de las dos categorías restantes. Las tres curvas presentan, en un año normal, dos valores máximos y mínimos (uno absoluto y el otro relativo).

Marcha anual de la Ausencia de sequía agrícola

La marcha anual de la ausencia de la sequía agrícola sigue la marcha de la lluvia con cierto retardo en su mínimo relativo (primera década de agosto) por la influencia de la reserva de humedad productiva del suelo al comenzar el mínimo intraestival de las precipitaciones y a partir de él aumenta hasta el máximo absoluto en la segunda década de octubre, para después descender en el período poco lluvioso del año hasta alcanzar el mínimo absoluto en la tercera década de marzo y primera década de abril y después volver a aumentar con el inicio del período lluvioso hasta completar el ciclo.

Marcha anual de la Presencia de la sequía agrícola

La marcha anual de la presencia de la sequía agrícola, con tendencias opuestas a la anterior, tiene el valor máximo absoluto de afectación en la primera década de abril, finalizando el período poco lluvioso del año y a partir de él disminuye hasta el mínimo relativo al comenzar el período lluvioso, el cual ocurre en la primera década de julio, aumentando después hasta alcanzar el máximo relativo a mediados de agosto con la presencia del mínimo intraestival de las precipitaciones, para después descender de nuevo hasta la tercera década de octubre, donde ocurre el mínimo absoluto y después comienza a aumentar hasta completar el ciclo.

Marcha anual de las períodos secos

La marcha anual de la curva de los períodos secos tiene su mínimo absoluto en el período segunda década de mayo – primera de junio, el mínimo relativo en la segunda década de septiembre – segunda década de octubre, el máximo absoluto en la primera década de diciembre y el máximo relativo en la segunda y tercera décadas de julio. Los «períodos secos» poseen magnitudes menores porque ellos son un estadio inicial de tiempo seco que da paso a la presencia de la sequía agrícola.

Marcha anual de la Presencia de la sequía agrícola por regiones del país

En la Figura 2.28 se presenta la marcha media anual de la Presencia de la sequía agrícola por regiones para el período estudiado 1951 – 1990, en porcentaje de área afectada. Puede observarse como dicha marcha sigue el patrón de estacionalidad ya visto para la nación en la Figura 2.27, sin embargo en ella se aprecia cuál región del país es la que posee mayor o menor peso en la manifestación de la sequía agrícola durante un año medio. La región que más se encuentra afectada por la presencia de la sequía agrícola en el período lluvioso del año es la oriental y la que menos afectada se encuentra es la occidental. En el período poco lluvioso del año, aunque sus diferencias son menos marcadas, la región más afectada es la central.

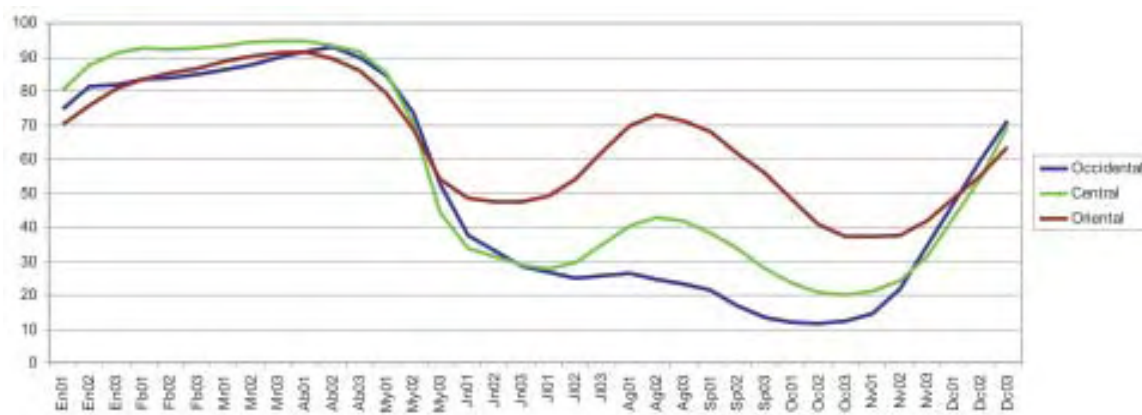


Figura 2.28. Marcha anual de la presencia de la sequía agrícola, en las tres regiones del país.

Marcha multianual y las tendencias de la extensión superficial y de la intensidad (severa) de la sequía agrícola en los períodos anual, lluvioso y poco lluvioso en Cuba

Las Figuras 2.29, 2.30 y 2.31 muestran la relación existente entre la intensidad y la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba y sus tendencias en el período estudiado 1951 – 1990.

La Figura 2.29 muestra la marcha multianual y las tendencias de la extensión superficial y de la intensidad (severa) de la sequía agrícola anual en Cuba durante el período estudiado. En ella se pueden observar 10 episodios de sequía agrícola, ellos son 1951-52, 1956, 1961-63, 1965, 1967, 1970-71, 1974-76, 1981, 1984-87 y 1989-90.

La extensión espacial y la intensidad severa de la sequía agrícola anual en Cuba (Solano et al., 2006) muestran una tendencia al aumento en el período estudiado. La tendencia multianual de la extensión superficial de la presencia de la sequía agrícola ($y=0,07444x + 55,829$) indica que en el período de 40 años la sequía agrícola ha incrementado su afectación a 0.071254% de la superficie total del país. Este número parece insignificante, pero representa 80,3 km², o lo que es igual al incremento anual aproximado del área afectada por sequía agrícola en Cuba a 8 037 ha durante el período de 40 años estudiado.

(Si este cálculo se realiza a partir de las 7 626 cuadrículas utilizadas en la rejilla nacional, el resultado es 78,8 km², o lo que es igual a 7,881 ha) .

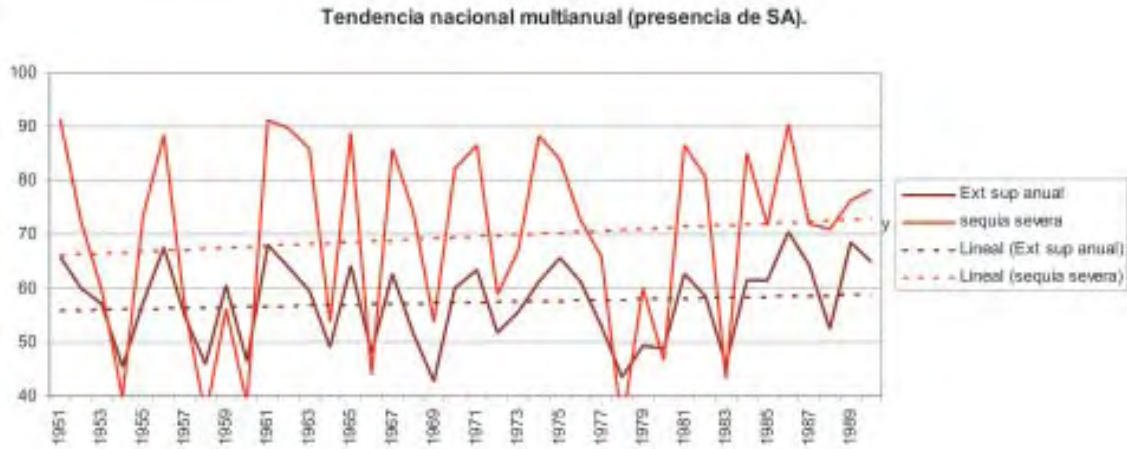


Figura 2.29. Marcha multianual y tendencias de la extensión superficial y la intensidad (severa) de la sequía agrícola anual en Cuba, en porcentaje de área afectada.

En la Figura 2.30 se presentan la marcha multianual y las tendencias de la extensión superficial y de la intensidad de la sequía agrícola en Cuba correspondientes al período lluvioso, en porcentaje de área afectada. En ella se pueden observar 17 episodios de sequía agrícola. Al igual que el análisis realizado en la figura anterior, la extensión espacial y la intensidad severa de la sequía agrícola en el período hidrológico lluvioso del año en Cuba indican una tendencia al aumento en el período 1951-1990.



Figura 2.30. Marcha multianual y tendencias de la extensión superficial y la intensidad (severa) de la sequía agrícola en Cuba correspondientes al período hidrológico lluvioso del año, en porcentaje de área afectada.

La Figura 2.31 muestra la marcha multianual y las tendencias de la extensión superficial y de la intensidad (severa) de la sequía agrícola en Cuba correspondientes al período poco lluvioso, en porcentaje de área afectada. En ella pueden observarse 16 episodios de sequía agrícola. Contrariamente a los dos análisis realizados en las figuras anteriores, la extensión espacial y la intensidad severa de la sequía agrícola en el período hidrológico poco lluvioso del año en Cuba indican una tendencia a la disminución en el período 1951-1990.

Los resultados del análisis de la tendencia de la extensión superficial y la intensidad (severa) de la sequía agrícola referidos al análisis de un año calendario y de los períodos hidrológicos lluvioso y poco lluvioso en Cuba, obtenidos en esta investigación se corresponden con los resultados de Centella *et al.* (1997) y Lapinel *et al.* (1993), en el sentido de que la sequía agrícola, al igual que la sequía meteorológica ha elevado la frecuencia e intensidad. Esto ha estado acompañado de una reducción total de precipitaciones anuales de 10 – 20% y un aumento de la variabilidad interanual de 5 – 10%, con la característica de que las precipitaciones han estado disminuyendo en el período lluvioso del año y han aumentado en el período poco lluvioso. Evidentemente, esto influyó en el incremento de la sequía agrícola en el período lluvioso, y que a su vez haya disminuido en el período poco lluvioso.

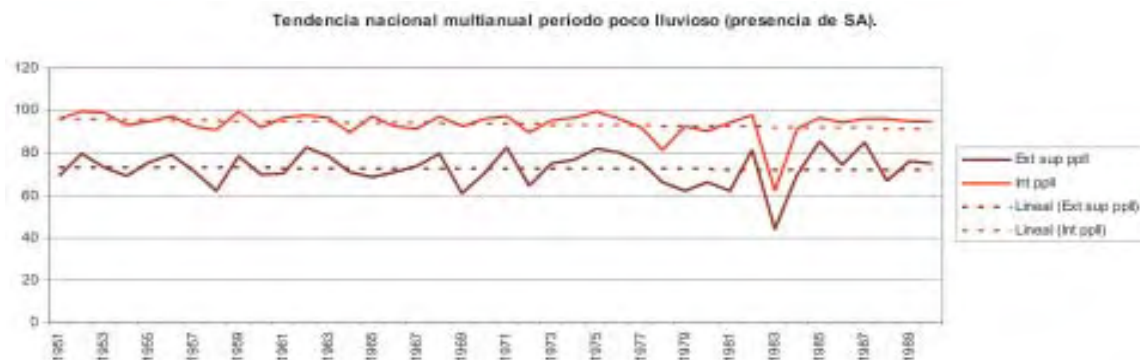


Figura 2.31. Marcha multianual y tendencias de la extensión superficial y la intensidad (severa) de la sequía agrícola en Cuba correspondientes al período hidrológico poco lluvioso del año, en porcentaje de área afectada.

En la Figura 2.32 se muestra la tendencia de la extensión superficial, en porcentaje de área afectada de la Presencia de la sequía agrícola en Cuba para el período más reciente 1999 – 2005, lo cual indica que las tendencias actuales están en correspondencia con las obtenidas en el período de 40 años estudiado.

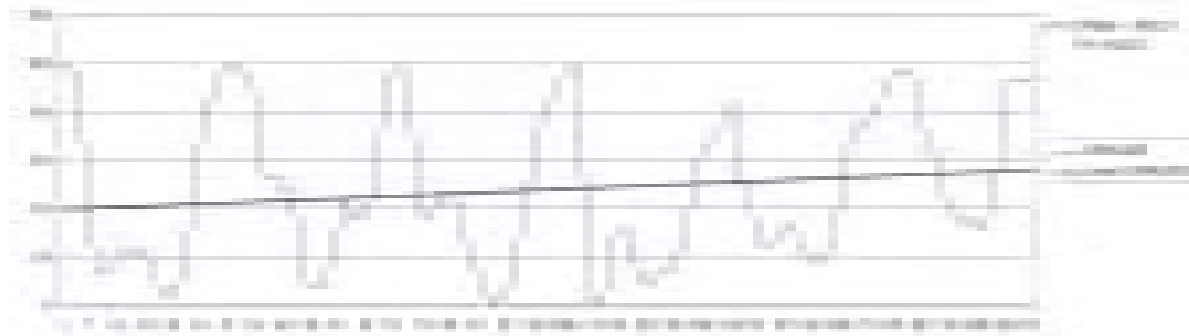


Figura 2.32. Marcha multianual y tendencias de la extensión superficial de la presencia de la sequía agrícola correspondientes al año calendario en Cuba en el período 1999-2005, por períodos de diez días.

El diagnóstico de las marchas multianuales y tendencias de la extensión superficial y la intensidad severa de la sequía agrícola en Cuba correspondientes al año calendario y a los períodos hidrológicos lluvioso y poco lluvioso del año indica que durante el período estudiado la sequía agrícola en Cuba ha incrementado su extensión espacial anual y su intensidad, con un avance medio anual de la sequía agrícola en áreas anteriormente no afectadas, de aproximadamente 8 000 ha, con la característica de un mayor incremento en extensión superficial e intensidad en el período lluvioso del año y una disminución menor en la intensidad y la extensión superficial de la sequía agrícola, en el período poco lluvioso del año.

Diagnóstico de la sequía agrícola en los episodios más significativos del período estudiado

Del análisis de la marcha multianual y las tendencias de la extensión superficial y de la intensidad (severa) de la sequía agrícola en los períodos anual, lluvioso y poco lluvioso en Cuba, mostrado en el epígrafe anterior se destacan dos episodios, por su extensión superficial y su intensidad en el períodos temporal estudiado, ellos son: i) la sequía agrícola hiperanual ocurrida desde el período poco lluvioso 1960/1961 hasta el período lluvioso 1963; y ii) la sequía agrícola hiperanual ocurrida desde el período lluvioso 1983 hasta el período lluvioso 1987. Comparativamente, el proceso ocurrido en los años 60 fue mucho más intenso, aunque de menor duración temporal. Las Tablas 2.2 y 2.3 muestran algunas características generales de las sequías de largo período estacional ocurridas en las décadas del 60 y 80, respectivamente.

Tabla 2.2 Resumen de las características generales de la sequía agrícola hiperanual ocurrida desde el período hidrológico poco lluvioso 1960/1961 hasta el período hidrológico lluvioso 1963.

Territorio	Extensión superficial (% de área)	Intensidad (% del área ocupada por categorías)				
		Muy lig.	Ligera	Moderada	Severa	Muy sev.
Nación	63	0	0	8	36	56
Regiones						
Occidental	57	0	0	12	43	45
Central	66	0	0	3	24	73
Oriental	66	0	1	10	43	46
Provincias						
Pinar del Río	53	0	0	30	45	25
La Habana	57	0	0	4	49	47
C. de La Habana	60	0	0	7	93	0
Matanzas	59	0	0	1	36	63
M. E. Isla de la J.	57	0	0	4	31	65
Cienfuegos	73	0	0	0	11	89
Villa Clara	61	0	0	8	48	44
Sancti Spíritus	55	0	0	1	57	42
Ciego de Avila	76	0	0	0	0	100
Camagüey	67	0	0	3	14	83
Las Tunas	73	0	0	0	30	70
Holguín	69	0	0	6	38	56
Granma	64	0	1	17	39	43
Santiago de Cuba	62	0	0	39	63	23
Guantánamo	62	0	6	14	50	30

Tabla 2.3 Resumen de las características generales de la sequía agrícola de largo período estacional ocurrida desde el período lluvioso 1983 hasta el período lluvioso 1987.

Territorio	Extensión superficial (% de área)	Intensidad (% del área ocupada por categorías)				
		Muy lig.	Ligera	Moderada	Severa	Muy sev.
Nación	63	0	1	21	54	23
Regiones						
Occidental	59	0	3	31	51	15
Central	61	0	0	21	60	19
Oriental	70	0	2	13	50	35
Provincias						
Pinar del Río	57	0	8	37	43	13
La Habana	54	0	0	51	43	6
C. de La Habana	55	0	0	45	50	5
Matanzas	64	0	0	16	60	24
M. E. Isla de la J.	56	0	0	27	66	7
Cienfuegos	60	0	1	33	58	8
Villa Clara	58	0	0	35	63	2
Sancti Spíritus	55	0	0	41	46	13
Ciego de Avila	66	0	0	4	61	35
Camagüey	62	0	0	11	65	24
Las Tunas	69	0	0	9	58	33
Holguín	74	0	1	9	56	34
Granma	70	0	1	16	49	34
Santiago de Cuba	72	0	0	7	61	32
Guantánamo	66	1	8	26	22	4

Los estudios de diagnóstico de la sequía agrícola en Cuba dieron origen a la elaboración de:

- 1 440 mapas de la distribución espacial del estado de la sequía agrícola en Cuba por cuadrículas, para cada una de las 36 décadas de cada año comprendido entre 1951 y 1990;
- 40 mapas de la distribución espacial de la duración de la sequía agrícola establecida en Cuba por cuadrículas, para cada uno de los 40 años estudiados entre 1951 y 1990;
- 40 mapas de la distribución espacial de la intensidad de la sequía agrícola en Cuba por cuadrículas, para cada uno de los 40 años estudiados entre 1951 y 1990;
- 3 mapas de la distribución espacial de la intensidad de la sequía agrícola en Cuba por cuadrículas, para un año medio (normal), para los períodos lluvioso y poco lluvioso del año;
- 36 mapas de la distribución espacial de las condiciones normales del estado de la sequía agrícola en Cuba por cuadrículas, para cada una de las 36 décadas de un año medio;
- 41 mapas del diagnóstico de la distribución espacial de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba por cuadrículas, para cada año y para la media municipal del período 1951 - 1990.

AMENAZA DE LA SEQUÍA AGRÍCOLA

Los resultados de los estudios del cambio climático y las tendencias observacionales en el ámbito internacional y en Cuba indican que es muy probable que ocurra un aumento de la temperatura del aire con el consecuente incremento de la evaporación, favoreciendo los procesos de aridez y que también es probable un incremento de la escasez de agua en el verano y un aumento del riesgo de sequía. Estos resultados podrían conducir a la reducción de la disponibilidad de agua para la irrigación, daños de los cultivos agrícolas y el ganado, a la reducción de la productividad agrícola y al incremento de incendios en la vegetación, entre otros aspectos no menos importantes.

El proceso de adaptación a los impactos potenciales del cambio climático requiere de una adecuada interpretación y conocimiento sobre los riesgos de aquellos eventos extremos que poseen una connotación importante. En este sentido ha resultado prudente investigar cuales son las tendencias, los patrones y el comportamiento general de los eventos climáticos, cuyos impactos afectan la vida social y económica de Cuba. Este tipo de evaluación requirió que se incluyeran aspectos relacionados con el estudio de las variaciones observadas en el comportamiento de la sequía.

Distribución espacial de la amenaza de la presencia de sequía agrícola en Cuba para cada una de las 36 décadas del año

Los mapas de la distribución espacial de la amenaza de la presencia de sequía agrícola en Cuba para cada una de las 36 décadas del año, expresan el porcentaje de casos registrados o frecuencia relativa de permanencia de la sequía agrícola para cada una de esas décadas y para cada punto de rejilla en el período estudiado de 40 años. Como ejemplo se muestran dos de los 36 mapas elaborados, y en este caso, se han seleccionado también dos ejemplos de la amenaza de presencia de sequía agrícola en diferentes momentos de la temporada lluviosa en Cuba.

En la Figura 2.33 se muestra la distribución espacial en Cuba de la amenaza de sequía agrícola para la tercera década de junio, uno de los meses de mayor acumulado de precipitaciones dentro de la temporada lluviosa del año. Cada color en los puntos de rejilla del mapa indica aproximadamente la probabilidad de ocurrencia de la sequía agrícola de esos puntos de acuerdo a los datos procesados del período estudiado de 40 años (1951-1990). Puede observarse que aunque la probabilidad de ocurrencia de la sequía agrícola es generalmente baja en el país, hay muchas localidades, fundamentalmente en la región oriental del país y en zonas próximas a las costas, donde la probabilidad de ocurrencia de la sequía es alta.

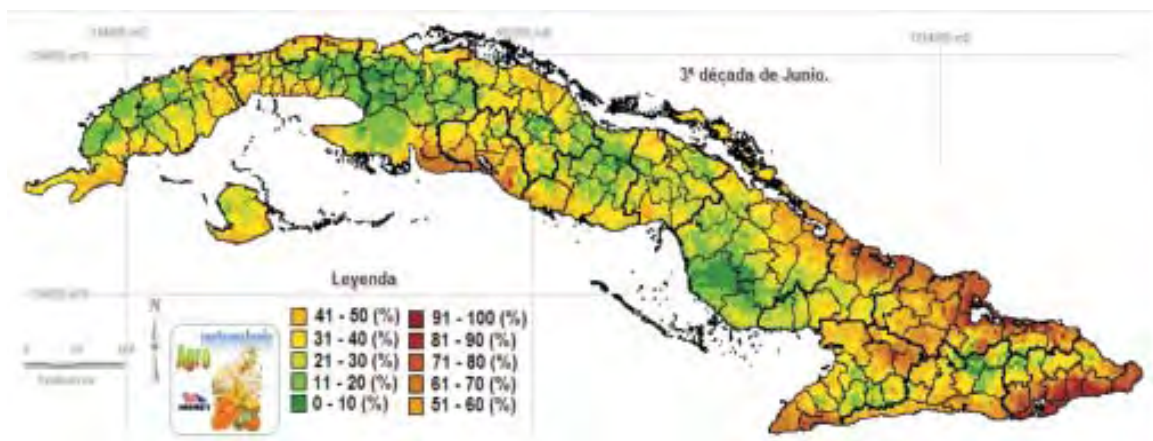


Figura 2.33. Amenaza de la presencia de la sequía agrícola para la tercera década de junio por cuadrículas en probabilidad de ocurrencia.

En la Figura 2.34 se muestra la distribución espacial en Cuba de la amenaza de sequía agrícola para la tercera década de octubre, también uno de los meses de mayor acumulado de precipitaciones dentro de la temporada lluviosa del año y al igual que en la figura anterior, puede observarse que aunque la probabilidad de ocurrencia de la sequía agrícola es generalmente baja en el país, hay muchas localidades, fundamentalmente en la región oriental del país y en zonas próximas a las costas, donde la probabilidad de ocurrencia de la sequía agrícola continúa siendo alta, por lo que resulta oportuno conocer la amenaza potencial de la sequía agrícola para las diferentes localidades del país cuando se quiere manejar adecuadamente el riesgo climático.

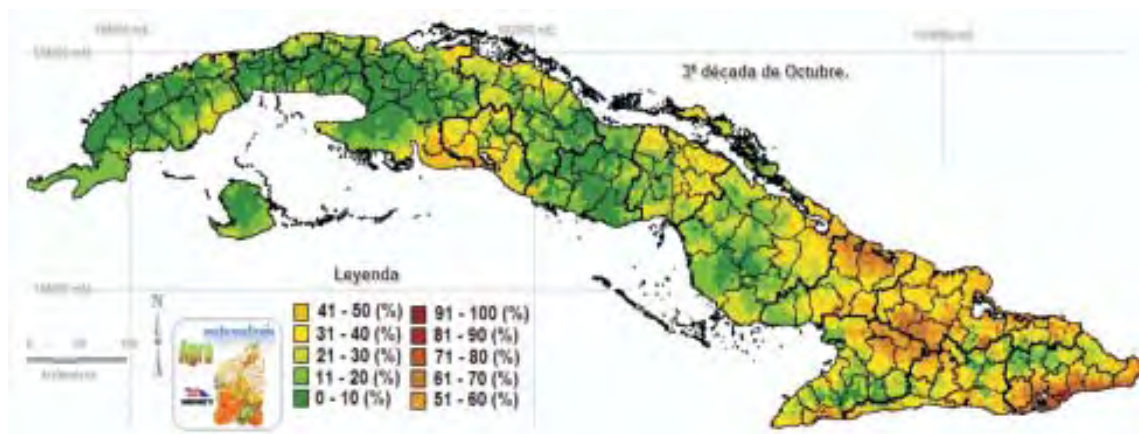


Figura 2.34. Amenaza de la presencia de la sequía agrícola en la tercera década de octubre por cuadrículas, expresada en probabilidad de ocurrencia.

El análisis del riesgo climático mediante el empleo de los mapas de la distribución espacial de la amenaza de la presencia de sequía agrícola en Cuba se complementa con el empleo de los dos conjuntos de mapas de la distribución espacial en Cuba de la presencia de períodos secos cortos y de ausencia de sequía agrícola que se exponen a continuación.

Distribución espacial de la amenaza de la presencia de períodos secos cortos en Cuba para cada una de las 36 décadas del año

Los mapas de la distribución espacial de la amenaza de la presencia de períodos secos cortos en Cuba para cada una de las 36 décadas del año, expresan el porcentaje de casos registrados o frecuencia relativa de presencia de períodos secos cortos para cada una de esas décadas y para cada punto de rejilla en el período estudiado de 40 años. Como ejemplo se muestran dos de los 36 mapas elaborados, y en este caso, se han seleccionado las mismas décadas seleccionadas en el acápite anterior de la amenaza de presencia de sequía agrícola en Cuba.

En la Figura 2.35 se muestra la distribución espacial en Cuba de la amenaza de la presencia de períodos secos cortos para la tercera década de junio. Cada color en los puntos de rejilla del mapa indica aproximadamente la probabilidad de ocurrencia de períodos secos cortos de esos puntos. Puede observarse que la probabilidad de ocurrencia de períodos secos cortos es casi nula en el país y alcanzan valores muy bajos en algunas localidades, fundamentalmente en la región oriental del país y en zonas próximas a las costas.

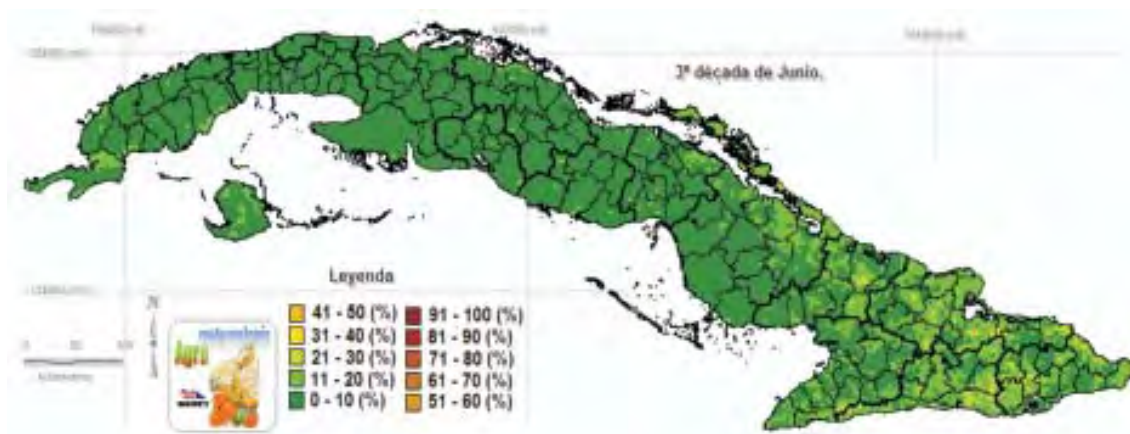


Figura 2.35. Amenaza de la presencia de períodos secos cortos para la tercera década de junio, por cuadrículas, expresada en probabilidad de ocurrencia.

En la Figura 2.36 se muestra la distribución espacial en Cuba de la amenaza de la presencia de períodos secos cortos para la tercera década de octubre y al igual que en la figura anterior, puede observarse que aunque la probabilidad de ocurrencia de la sequía agrícola es muy baja en el país, la mayor probabilidad de ocurrencia, baja también, ocurre principalmente en la mitad occidental del país y en la Cuenca del Cauto.

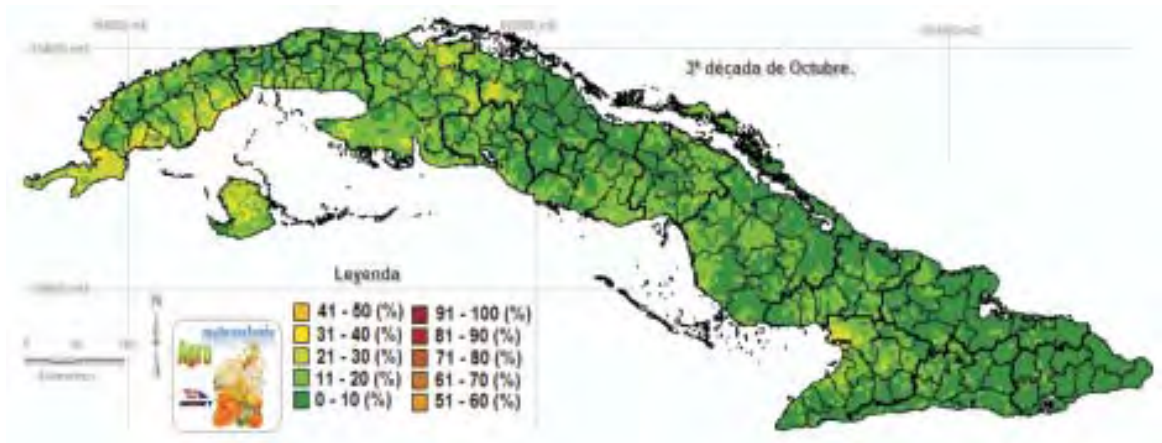


Figura 2.36. Amenaza de la presencia de períodos secos cortos para la tercera década de octubre, por cuadrículas, expresada en probabilidad de ocurrencia.

Distribución espacial de la ausencia de sequía agrícola en Cuba para cada una de las 36 décadas del año, por cuadrículas.

Los mapas de la distribución espacial de la ausencia de la sequía agrícola en Cuba para cada una de las 36 décadas del año, expresan el porcentaje de casos registrados o frecuencia relativa de la ausencia de la sequía agrícola para cada una de esas décadas y para cada punto de rejilla en el período estudiado de 40 años. Como ejemplo se muestran dos de los 36 mapas elaborados y en este caso, se han elegido las mismas décadas seleccionadas en los dos acápite precedentes de la amenaza de presencia de sequía agrícola y períodos secos cortos en Cuba.

En la Figura 2.37 se muestra la distribución espacial en Cuba de la ausencia de la sequía agrícola para la tercera década de junio. Cada color en los puntos de rejilla del mapa indica aproximadamente la probabilidad de ocurrencia de la ausencia de la sequía agrícola de esos puntos. Puede observarse que la probabilidad de ausencia de sequía agrícola es alta en el país y los valores más bajos se observan en las zonas costeras norte y sur de las provincias orientales, la zona central de la Cuenca del Cauto y la zona costera desde Playa Larga, municipio Ciénega, hasta el oeste del municipio Trinidad.

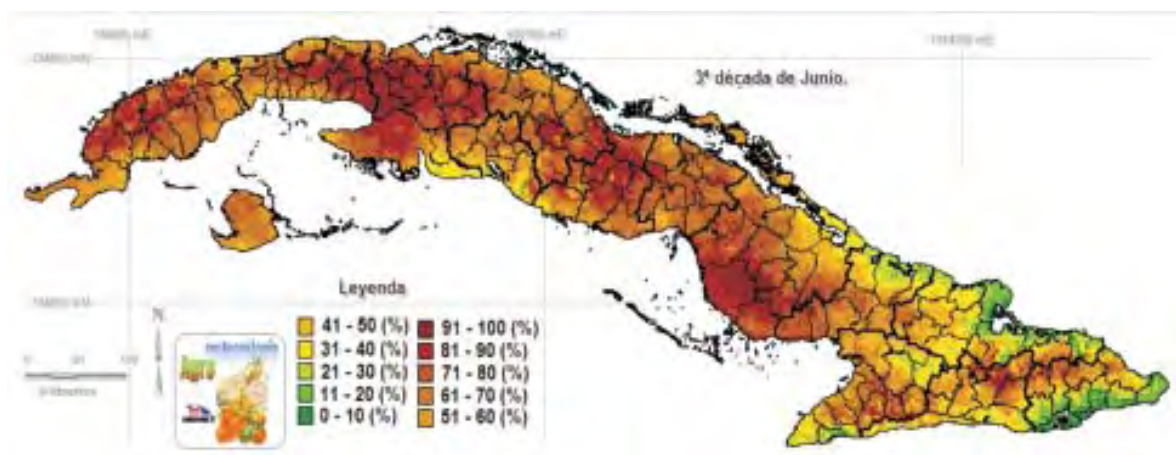


Figura 2.37. Condiciones de ausencia de sequía agrícola para la tercera década de junio, por cuadrículas, expresada en probabilidad de ocurrencia.

En la Figura 2.38 se muestra la distribución espacial en Cuba de la ausencia de la sequía agrícola para la tercera década de octubre y puede observarse que la probabilidad de ausencia de sequía agrícola es más elevada que la mostrada en la figura anterior. Los valores más bajos se observan en la zona costera sur de la provincia Guantánamo, la zona central de la Cuenca del Cauto y los tres municipios del norte de la provincia Las Tunas.

Los mapas de la distribución espacial de la presencia de la sequía agrícola, de la presencia de períodos secos y de la ausencia de sequía agrícola en Cuba para cada una de las 36 décadas del año, por cuadrículas, pueden resultar relevantes a la hora de valorar el peligro climático que representan estas categorías de la sequía agrícola por localidades puntuales o entornos a micro escala.

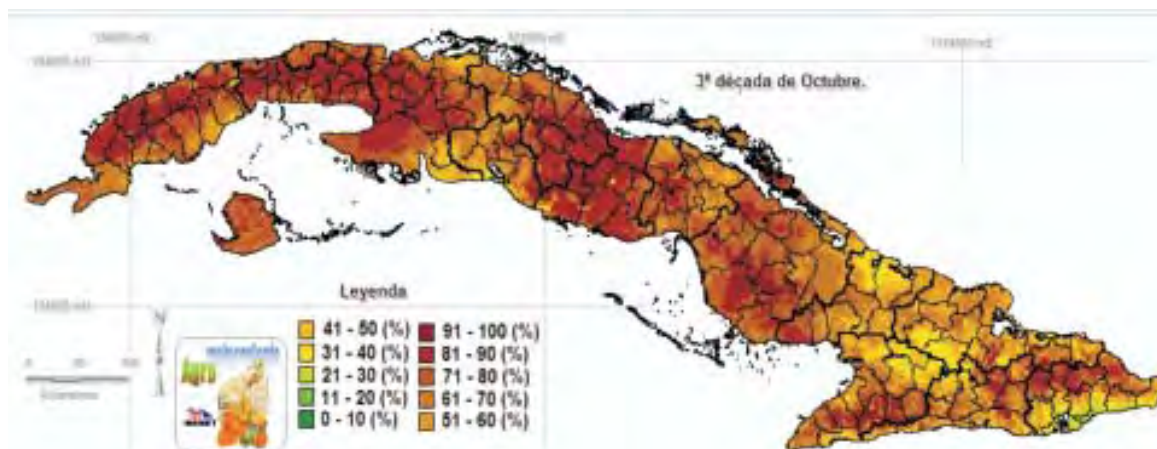


Figura 2.38. Condiciones de ausencia de sequía agrícola para la tercera década de octubre, por cuadrículas, expresada en probabilidad de ocurrencia.

Distribución espacial de la amenaza de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba para cada una de las 36 décadas del año

Los mapas de la distribución espacial de la amenaza de extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba para las 36 décadas de un año, evaluadas por puntos de rejilla y expresadas por municipios, muestran la evaluación cualitativa de la extensión superficial de la sequía agrícola en cada municipio del país, considerando a la Ciudad de La Habana como un término municipal. Como ejemplo se muestran dos de los 36 mapas elaborados, y en este caso, se han seleccionado la primera década de abril y primera década de noviembre.

La Figura 2.39 muestra la distribución espacial de la amenaza de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba para la primera década de abril, por municipios. Es de señalar que las dos restantes décadas de abril presentan la misma amenaza de extensión superficial de la sequía agrícola que la primera década de este mes. Durante este período todos los municipios del país alcanzan la categoría de extensión superficial «grande».



Figura 2.39. Amenaza de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba para la primera década de abril, por municipios.

En la Figura 2.40 se muestra la amenaza de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba para la primera década de noviembre, por municipios. En esta década sólo el municipio Caimanera, de la provincia Guantánamo está expuesto a la amenaza de extensión superficial grande de sequía agrícola en el territorio nacional. En general predominan en el país los municipios con amenaza de extensiones superficiales pequeñas. Los municipios del país que se encuentran

amenazados por extensiones superficiales moderadas de sequía agrícola en esta década son: Niceto Pérez, Manuel Tames, San Antonio del Sur, Imías y Maisí, de la provincia Guantánamo; Contramaestre, de Santiago de Cuba; Guamá, San Luis, Segundo Frente y Songo la Maya, de Granma; Cacocum, Urbano Noris, Cueto, Antilla y Frank País, de Holguín; Manatí, Puerto Padre, Jesús Menéndez y Majibacoa, en Las Tunas; y Abreus y Cienfuegos, en la provincia del mismo nombre.



Figura 2.40. Amenaza de la extensión superficial de la sequía agrícola en Cuba para la primera década de Noviembre.

El desarrollo de los nuevos productos agroclimáticos sobre la amenaza de la sequía agrícola generados en esta investigación proveen información relevante para las evaluaciones del riesgo de sequía en la agricultura para ser empleados en el sector agropecuario. Aunque la ciencia y la tecnología actual no puede prevenir la aparición de la sequía agrícola, un manejo eficiente del riesgo climático en las estrategias proactivas de gestión y prevención de riesgos puede permitir tomar acciones a corto y largo plazos que mitiguen sus efectos, tales como la obtención de cultivos y variedades resistentes a la sequía, la selección de variedades tempranas o tardías en dependencia de la amenaza de la sequía agrícola para la localidad donde se pretende sembrar, la planificación de las fechas de siembra atendiendo a la amenaza de la sequía agrícola, la planificación de sistemas de irrigación más ahorradores de agua, etc.

ESTUDIO DE CASO EN UNA ZONA DE ALTO RIESGO

Para estudiar el evento meteorológico extremo de la sequía agrícola, se seleccionó como muestra, la región oriental de Cuba, por estar sus municipios entre los más vulnerables a la inseguridad alimentaria del país (Instituto de Planificación Física. 2001: Instituto de Planificación Física. 2003). En el último estudio sus autores principales identificaron, en el conjunto de las cinco provincias más orientales, una tipología municipal que clasificó a 26 municipios como Muy Vulnerables, 20 como Vulnerables y 8 como Poco Vulnerables (Figura 2.41).

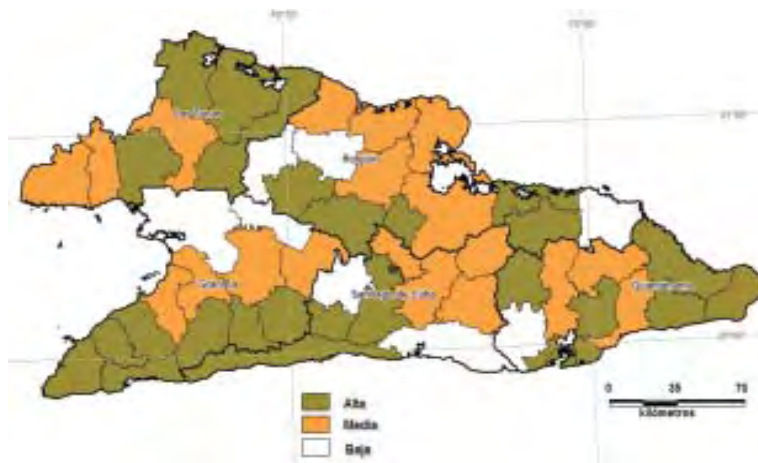


Figura 2.41. Vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en las cinco provincias orientales de Cuba. Fuente: Instituto de Planificación Física.

Los resultados de los análisis realizados en los acápite tratados con anterioridad indican que la región oriental del país es la de mayor peligro de sequía agrícola, tanto desde el punto de vista de su estado, como de la extensión temporal, espacial e intensidad. La Tabla 2.4 muestra la amenaza de la extensión superficial e intensidad de la sequía agrícola en las provincias de la región oriental de Cuba y en ella puede observarse que las provincias Holguín y Las Tunas son las que presentan la mayor amenaza de sequía agrícola severa. Debido a que la provincia Las Tunas es una de las provincias más vulnerables a la inseguridad alimentaria del país y también una de las más amenazadas por la sequía agrícola, se decidió realizar el estudio de caso en esta provincia.

Tabla 2.4. Amenaza de la extensión superficial (en porcentaje de la superficie total) e intensidad de la sequía agrícola para la región oriental y sus cinco provincias, en porcentaje de la superficie afectada.

	Ext. Superf.	Ligera	Moderada	Severa
Región oriental	58	6	17	77
Las Tunas	53	0	18	82
Holguín	69	2	11	87

La Tabla 2.5 muestra la amenaza de extensión superficial e intensidad de la sequía agrícola en los municipios de la provincia Las Tunas y en ella puede observarse que los municipios Jesús Menéndez, Puerto Padre, Manatí y Majibacoa son los que presentan la mayor amenaza de intensidad severa de la sequía agrícola y los municipios Manatí, Puerto Padre y Jesús Menéndez los más expuestos a la amenaza de la extensión superficial de la sequía agrícola.

Tabla 2.5. Amenaza de la extensión superficial (en porcentaje de la superficie total) y la intensidad de la sequía agrícola para la provincia Las Tunas y sus ocho municipios, en porcentaje de la superficie afectada.

	Ext. Superf.	Ligera	Moderada	Severa
Prov. Las Tunas	66	0	18	82
Amancio Rodríguez	54	3	77	20
Colombia	54	0	41	59
Jesús Menéndez	71	0	0	100
Jobabo	64	0	18	82
Las Tunas	61	0	4	96
Majibacoa	67	0	0	100
Manatí	77	0	0	100
Puerto Padre	76	0	0	100

La zona de alto riesgo seleccionada para el estudio de caso correspondió a la ocupada por los municipios ubicados al norte de la provincia: Manatí, Puerto Padre y Jesús Menéndez y como período temporal de estudio se seleccionaron los años 1999-2005. La información climática fue la informativa preliminar proveniente de la red de estaciones meteorológicas (70 estaciones) del Instituto de Meteorología y la pluviométrica de las redes del Instituto de Recursos Hidráulicos y del Instituto de Meteorología (630 estaciones), utilizadas operacionalmente en el Sistema de Vigilancia Agrometeorológica.

Municipio Jesús Menéndez

Período anual

En el año 2000 la extensión superficial de la sequía agrícola en el municipio Jesús Menéndez se comportó normal, en el 2001 se comportó por debajo de lo normal, en los años 2002 y 2003 estuvo por encima de lo normal y en el 2004 en extremo por encima de lo normal.

La Tabla 2.6 muestra las categorías de intensidad de la sequía agrícola, por años, desde 1999 hasta 2004 y para un año medio, en el municipio Jesús Menéndez. Al comparar las categorías de intensidad de los años más recientes estudiados con los valores de la distribución normal por categorías obtenida para el período de 40 años 1951 – 1990, la intensidad de la sequía agrícola durante el año 1999 puede ser evaluada como inferior a lo normal, ella aumentó el porcentaje de casos en la categoría severa y moderada a expensas de la disminución de lo que normalmente ocurre en la categoría muy severa. En el año 2000 la intensidad resultó normal, en el 2001 fue inferior a las normas, en los años 2002 y 2003 muy superior a las normas y en el año 2004 la intensidad de la sequía agrícola fue en extremo superior a lo normal.

Tabla 2.6. Intensidad de la sequía agrícola en el municipio Jesús Menéndez, provincia Las Tunas, expresada en porcentaje de la superficie total afectada por la sequía agrícola.

Años	Categorías de intensidad de la sequía agrícola				
	Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
1999	0	0	14	86	0
2000	0	0	0	57	43
2001	0	0	0	100	0
2002	0	0	0	14	86
2003	0	0	0	14	86
2004	0	0	0	0	100
A. Medio	0	0	2	60	38

Período lluvioso

La Tabla 2.7 muestra la extensión superficial y la intensidad de la sequía agrícola, en el municipio Jesús Menéndez en los períodos lluviosos desde el año 1999 hasta el año 2004. Al comparar las categorías de extensión e intensidad de los años más recientes estudiados, dentro del período lluvioso del año, con los valores normales obtenidos por categorías para el período de 40 años 1951 – 1990, la extensión superficial la intensidad de la sequía agrícola durante el año 1999 puede ser evaluada como grande y es normal que así sea para este municipio y muy inferior a las normas en cuanto a la intensidad, con un incremento en la categoría muy ligera a expensas de la disminución de las restantes.

Tabla 2.7. Extensión superficial (en porcentaje de la superficie total) e intensidad de la sequía agrícola en el municipio Jesús Menéndez, provincia Las Tunas, en los períodos hidrológicos lluviosos desde el año 1999 hasta el año 2004, expresada en porcentaje de la superficie total afectada por la sequía agrícola.

Años	Extensión superficial	Categorías de intensidad de la sequía agrícola				
		Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
1999	68	0	0	14	86	0
2000	82	0	0	0	57	43
2001	83	0	0	0	100	0
2002	71	0	0	0	71	29
2003	95	0	0	0	14	86
2004	100	0	0	0	0	100
PLLM	68	0	0	22	50	28

Durante el año 2000 la extensión superficial del período lluvioso resultó muy grande, en este caso superior a lo normal, sin embargo, su intensidad resultó superior a lo normal para la época, con incremento en las categorías muy severa y severa a expensas de la moderada. En el año 2001 la extensión superficial de la sequía agrícola tuvo un comportamiento similar al año anterior en este período, sin embargo, tuvo un comportamiento normal, con un incremento en la categoría severa a expensas de la disminución en las categorías muy severa y moderada.

Durante el año 2002 la extensión superficial de la sequía agrícola fue evaluada como grande y resultó más intensa que lo normal. La extensión superficial de la sequía agrícola, durante el período lluvioso del año 2003, alcanzó nuevamente la categoría de muy grande, resultando su intensidad muy por encima de lo normal para la época. En el año 2004 la extensión superficial de la sequía agrícola cubrió totalmente el municipio Jesús Menéndez y la intensidad de la sequía resultó en extremo superior a lo normal. El período hidrológico lluvioso más severo del período estudiado resultó ser el del año 2004.

Período poco lluvioso

La Tabla 2.8 muestra la extensión superficial y la intensidad de la sequía agrícola, en el municipio Jesús Menéndez en los períodos hidrológicos poco lluviosos comprendidos entre noviembre del año 1999 hasta abril del año 2000 (simbolizado en la tabla como el año en que éste termina, en este caso, 2000), hasta el año 2005. Al comparar las categorías de extensión e intensidad de los años más recientes estudiados, dentro del período poco lluvioso, con los valores normales por categorías para el período de 40 años 1951 – 1990, la extensión superficial de la sequía agrícola durante el período hidrológico poco lluvioso 1999/00 puede ser evaluada como moderada, aunque este valor es inferior a lo que normalmente sucede para la época para este municipio y muy inferior a las normas en cuanto a la intensidad, con un incremento en las categorías severa y moderada a expensas de la disminución de la categoría muy severa.

Durante el período poco lluvioso 2000/01, la extensión superficial resultó pequeña, en este caso muy inferior a lo normal, al igual que su intensidad, que resultó incluso, menos severa en relación con la del año anterior. En el período poco lluvioso 2001/02 la extensión superficial de la sequía agrícola fue evaluada como muy grande, superior a lo normal para la época, al igual que su intensidad. Durante el período hidrológico poco lluvioso 2002/2003 la extensión superficial de la sequía agrícola fue evaluada como grande e inferior a lo normal en cuanto a intensidad.

Durante los períodos poco lluvioso 2003/04 y 2004/05 la extensión superficial de la sequía agrícola llegó a alcanzar la totalidad del municipio, resultando en extremo severa para la época. Estos dos últimos períodos hidrológicos resultaron los más severos en cuanto a la afectación por sequía agrícola de todos los períodos hidrológicos poco lluviosos estudiados en los años más recientes.

Tabla 2.8. Extensión superficial (en porcentaje de la superficie total) e intensidad de la sequía agrícola en el municipio Jesús Menéndez, provincia Las Tunas, en los períodos hidrológicos poco lluviosos desde el año 2000 hasta el año 2005, expresada en porcentaje de la superficie total afectada por la sequía agrícola.

Años	Extensión superficial	Categorías de intensidad de la sequía				
		Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
1999/00	48	0	0	14	86	0
2000/01	35	0	0	29	71	0
2001/02	83	0	0	0	0	100
2002/03	77	0	0	0	57	43
2003/04	100	0	0	0	0	100
2004/05	100	0	0	0	0	100
PpLLM	76	0	0	0	13	87

Sólo en un 15% del período temporal estudiado (primera década de abril de 1999 – segunda década de julio de 2005) hubo ausencia de sequía agrícola en el municipio Jesús Menéndez. Del 85% del tiempo restante, 66% estuvo afectado con una cobertura total del municipio y en otro 4% del tiempo la cobertura fue superior a 80% del territorio. Un 98% de la superficie del municipio estuvo durante el año bajo los efectos de una sequía agrícola severa, correspondiendo de

esta cifra, 52% a la categoría de intensidad muy severa. En el período lluvioso del año, donde ocurre la temporada principal de cultivo en condiciones de secano, también un 98% del área municipal se encontró bajo los efectos de intensidad severa, y de esta cifra, 43% correspondió a la categoría muy severa. Paradójicamente en el período poco lluvioso del año, 91% de la superficie del municipio se encontró bajo los efectos de la sequía agrícola, y de esta cifra, 49% correspondió a la categoría de intensidad muy severa.

Municipio Puerto Padre

Período anual

En el año 2000 la extensión superficial de la sequía agrícola en el municipio Puerto Padre se comportó cercano a lo normal, en el 2001 se comportó por debajo de lo normal, en el año 2002 estuvo cercano a lo normal, en el 2003 estuvo por encima de lo normal y en el 2004 en extremo por encima de lo normal.

La Tabla 2.9 muestra las categorías de intensidad de la sequía agrícola, por años, desde 1999 hasta 2004 y para un año medio, en el municipio Puerto Padre. Al comparar las categorías de intensidad de la sequía agrícola anual de los años más recientes estudiados con los valores de la distribución normal por categorías para el período de 40 años 1951 – 1990 estudiado, la intensidad de la sequía agrícola durante el año 1999 puede ser evaluada como muy inferior a lo normal, ella aumentó el porcentaje de casos en las categorías severa y moderada a expensas de la disminución de la categoría muy severa. En el año 2000 la intensidad resultó inferior a lo normal, en el 2001 fue inferior a las normas, en los años 2002, 2003 la sequía agrícola resultó ligeramente inferior a lo normal y el año 2004, tanto en extensión superficial como en intensidad, en extremo superior a las normas, siendo éste el peor año para el municipio Puerto Padre de los años más recientes.

Tabla 2.9. Intensidad de la sequía agrícola en el municipio Puerto Padre, provincia Las Tunas, expresada en porcentaje de la superficie total afectada por la sequía agrícola.

Años	Categorías de intensidad de la sequía agrícola				
	Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
1999	0	0	8	92	0
2000	0	0	0	67	33
2001	0	0	8	75	17
2002	0	0	0	42	58
2003	0	0	0	42	58
2004	0	0	0	0	100
Año Med	0	0	0	31	69

Período lluvioso

La Tabla 2.10 muestra la extensión superficial y la intensidad de la sequía agrícola, en el municipio Puerto Padre, en los períodos lluviosos desde el año 1999 hasta el año 2004. Al comparar las categorías de extensión e intensidad de los años más recientes estudiados, dentro del período hidrológico lluvioso, con los valores normales por categorías para el período de 40 años 1951 – 1990 estudiado, la extensión superficial de la sequía agrícola durante el año 1999 fue muy grande y superior a lo normal y la intensidad inferior a las normas, con un incremento en las categorías severa y ligera a expensas de la disminución de las categorías muy severa y moderada.

Durante el año 2000 la extensión superficial del período lluvioso resultó muy grande, y superior a lo normal para la época, sin embargo su intensidad resultó normal, aumentando la categoría de intensidad severa a expensas de la disminución de las categorías moderada y muy severa. En el año 2001 la extensión superficial de la sequía agrícola fue muy grande y superior a lo normal y la intensidad ligeramente inferior a las normas.

Durante el año 2002 la extensión superficial de la sequía agrícola fue evaluada como moderada e inferior a lo normal y la intensidad inferior a la norma. En el período lluvioso del año 2003, la extensión superficial de la sequía agrícola alcanzó nuevamente la categoría de muy grande y superior a lo normal, resultando su intensidad muy severa. En el año 2004 la extensión superficial de la sequía agrícola cubrió totalmente el municipio Puerto Padre y la intensidad de la sequía resultó en extremo severa. El período lluvioso del año 2004 fue el más severo del período estudiado para el municipio Puerto Padre.

Tabla 2.10. Extensión superficial (en porcentaje de la superficie total) e intensidad de la sequía agrícola en el municipio Puerto Padre, provincia Las Tunas, en los períodos hidrológicos lluviosos desde el año 1999 hasta el año 2004, expresada en porcentaje de la superficie total afectada por la sequía agrícola.

Años	Extensión superficial	Categorías de intensidad de la sequía				
		Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
1999	81	0	8	0	83	8
2000	83	0	0	0	66	33
2001	89	0	0	17	58	25
2002	53	0	0	8	92	0
2003	91	0	0	0	17	83
2004	100	0	0	0	0	100
PLLM	73	0	0	9	47	44

Período poco lluvioso

La Tabla 2.11 muestra la extensión superficial y la intensidad de la sequía agrícola, en el municipio Puerto Padre en los períodos hidrológicos poco lluviosos comprendidos entre noviembre del año 1999 hasta abril del año 2000 (simbolizado en la tabla como el año en que éste termina, en este caso, 2000), hasta el año 2005. Al comparar las categorías de extensión e intensidad de los años más recientes estudiados, dentro del período poco lluvioso, con los valores normales por categorías para el período de 40 años 1951 – 1990, la extensión superficial de la sequía agrícola durante el período hidrológico poco lluvioso 1999/00 puede ser evaluada como moderada, aunque este valor es inferior a lo que normalmente sucede para la época para este municipio e inferior a las normas en cuanto a la intensidad, con un incremento en la categoría severa, a expensas de la disminución de la categoría muy severa.

Tabla 2.11. Extensión superficial (en porcentaje de la superficie total) e intensidad de la sequía agrícola en el municipio Puerto Padre, provincia Las Tunas, en los períodos hidrológicos poco lluviosos desde el año 2000 hasta el año 2005, expresada en porcentaje de la superficie total afectada por la sequía agrícola.

Años	Extensión superficial	Categorías de intensidad de la sequía				
		Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
1999/00	52	0	0	0	83	17
2000/01	38	0	0	25	75	0
2001/02	88	0	0	0	0	100
2002/03	86	0	0	8	66	25
2003/04	98	0	0	0	0	100
2004/05	100	0	0	0	0	100
PpLLM	81	0	0	0	5	95

Durante el período poco lluvioso 2000/01, la extensión superficial resultó pequeña, pero su intensidad resultó inferior a lo normal para la época. En el período poco lluvioso 2001/02 la extensión superficial de la sequía agrícola fue evaluada como muy grande y superior a lo normal para la época, y en extremo superior a las normas en cuanto a la intensidad. Durante el período hidrológico poco lluvioso 2002/03 la extensión superficial de la sequía agrícola fue evaluada como muy grande y su intensidad resultó por debajo de lo normal para la época.

Durante el período poco lluvioso del año 2003/04, la extensión superficial de la sequía agrícola alcanzó la categoría cobertura total, resultando su intensidad muy severa, lo que es normal para la época. En el período hidrológico poco

lluvioso 2004/05 la extensión superficial de la sequía agrícola incrementó su extensión hasta ocupar totalmente el municipio Puerto Padre y la intensidad de la sequía resultó muy severa, lo que es normal para la época. El período hidrológico poco lluvioso 2004/05 fue el más afectado por la sequía agrícola, entre todos los períodos poco lluviosos estudiados de los años más recientes.

Sólo en un 8 % del período temporal estudiado (primera década de abril de 1999 – segunda década de julio de 2005) hubo ausencia de sequía agrícola en el municipio Puerto Padre. Del 92% del tiempo restante, 55% estuvo afectado con una cobertura total del municipio y en otro 16% del tiempo la cobertura fue superior a 80% del territorio. Un 97% de la superficie del municipio estuvo durante el año bajo los efectos de una sequía agrícola severa, correspondiendo de esta cifra, 44% a la categoría de intensidad muy severa. En el período lluvioso del año, donde ocurre la temporada principal de cultivo en condiciones de secano, también un 94% del área municipal se encontró bajo los efectos de intensidad severa, y de esta cifra, 42% correspondió a la categoría muy severa. Paradójicamente también, en el período poco lluvioso del año, 93% de la superficie del municipio se encontró bajo los efectos de la sequía agrícola, y de esta cifra, 48% correspondió a la categoría de intensidad muy severa.

Municipio Manatí

Período anual

En el año 2000 la extensión superficial de la sequía agrícola en el municipio Manatí se comportó cercano a lo normal, en el 2001 se comportó por debajo de lo normal, en el año 2002 estuvo por encima de lo normal, en el 2003 estuvo muy por encima de lo normal y en el 2004 en extremo por encima de lo normal.

La Tabla 2.12 muestra las categorías de intensidad de la sequía agrícola, por años, desde 1999 hasta 2004 y para un año medio, en el municipio Manatí. Al comparar las categorías de intensidad de la sequía agrícola anual de los años más recientes estudiados con los valores de la distribución normal por categorías para el período de 40 años 1951 – 1990, la intensidad de la sequía agrícola durante el año 1999 puede ser evaluada como muy inferior a lo normal, ella aumentó el porcentaje de casos en las categorías severa y moderada a expensas de la disminución de la categoría muy severa. En el año 2000 la intensidad resultó cercana a lo normal, en el 2001 fue inferior a las normas, en el año 2002 resultó ligeramente superior a lo normal y en los años 2003 y 2004, en extremo por encima de las normas.

Tabla 2.12. Intensidad de la sequía agrícola en el municipio Manatí, provincia Las Tunas, expresada en porcentaje de la superficie total afectada por la sequía agrícola.

Años	Categorías de intensidad de la sequía agrícola				
	Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
1999	0	0	10	90	0
2000	0	0	0	30	70
2001	0	0	10	70	20
2002	0	0	0	20	80
2003	0	0	0	0	100
2004	0	0	0	0	100
Año Med	0	0	0	26	74

Período lluvioso

La Tabla 2.12 muestra la extensión superficial y la intensidad de la sequía agrícola, en el municipio Manatí en los períodos lluviosos desde el año 1999 el año 2004. Al comparar las categorías de extensión e intensidad de los años más

recientes estudiados, dentro del período lluvioso del año, con los valores normales por categorías para el período de 40 años 1951 – 1990, la extensión superficial de la sequía agrícola durante el año 1999 fue muy grande y superior a lo normal y la intensidad ligeramente superior a las normas, con un incremento en la categoría severa a expensas de la disminución de las categorías muy severa, moderada y ligera.

Tabla 2.13. Extensión superficial (en porcentaje de la superficie total) e intensidad de la sequía agrícola en el municipio Manatí, provincia Las Tunas, en los períodos hidrológicos lluviosos desde el año 1999 hasta el año 2004, expresada en porcentaje de la superficie total afectada por la sequía agrícola.

Años	Extensión superficial	Categorías de intensidad de la sequía agrícola				
		Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
1999	81	0	0	0	70	30
2000	83	0	0	0	10	90
2001	89	0	10	0	70	20
2002	53	0	0	0	100	0
2003	91	0	0	0	0	100
2004	100	0	0	0	0	100
PLLM	73	0	2	13	49	36

En el año 2000 la extensión superficial del período lluvioso resultó muy grande, tanto la extensión superficial como la intensidad resultaron superiores a lo normal para la época. En el año 2001 la extensión superficial de la sequía agrícola fue muy grande y superior a lo normal y la intensidad normal, con un incremento en las categorías severa y ligera a expensas de la disminución en las categorías muy severa y moderada.

Durante el año 2002 la extensión superficial de la sequía agrícola fue evaluada como moderada e inferior a lo normal y sin embargo, su intensidad fue inferior a lo normal. En el período lluvioso del año 2003, la extensión superficial de la sequía agrícola alcanzó nuevamente la categoría de muy grande y superior a lo normal, resultando su intensidad en extremo severa. En el año 2004 la extensión superficial de la sequía agrícola cubrió totalmente el municipio Manatí y la intensidad de la sequía agrícola, al igual que en el año anterior, resultó en extremo severa. El período hidrológico lluvioso 2004 resultó el más severo del período estudiado para Manatí.

Período poco lluvioso

La Tabla 2.14 muestra la extensión superficial y la intensidad de la sequía agrícola, en el municipio Manatí en los períodos hidrológicos poco lluviosos comprendidos entre noviembre del año 1999 hasta abril del año 2000 (simbolizado en la tabla como el año en que éste termina, en este caso, 2000), hasta el año 2005. Al comparar las categorías de extensión e intensidad de los años más recientes estudiados dentro del período poco lluvioso, con los valores normales por categorías para el período de 40 años 1951 – 1990, la extensión superficial de la sequía agrícola durante el período hidrológico poco lluvioso 1999/00 puede ser evaluada como moderada, aunque este valor es inferior a lo que normalmente sucede para la época para este municipio y muy inferior a las normas en cuanto a la intensidad, con un incremento en la categoría severa, y moderada a expensas de la disminución total de la categoría muy severa.

Durante el período poco lluvioso 2000/01, la extensión superficial resultó pequeña, pero su intensidad resultó algo más severa que la del año anterior, pero aún por debajo de las normas. En el período poco lluvioso 2001/02 la extensión superficial de la sequía agrícola fue evaluada como muy grande, superior a lo normal para la época, y su intensidad fue muy severa y superior a lo normal. Durante el período hidrológico poco

lluvioso 2002/03 la extensión superficial de la sequía agrícola fue evaluada como muy grande y su intensidad resultó muy severa y superior a lo normal.

Tabla 2.14. Extensión superficial (en porcentaje de la superficie total) e intensidad de la sequía agrícola en el municipio Manatí, provincia Las Tunas, en los períodos hidrológicos poco lluviosos desde el año 2000 hasta el año 2005, expresada en porcentaje de la superficie total afectada por la sequía agrícola.

Años	Extensión superficial	Categorías de intensidad de la sequía agrícola				
		Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Muy severa
1999/00	52	0	0	20	80	0
2000/01	38	0	0	20	70	10
2001/02	88	0	0	0	0	100
2002/03	86	0	0	0	0	100
2003/04	98	0	0	0	0	100
2004/05	100	0	0	0	0	100
PpLLM	81	0	0	0	6	94

En el período poco lluvioso del año 2003/04, la extensión superficial de la sequía agrícola alcanzó la categoría cobertura total, resultando su intensidad muy severa y superior a lo normal. En el período hidrológico poco lluvioso 2004/05 la extensión superficial de la sequía agrícola incrementó su extensión hasta ocupar totalmente el municipio Manatí y la intensidad de la sequía, al igual que los años anteriores resultó muy severa y superior a lo normal. El período hidrológico poco lluvioso 2004/05 fue el más afectado por la sequía agrícola, entre todos los períodos poco lluviosos estudiados, de los años más actuales.

Sólo en un 6% del período temporal estudiado (primera década de abril de 1999 – segunda década de julio de 2005) hubo ausencia de sequía agrícola en el municipio Manatí. Del 94% del tiempo restante, 56% estuvo afectado con una cobertura total del municipio y en otro 21% del tiempo la cobertura fue superior a 80% del territorio. Un 97% de la superficie del municipio estuvo, durante el año, bajo los efectos de una sequía agrícola severa, correspondiendo de esta cifra, 62% a la categoría de intensidad muy severa.

En el período lluvioso del año, donde ocurre la temporada principal de cultivo en condiciones de secano, también un 98% del área municipal se encontró bajo los efectos de intensidad severa, y de esta cifra, 57% correspondió a la categoría muy severa. Paradójicamente también, en el período poco lluvioso del año, 92% de la superficie del municipio se encontró bajo los efectos de la sequía agrícola, y de esta cifra, 62% correspondió a la categoría de intensidad muy severa.

Los resultados del estudio de caso mostrados en las tablas anteriores indican que los tres municipios estudiados resultaron severamente afectados por la sequía agrícola en el período más reciente, tanto en extensión temporal, superficial como en intensidad. No obstante, el diagnóstico mostró que aunque sin mucha diferencia con los dos municipios restantes, Manatí resultó el más afectado.

LA SEQUÍA AGRÍCOLA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Como resultado de la aplicación de los algoritmos de interpolación a la data de lluvia de las estaciones pluviométricas y de la evapotranspiración de referencia de las estaciones meteorológicas en la República Dominicana, se obtuvieron rejillas de 4 km de lado para cada una de las 36 décadas de un año de la serie 1971 al 2000 y para un año medio. A estas rejillas se les aplicó el cálculo del balance hídrico agroclimático del suelo, los algoritmos para la determinación de las condiciones de vegetación de los cultivos y de la sequía agrícola.

La información resultante fue procesada y analizada temporalmente para todo un año, y por períodos estacionales poco lluvioso (diciembre – abril) y lluvioso (mayo – noviembre). Desde el punto de vista espacial la información se organizó y analizó nacional, regional y provincialmente.

Los datos se almacenan en ficheros EXCEL por años y cada fichero consta de hojas dedicadas a ubicar los datos de la rejilla de 2 836 cuadrículas interiores del país para cada parámetro, a saber:

- Lluvia,
- Evapotranspiración de referencia media para los 30 años,
- Reservas de humedad productiva del suelo,
- Condiciones de vegetación,
- Índice de sequía agrícola,
- Promedios de la afectación de la categoría mas severa de la sequía agrícola para cada década nacional, regional y provincialmente,
- Categorías de la intensidad de la sequía agrícola anual y por períodos poco lluvioso y lluvioso por cuadrículas y promedios nacional, regional y provincial.
- Categorías de la extensión superficial de la sequía agrícola para todo el país, sus regiones y provincias.

Para el análisis de la información de la sequía agrícola desde el punto de vista hiper anual, la información se organizó agrupando los 30 años por décadas, los resultados obtenidos son:

- Frecuencia relativa o probabilidad de ocurrencia o porcentaje de casos presentes en 30 años de cada década por cuadrículas para el agrupamiento de las categorías de la sequía agrícola, a saber: i) Períodos secos (evolución), agrupa los períodos secos cortos y moderados; ii) sequía agrícola (permanencia), agrupa el inicio y permanencia de sequía agrícola; iii) Ausencia de sequía (ausencia), agrupa el fin y la ausencia de sequía agrícola; iv) Valores mínimos, medios y máximos de la frecuencia relativa nacional, regional y provincial del inicio y/o la permanencia de la sequía agrícola.
- Valores promedios de la extensión superficial de la sequía agrícola nacional, regional y provincial del inicio y/o la permanencia de la sequía agrícola, analizando los 30 años de cada década y para cada año en particular y sus períodos estacionales (poco lluvioso y lluvioso).
- Valores de la intensidad para cada cuadrícula, nacional, regional y provincial para cada año en particular y sus períodos estacionales (poco lluvioso y lluvioso).

Comportamiento de la sequía agrícola en un Año Medio

Los siguientes datos a los que se les ha llamado año medio fueron obtenidos, aplicando los algoritmos del balance agroclimático del suelo a los promedios de lluvia y evapotranspiración de referencia de la serie 1971-2000 y 1975-1986, respectivamente. La distribución espacial de las categorías de la sequía agrícola por décadas pueden observarse en las Figuras 2.42 y 2.43, mientras que los porcentajes de la cobertura espacial de la sequía agrícola aparecen en las Figuras 2.44 y 2.45.

Primera década de Enero (En01).

En esta década la sequía agrícola cubre un 40% del territorio nacional, la región más afectada es la Sur con un 89% y le sigue la Suroeste con 58% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser Pedernales (100%), Azua (99%), Neiba (97%) y Bani (93%). Jimaní, Monte Cristi, Barahona, Santiago de los Caballeros y San Juan fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con solo un 8% y la Este (12%). Las provincias Cotui, Monte Plata y San Pedro de Macorís no registraron áreas con sequía agrícola y Bonao, Hato Mayor, Elías Piña, Nagua, Santiago Rodríguez, San Francisco de Macorís, Higuey, Santo Domingo, San Cristóbal, Mao, Samaná y La Romana presentaron valores menores del 15%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 48 en la cual se han tenido en cuenta los 30 años estudiados se nota que en el territorio nacional predomina una cobertura espacial de la sequía agrícola de pequeña y moderada, las regionales Sur y Suroeste poseen más del 60% de su área afectada por lo que su clasificación es grande.

Segunda década de Enero (En02)

La característica fundamental y general en esta década es el incremento de los valores de la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 47%, la región más afectada es la Sur con un 94% y le sigue la Suroeste con 65% de su área

cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser Pedernales (100%), Azua (99%), Neiba (97%) y Bani (96%). Barahona, Jimaní, Monte Cristi, Santiago de los Caballeros, Distrito Nacional, San Juan, La Romana y La Vega fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%, incrementando su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con solo un 22% y la Este (21%). Las provincias Cotui y Monte Plata no registraron áreas con sequía agrícola y Santiago Rodríguez, Hato Mayor, San Pedro de Macorís y Bonao, presentaron valores menores del 15%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia el aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola. Las provincias San José de Ocoa, El Seibo y La Romana aumentaron de pequeña a moderada y Elías Piña, San Cristóbal, Santo Domingo e Higüey aumentaron de moderada a grande.

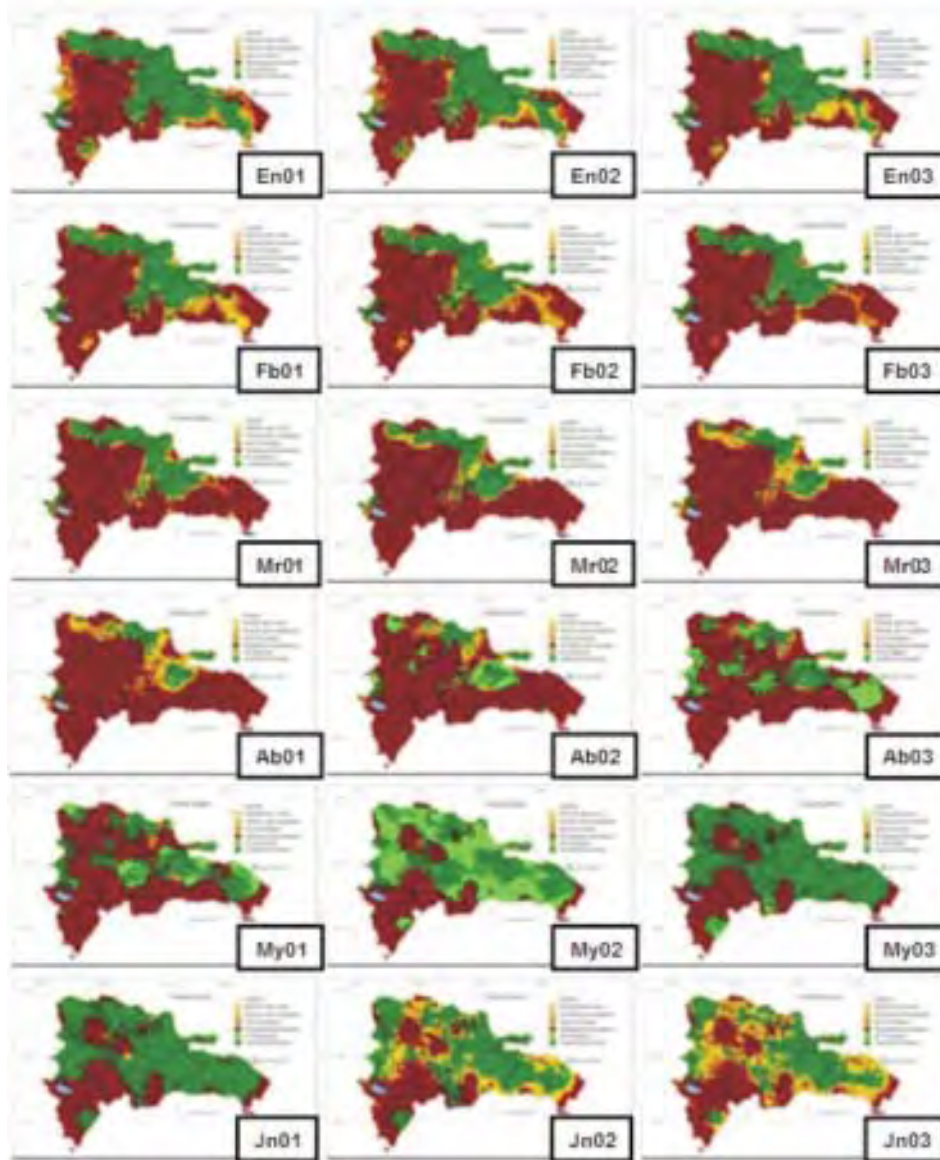


Figura 2.42. Distribución espacial de las categorías por décadas (enero a junio) de la sequía agrícola para un año medio.

Tercera década de Enero (En03)

En esta década continúa el incremento de la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 48%, la región más afectada es la Sur con un 94% y le sigue la Suroeste con 66% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Azua (99%), Neiba (97%) y Bani (96%). La Vega, San Juan, La Romana, Distrito Nacional, Santiago de los Caballeros, Monte Cristi, Jimaní y Barahona fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89% incrementando o manteniendo su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 24% y la Este (21%). Las provincias Cotui y Monte Plata no registraron áreas con sequía agrícola y Bonao, San Pedro de Macorís, Hato Mayor y Santiago Rodríguez, presentaron valores menores del 15%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia el aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola. Las provincias Mao, Bonao y Distrito Nacional aumentaron de pequeña a moderada.

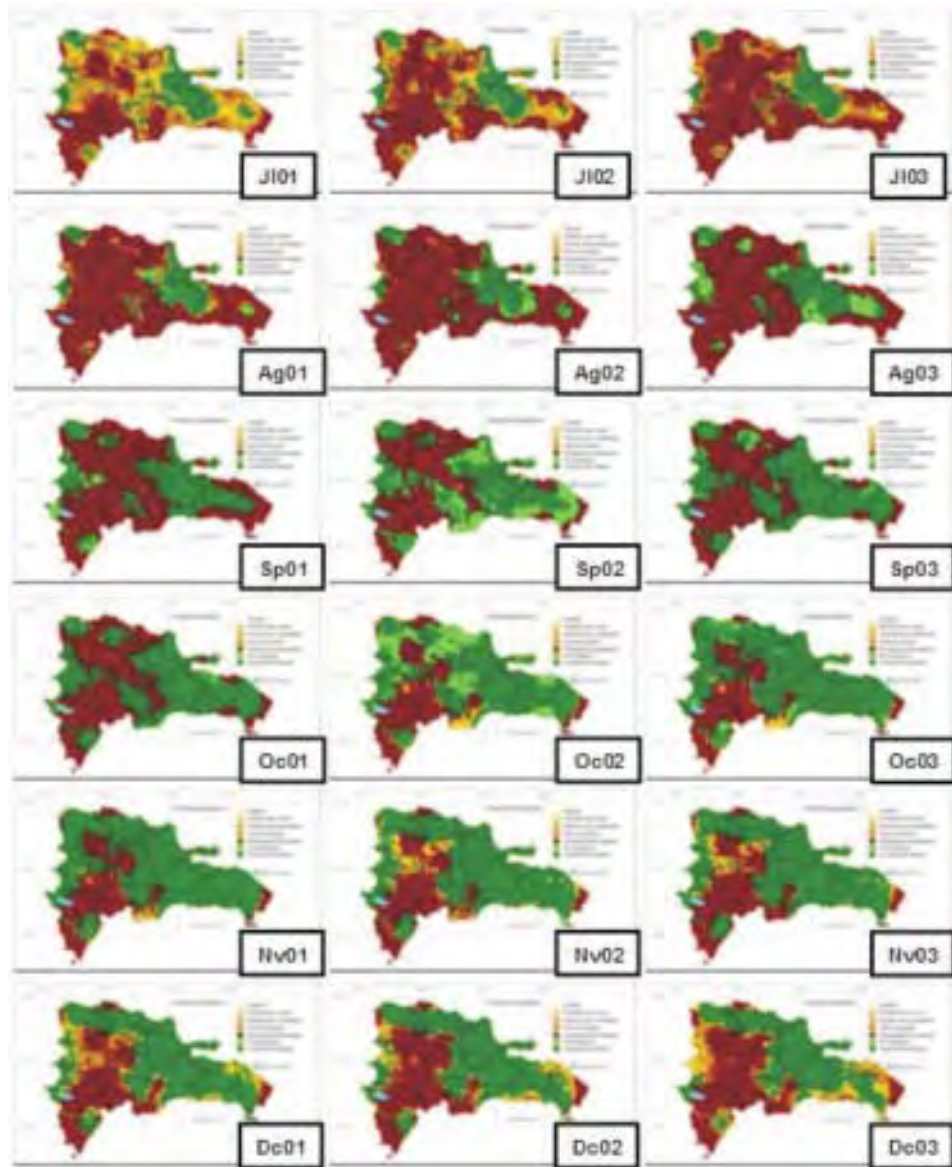


Figura 2.43. Distribución espacial de las categorías por décadas (julio a diciembre) de la sequía agrícola para un año medio.

Primera década de Febrero (Fb01).

En esta década continúa el incremento de la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 54%, la región más afectada es la Sur con un 95% y le sigue la Suroeste con 73% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Azua (100%), Neiba (99%), Bani (98%), Barahona (91%) y Jimaní (90%). El Seibo, Dajabón, La Vega, San Juan, La Romana, Santiago de los Caballeros, Monte Cristo y el Distrito Nacional fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89% incrementando o manteniendo su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 31% y la Este (33%). Las provincias Cotui y Monte Plata no registraron áreas con sequía agrícola y Bonao y San Pedro de Macorís registraron superficies menores del 15%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.12 se aprecia un pequeño aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, pues solo Salcedo aumentó de pequeña a moderada.

Segunda década de Febrero (Fb02).

En esta década continúa el incremento de la superficie cubierta por la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 62%, la región más afectada es la Sur con un 97% y le sigue la Suroeste con 79% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Azua (100%), Bani (100%), Distrito Nacional (100%), Neiba (99%), Barahona (95%), Jimaní (93%) y Monte Cristi (90%). Santiago de los Caballeros, La Romana, San

Juan, El Seibo, La Vega, San Francisco de Macorís, Elias Piña, Santo Domingo, Dajabón, Samaná, San Cristóbal y Nagua fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89% incrementando o manteniendo su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Noroeste con un 42% y la Nordeste (43%). Solo la provincia de Cotui no registro áreas con sequía agrícola y Bonao y Monte Plata menores del 15%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Hato Mayor aumentó de pequeña a moderada y Distrito Nacional, San José de Ocoa y El Seibo aumentaron de moderada a grande.

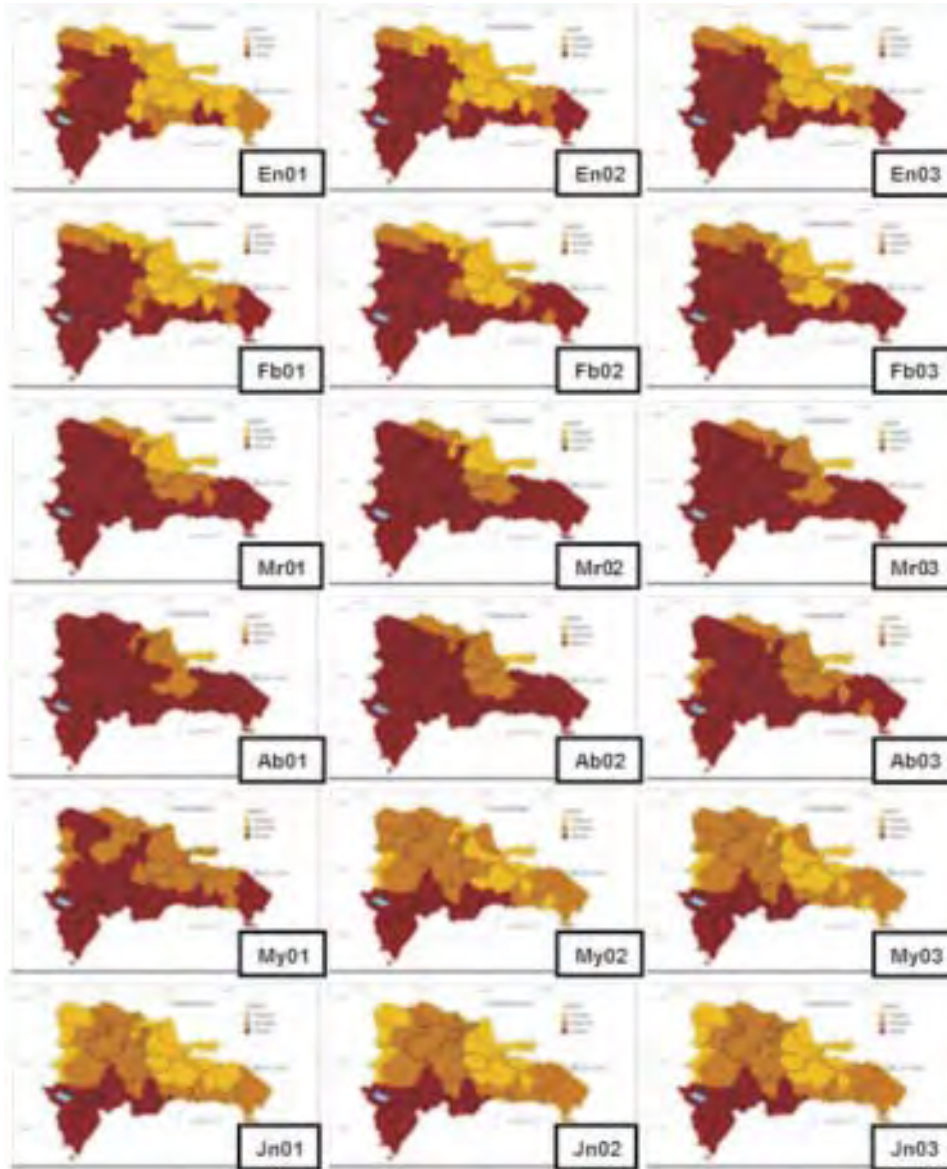


Figura 2.44. Distribución espacial de la extensión superficial por décadas (enero a junio) de la sequía agrícola promedio de los 30 años.

Tercera década de Febrero (Fb03)

En esta década continúa el incremento del área cubierta por la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 66%, la región más afectada es la Sur con un 98% y le sigue la Suroeste con 98% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Azua (100%), Bani (100%), Distrito Nacional (100%), Neiba (100%), Barahona (98%), Jimaní (93%) y Monte Cristi (90%). Santiago de los Caballeros, San Francisco de Macorís, San Juan, La Romana, El Seibo, La Vega, Nagua, Santo Domingo, San Pedro de Macorís, Elias Piña, Samaná, Dajabón, San Cristóbal y Salcedo fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89% incrementando o manteniendo su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Noroeste con un 42% y la Central (50%). Monte Plata y Cotui registraron áreas con sequía agrícola menor del 15%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Puerto Plata y Cotui aumentó de pequeña a moderada y Bonao y La Romana aumentaron de moderada a grande.

Primera década de Marzo (Mr01)

En esta década continúa el incremento de la superficie cubierta por la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 73%, la región más afectada es la Sur con un 98% y le sigue la Suroeste con 87% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Azua (100%), Bani (100%), Distrito Nacional (100%), Neiba (100%), Barahona (99%), Jimaní (94%), San Pedro de Macorís (93%) y Monte Cristi (93%). Santiago de los Caballeros, San Juan, Nagua, San Francisco de Macorís, El Seibo, La Romana, La Vega, Santo Domingo, Samaná, Elías Piña, Dajabón, San Cristóbal, Hato Mayor, Higuey y Salcedo fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89% incrementando o manteniendo su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 42% y la Central (56%). Solo la provincia de Monte Plata registro áreas con sequía agrícola menor del 17%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Monte Plata aumentó de pequeña a moderada y Mao y Monte Cristo aumentaron de moderada a grande.

Segunda década de Marzo (Mr02)

En esta década continúa el incremento de la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 75%, la región más afectada es la Sur con un 99% y le sigue la Suroeste con 89% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Azua (100%), Bani (100%), Distrito Nacional (100%), Neiba (100%), San Pedro de Macorís (100%), Barahona (99%), Jimaní (95%), Santo Domingo (95%) y Monte Cristi (94%). Santiago de los Caballeros, San Juan, El Seibo, Nagua, San Francisco de Macorís, La Romana, La Vega, Samaná, Elías Piña, Dajabón, Hato Mayor, San Cristóbal, Higuey y Salcedo fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89% incrementando o manteniendo su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Noroeste con un 42% y la Central (60%). Solo la provincia de Monte Plata registro áreas con sequía agrícola menor del 20%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Hato Mayor y Salcedo aumentaron de moderada a grande.

Tercera década de Marzo (Mr03)

En esta década continúa el incremento del área cubierta por la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 79%, la región más afectada es la Sur con un 99%, le sigue la Suroeste con 91% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Azua (100%), Bani (100%), Distrito Nacional (100%), Neiba (100%), San Pedro de Macorís (100%), Barahona (100%), Santo Domingo (97%), Monte Cristi (97%), El Seibo (96%), Nagua (96%), Jimaní (95%), La Romana (94%), San Juan (92%), San Francisco de Macorís (91%) y Santiago de los Caballeros (90%). La Vega, Samaná, Dajabón, Elías Piña, Hato Mayor, San Cristóbal, Higuey, Cotuí, San José de Ocoa y Salcedo fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89% incrementando o manteniendo su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Noroeste con un 42% y la Norte (64%). Solo la provincia de Monte Plata registro áreas con sequía agrícola menor del 30%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Moca, San Francisco de Macorís y Nagua aumentaron de pequeña a moderada y Cotuí aumentó de moderada a grande.

Primera década de Abril (Ab01)

Hasta esta década continúa el incremento del área ocupada por la sequía agrícola, lo que constituye el primer y mayor de los dos picos máximos que se presentan en un año medio. El territorio nacional aumentó a 83%, la región más afectada es la Sur con un 99%, le sigue la Suroeste con 92% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Azua (100%), Bani (100%), Distrito Nacional (100%), Neiba (100%), San Pedro de Macorís (100%), Barahona (100%), La Romana (100%), Monte Cristi (99%), El Seibo (99%), Santo Domingo (99%), Nagua (96%), Jimaní (95%), San Juan (94%), San Francisco de Macorís (93%), La Vega (93%), Samaná (91%) y Santiago de los Caballeros (90%). Hato Mayor, Dajabón, Elías Piña, Mao, Cotuí, Higuey, San Cristóbal, San José de Ocoa, Salcedo y Bonao fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89% incrementando o manteniendo su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Noroeste con un 42% y la Norte (65%). Solo la provincia de Moca registro áreas con sequía agrícola menor del 35%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Puerto Plata aumentó de moderada a grande alcanzando el país la mayor cobertura espacial de la sequía agrícola.

Segunda década de Abril (Ab02)

A partir de esta década comienza un decremento de la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 79%, la región más afectada es la Sur con un 98%, le sigue la Nordeste con 89% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Azua (100%), Bani (100%), Distrito Nacional (100%), San Pedro de Macorís (100%), Barahona (100%), La Romana (100%), El Seibo (100%), Monte Cristi (99%), Nagua (99%), Neiba (99%), San Francisco de Macorís (94%), Jimaní (94%), Mao (93%), Samaná (93%), La Vega (93%), Dajabón (90%) y Santo Domingo (90%). Hato Mayor, Santiago de los Caballeros, Higüey, Cotuí, San Cristóbal, San José de Ocoa, San Juan, Salcedo, Santiago Rodríguez, Bonao y Puerto Plata fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. De ellas diez disminuyeron su valor respecto al período anterior y la más significativa fue Elías Piña con 59% de diferencia. Las regiones menos afectadas fueron la Noroeste con un 42% y la Norte (60%). Solo la provincia de Elías Piña registro áreas con sequía agrícola menor del 20%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un decremento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Puerto Plata y Cotuí disminuyeron de grande a moderada.

Tercera década de Abril (Ab03)

En esta década continúa el decremento de la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 75%, la región más afectada es la Sur con un 98%, le sigue la Nordeste con 83% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Bani (100%), San Pedro de Macorís (100%), La Romana (100%), Nagua (100%), Azua (99%), Monte Cristi (99%), Barahona (99%), San Francisco de Macorís (98%), Neiba (97%), Mao (93%) y Jimaní (93%). El Seibo, La Vega, Dajabón, Higüey, Santo Domingo, Santiago de los Caballeros, Cotuí, Salcedo, Distrito Nacional, Samaná, San Cristóbal, Santiago Rodríguez, San Juan, Puerto Plata, y San José de Ocoa fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. De ellas, 17 disminuyeron su valor respecto al período anterior y las más significativas fueron Samaná, Distrito Nacional y Hato Mayor con diferencias entre 30 y 38%. Las regiones menos afectadas fueron la Noroeste con un 42% y la Norte (59%). Solo la provincia de Elías Piña registro áreas con sequía agrícola menor del 10%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un decremento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, La Romana, Hato Mayor y Elías Piña disminuyeron de grande a moderada.

Primera década de Mayo (My01)

En esta década continúa el decremento de la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 75%, la región más afectada es la Sur con un 93%, le sigue la Este con 78% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Bani (100%), La Romana (100%), San Francisco de Macorís (99%), Azua (99%), Pedernales (99%), San Pedro de Macorís (97%), Neiba (94%), Monte Cristi (94%), Mao (93%) y Jimaní (90%). Barahona, Nagua, El Seibo, Higüey, Salcedo, Dajabón, La Vega, Santiago de los Caballeros, Santo Domingo, Cotuí, Santiago Rodríguez, Distrito Nacional, Puerto Plata, San José de Ocoa y San Juan fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. De ellas, 22 disminuyeron su valor respecto al período anterior y las más significativas fueron Samaná y Hato Mayor con diferencias de 16%. Las regiones menos afectadas fueron la Noroeste con un 42% y la Central (56%). Solo la provincia de Elías Piña registro áreas con sequía agrícola menor del 10%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un decremento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Bonao, El Seibo, Dajabón y Santiago de los Caballeros disminuyeron de grande a moderada sin embargo Samaná aumentó de pequeña a moderada.

Segunda década de Mayo (My02)

En esta década continúa el decremento del área cubierta por la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 43%, la región más afectada es la Sur con un 88%, le sigue la Suroeste con 49% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (99%) y Azua (92%). Bani, Neiba, Jimaní, Barahona, Monte Cristo, La Romana, Salcedo, Santiago de los Caballeros y Dajabón fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Prácticamente todas, en particular 22, disminuyeron su valor respecto al período anterior y las más significativas fueron San Pedro de Macorís, Nagua y San Francisco de Macorís con diferencias mayores al 80%. Las regiones menos afectadas fueron la Noroeste con un 7% y la Central (22%). Las provincias de San Francisco de Macorís, Bonao, Elías Piña y Santo Domingo registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y Nagua, Cotuí, Monte Plata y Hato Mayor no presentaron sequía agrícola. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un decremento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Samaná, Moca, San Francisco de Macorís, Monte Plata, La Romana, Hato Mayor y Elías Piña disminuyeron de moderada a pequeña y Mao, Monte Cristo, Salcedo, San José de Ocoa, Higüey, San Juan, Santiago Rodríguez, La Vega y San Pedro de Macorís disminuyeron de grande a moderada.

Tercera década de Mayo (My03)

En esta década continúa el decremento del área ocupada por la sequía agrícola alcanzando, junto a las dos siguientes décadas, un mínimo relativo. El territorio nacional disminuyó a 41%, la región más afectada es la Sur con un 85%, le sigue la Suroeste con 49% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (97%) y Azua (92%). Neiba, Jimaní, Monte Cristo, Barahona, Bani, La Romana, Salcedo, Santiago de los Caballeros y Dajabón fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%, ocho disminuyeron su valor respecto al período anterior y las más significativas fueron Samaná, San Cristóbal y Bani con diferencias entre el 16 y el 18%. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 4% y la Central (16%). Las provincias de San Francisco de Macorís, Bonao, San Cristóbal, Elías Piña y Santo Domingo registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y Samaná, Nagua, Cotuí, Monte Plata y Hato Mayor no presentaron sequía agrícola. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un decremento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Santo Domingo disminuyó de grande a moderada y Cotuí disminuyó de moderada a pequeña.

Primera década de Junio (Jn01)

En esta década la superficie ocupada por la sequía agrícola se mantiene igual a la alcanzada en la década anterior a nivel nacional (41%), la región más afectada es la Sur con un 85%, le sigue la Suroeste con 49% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (97%) y Azua (92%). Neiba, Jimaní, Monte Cristi, Barahona, Bani, Santiago de los Caballeros, La Romana, Salcedo y Dajabón fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Dos provincias Santiago de los Caballeros y Puerto Plata aumentaron respecto al período anterior con valores poco significativos. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 4% y la Central (16%). Las provincias de San José de Ocoa, San Pedro de Macorís, San Francisco de Macorís, Bonao, San Cristóbal, Elías Piña y Santo Domingo registraron áreas con sequía agrícola menor del 15% y Samaná, Nagua, Cotuí, Monte Plata y Hato Mayor no presentaron sequía agrícola. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un decremento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Nagua, El Seibo, Dajabón y Monte Cristi disminuyeron de moderada a pequeña, sin embargo La Romana aumentó de pequeña a moderada.

Segunda década de Junio (Jn02)

En esta década el decremento de la extensión superficial de la sequía agrícola se mantiene igual al alcanzado anteriormente a nivel nacional (41%), la región más afectada es la Sur con un 85%, le sigue la Suroeste con 49% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (97%) y Azua (92%). Neiba, Jimaní, Monte Cristi, Barahona, Bani, Santiago de los Caballeros, La Romana, Salcedo y Dajabón fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Dos provincias Moca y Santiago de los Caballeros aumentaron respecto al período anterior con valores poco significativos. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 4% y la Central (16%). Las provincias de San José de Ocoa, San Pedro de Macorís, San Francisco de Macorís, Bonao, San Cristóbal, Elías Piña y Santo Domingo registraron áreas con sequía agrícola menor del 15% y Samaná, Nagua, Cotuí, Monte Plata y Hato Mayor no presentaron sequía agrícola. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola, Moca y El Seibo aumentaron de pequeña a moderada.

Tercera década de Junio (Jn03)

En esta década comienza el ascenso de la extensión superficial de la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 42%, la región más afectada es la Sur con un 87%, le sigue la Suroeste con 49% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (97%) y Azua (92%). Neiba, Jimaní, Monte Cristi, Barahona, Bani, Santiago de los Caballeros, La Romana, Salcedo y Dajabón fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Seis provincias Moca, Barahona, Salcedo, Santiago de los Caballeros, Puerto Plata, La Vega y San Juan aumentaron respecto al período anterior con valores aun poco significativos. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 4% y la Central (16%). Las provincias de San José de Ocoa, San Pedro de Macorís, San Francisco de Macorís, Bonao, San Cristóbal, Elías Piña y Santo Domingo registraron áreas con sequía agrícola menor del 15% y Samaná, Nagua, Cotuí, Monte Plata y Hato Mayor no presentaron sequía agrícola. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.44 se aprecia un similar comportamiento de la cobertura espacial de la sequía agrícola respecto del período anterior, es decir, no hubo ni aumentos ni decrementos.

Primera década de Julio (JI01)

En esta década continúa el ascenso de los valores de la superficie ocupada por la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 58%, la región más afectada es la Sur con un 93%, le sigue la Suroeste con 70% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, La Romana (100%), Pedernales (99%), Neiba (97%) y Azua (96%). Jimaní, Dajabón, Barahona, Salcedo, Santiago de los Caballeros, Monte Cristi, Mao, Higuey, San Juan, Bani, El Seibo, La Vega, Puerto Plata y Santiago Rodríguez fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Prácticamente todas las provincias aumentaron respecto al período anterior siendo las más significativas La Romana, El Seibo, San Pedro de Macorís, San Juan, Mao y Dajabón con diferencias entre el 30 y 38 %. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 15% y la Central (21%). Las provincias de Cotuí, San Cristóbal, Hato Mayor, Monte Plata, Samaná y Nagua registraron áreas con sequía agrícola menor del 15%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola respecto del período anterior, San Francisco de Macorís y Dajabón aumentaron de pequeña a moderada y Santiago de los Caballeros, Mao, Salcedo y La Vega aumentaron de moderada a grande.

Segunda década de Julio (JI02)

En esta década continúa el ascenso de la extensión superficial de la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 68%, la región más afectada es la Sur con un 97%, le sigue la Norte con 79% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, La Romana (100%), Pedernales (100%), Azua (100%), Barahona (99%), Neiba (99%), Bani (95%), Higuey (94%) y Jimaní (90%). Salcedo, Santiago de los Caballeros, Mao, Dajabón, Monte Cristi, El Seibo, La Vega, Puerto Plata, San Juan, Distrito Nacional, Santiago Rodríguez, San Pedro de Macorís y Moca fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89% incrementando o manteniendo su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 29% y la Central (35%). Las provincias de Nagua, Hato Mayor y Monte Plata registraron áreas con sequía agrícola menor del 15%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola respecto al período anterior, Moca, La Romana, Puerto Plata, Higuey, San Juan, Santiago Rodríguez y Santo Domingo aumentaron de moderada a grande, sin embargo San Francisco de Macorís disminuyó de grande a moderada.

Tercera década de Julio (JI03)

En esta década continúa el ascenso de la superficie ocupada por la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 77%, la región más afectada es la Sur con un 98%, le sigue la Norte con 95% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, La Romana (100%), Pedernales (100%), Azua (100%), Neiba (100%), Salcedo (100%), Mao (100%), Barahona (99%), Dajabón (98%), Bani (98%), Higuey (97%), Santiago de los Caballeros (97%), Puerto Plata (95%), El Seibo (93%), Jimaní (92%), San Juan (90%) y La Vega (90%). Moca, Monte Cristi, Santiago Rodríguez, San Francisco de Macorís, Distrito Nacional, San Pedro de Macorís, Samaná, San José de Ocoa y Bonao fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%, incrementando o manteniendo su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 42% y la Central (44%). Las provincias de Hato Mayor y Monte Plata, registraron áreas con sequía agrícola menor del 16%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola respecto del período anterior, Elias Piña, Cotuí, Nagua, Monte, Cristi y San Francisco de Macorís aumentaron de pequeña a moderada y El Seibo y Bonao aumentaron de moderada a grande.

Primera década de Agosto (Ag01)

En esta década continúa incrementando la extensión superficial de la sequía agrícola y aquí sucede el segundo máximo relativo de la marcha anual para un año medio. El territorio nacional aumentó a 80%, la región más afectada es la Norte con un 100%, le sigue la Sur con 98% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, La Romana (100%), Pedernales (100%), Azua (100%), Neiba (100%), Salcedo (100%), Mao (100%), Dajabón (100%), Bani (100%), Puerto Plata (100%), Moca (100%), Santiago de los Caballeros (99%), Barahona (99%), El Seibo (98%), Higuey (97%), San Juan (93%), Jimaní (92%), Santiago Rodríguez (92%) y La Vega (90%). Monte Cristi, San Francisco de Macorís, Samaná, San Pedro de Macorís, Distrito Nacional, San José de Ocoa, Santo Domingo, San Cristóbal y Bonao fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%, la mayoría incrementó o mantuvo su valor con respecto al período anterior, sin embargo las provincias de San Francisco de Macorís, Monte Cristi y Distrito Nacional disminuyeron. Las regiones menos afectadas fueron la Noroeste con un 41% y la Central (48%). Solo la provincia de Monte Plata registro áreas con sequía agrícola menor del 10%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia un aumento de la cobertura espacial de la sequía agrícola respecto del período anterior en Dajabón de moderada a grande mientras que Cotuí y Nagua disminuyeron de moderada a pequeña.

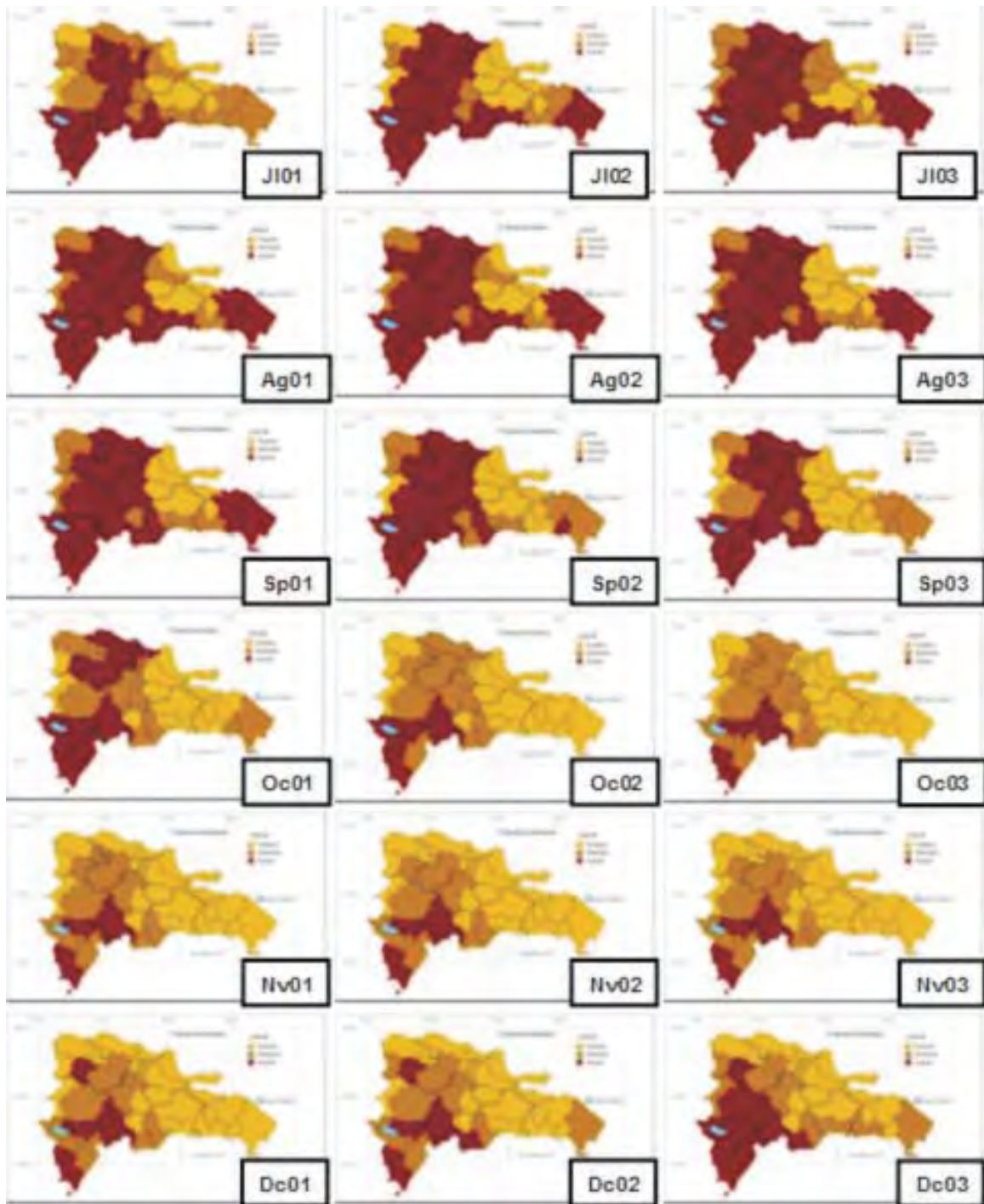


Figura 2.45. Distribución espacial de la extensión superficial por décadas (julio a diciembre) de la sequía agrícola promedio de los 30 años.

Segunda década de Agosto (Ag02)

En esta década comienza a disminuir el área ocupada por la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 78%, la región más afectada es la Norte con un 100%, le sigue la Sur con 98% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Salcedo (100%), Mao (100%), Puerto Plata (100%), Moca (100%), Santiago de los Caballeros (100%), Barahona (99%), Neiba (99%), Azua (98%), Higuey (97%), La Romana (94%), Bani (93%), Jimaní (92%) y Dajabón (90%). San Juan, Monte Cristi, La Vega, San Pedro de Macorís, Santiago Rodríguez, San Francisco de Macorís y El Seibo fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%, 22 provincias incrementaron ligeramente o mantuvieron su valor con respecto al período anterior, mientras las 11 restantes provincias disminuyeron registrándose la disminución más significativa en el Distrito Nacional con 33%. Las regiones menos

afectadas fueron la Central con un 39% y la Noroeste (41%). Las provincias de Hato Mayor y Monte Plata registraron áreas con sequía agrícola menor del 10%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que se mantuvo en similar situación respecto al período anterior.

Tercera década de Agosto (Ag03).

En esta década continúa el descenso de la extensión superficial de la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 71%, la región más afectada es la Norte con un 100%, le sigue la Sur con 98% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (100%), Salcedo (100%), Mao (100%), Puerto Plata (100%), Moca (100%), Santiago de los Caballeros (100%), Barahona (99%), Neiba (99%), Azua (98%), Higuey (97%), La Romana (94%), Bani (93%), Jimaní (92%) y Dajabón (90%). San Juan, Monte Cristi, La Vega, San Pedro de Macorís, Santiago Rodríguez, San Francisco de Macorís y El Seibo fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Diez provincias incrementaron ligeramente o mantuvieron su valor con respecto al período anterior, mientras que las 22 restantes provincias disminuyeron su área afectada con sequía agrícola. Las regiones menos afectadas fueron la Central con un 30% y la Noroeste (42%). Las provincias de Hato Mayor y Monte Plata registraron áreas con sequía agrícola menor del 10%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que San Francisco de Macorís disminuyó de moderada a pequeña y Santo Domingo de grande a moderada.

Primera década de Septiembre (Sp01)

En esta década continúa el descenso de la superficie ocupada por la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 68%, las regiones más afectadas fueron la Sur y la Norte con un 97% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Salcedo (100%), Puerto Plata (100%), Moca (100%), Pedernales (99%), Neiba (99%), Higuey (98%), Barahona (96%), Azua (95%), La Romana (94%), Santiago de los Caballeros (94%), Jimaní (92%) y Dajabón (90%). Bani, Mao, Monte Cristi, San Juan, San Pedro de Macorís, Santiago Rodríguez, San Francisco de Macorís, El Seibo y La Vega fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Veinte provincias incrementaron ligeramente o mantuvieron su valor con respecto al período anterior, mientras las 12 restantes provincias disminuyeron su área afectada con sequía agrícola con más del 10% como promedio. Las regiones menos afectadas fueron la Central con un 24% y la Noroeste (42%). Las provincias de Hato Mayor, Santo Domingo y Monte Plata registraron áreas con sequía agrícola menor del 10%. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que Dajabón y Distrito Nacional disminuyeron de grande a moderada.

Segunda década de Septiembre (Sp02)

En esta década continúa el descenso del área ocupada por la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 53%, las regiones más afectadas son la Norte con un 94% y la Sur con un 86% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Salcedo (100%), Puerto Plata (100%), Neiba (97%), Pedernales (96%), Moca (94%) y Azua (90%). Santiago de los Caballeros, Mao, Jimaní, Monte Cristi, Dajabón, Barahona, Higuey, San Juan y Santiago Rodríguez fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. En general las provincias mantuvieron su valor con respecto al período anterior o disminuyeron su área afectada con sequía agrícola en más del 20% como promedio, los casos de San Pedro de Macorís, Bani y La Romana redujeron su área en más del 60%. Las regiones menos afectadas fueron la Central con un 7% y la Nordeste (21%). Las provincias de Nagua y Hato Mayor registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola San Pedro de Macorís, San Cristóbal, Distrito Nacional, Santo Domingo y Monte Plata. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que El Seibo, Higuey y Bani disminuyeron de grande a moderada, mientras que San Pedro de Macorís y Elias Piña disminuyeron de moderada a pequeña.

Tercera década de Septiembre (Sp03)

En esta década continúa el descenso de la extensión superficial de la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 51%, las regiones más afectadas son la Norte con un 93% y la Sur con un 85% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Salcedo (100%), Puerto Plata (100%), Neiba (97%), Pedernales (96%), Moca (91%) y Azua (90%). Santiago de los Caballeros, Mao, Jimaní, Monte Cristi, Dajabón, Barahona, Higuey, San Juan y Santiago Rodríguez fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. En general las provincias mantuvieron su valor con respecto al período anterior o disminuyeron su área afectada con sequía agrícola con más del 5% como promedio. Las regiones menos afectadas fueron la Central con un 7% y la Nordeste (17%). Las provincias de Samaná, Nagua y Hato Mayor registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola San

Pedro de Macorís, San Cristóbal, Distrito Nacional, Santo Domingo y Monte Plata. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que La Romana, San Juan y Salcedo disminuyeron de grande a moderada, mientras que Santo Domingo y Dajabón disminuyeron de moderada a pequeña, sin embargo Bani experimentó un ascenso de moderada a grande.

Primera década de Octubre (Oc01)

En esta década la sequía agrícola se mantuvo igual al período anterior con 51%, las regiones más afectadas son la Norte con un 92% y la Sur con un 85% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Salcedo (100%), Puerto Plata (100%), Neiba (97%), Pedernales (96%), Moca (94%) y Azua (90%). Santiago de los Caballeros, Mao, Jimaní, Monte Cristi, Dajabón, Barahona, Higüey, San Juan y Santiago Rodríguez fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. En general las provincias mantuvieron su valor con respecto al período anterior o disminuyeron su área afectada con sequía agrícola en más del 2% como promedio. Las regiones menos afectadas fueron la Central con un 7% y la Nordeste (16%). Las provincias de Samaná, Nagua y Hato Mayor registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola San Pedro de Macorís, San Cristóbal, Distrito Nacional, Santo Domingo y Monte Plata. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que Bani, Bonao, Mao, La Vega y San Cristóbal disminuyeron de grande a moderada, mientras que San José de Ocoa, Distrito Nacional y El Seibo disminuyeron de moderada a pequeña.

Segunda década de Octubre (Oc02)

En esta década continúa el descenso de la extensión superficial de la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 32%, las regiones más afectadas son la Sur con un 79% y la Suroeste con un 43% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (94%) y Neiba (94%). Azua, Jimaní, Monte Cristi y Santiago de los Caballeros fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. En general las provincias mantuvieron su valor con respecto al período anterior o disminuyeron su área afectada con sequía agrícola en más del 30% como promedio y los casos más notables fueron Puerto Plata, Dajabón, Salcedo, Mao y Moca con más del 50% de su área reducida. Las regiones menos afectadas fueron la Central con un 7% y la Nordeste (8%). Las provincias de La Vega, Moca, El Seibo, Bonao y Samaná registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola Elias Piña, La Romana, Cotuí, Nagua, Hato Mayor, San Pedro de Macorís, San Cristóbal, Distrito Nacional, Santo Domingo y Monte Plata. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que Moca, Puerto Plata, Santiago Rodríguez, Santiago de los Caballeros y Barahona disminuyeron de grande a moderada, mientras que Higüey, La Romana, Salcedo y Monte Cristi disminuyeron de moderada a pequeña.

Tercera década de Octubre (Oc03)

En esta década continúa el descenso de la superficie ocupada por la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 28%, constituyendo el segundo y absoluto mínimo valor en la marcha anual de la sequía agrícola para un año medio, las regiones más afectadas son la Sur con un 76% y la Suroeste con un 43% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (94%) y Neiba (94%). Azua, Jimaní, Monte Cristi y Santiago de los Caballeros fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. En general las provincias mantuvieron su valor con respecto al período anterior o disminuyeron su área afectada con sequía agrícola en más del 13% como promedio. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 1%, Este (5%), Central (7%) y la Norcentral (8%). Las provincias de La Vega, El Seibo, Samaná y San Francisco de Macorís registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola Moca, Bonao, Elias Piña, La Romana, Cotuí, Nagua, Hato Mayor, San Pedro de Macorís, San Cristóbal, Distrito Nacional, Santo Domingo y Monte Plata. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que Jimaní disminuyó de grande a moderada, mientras que Moca disminuyó de moderada a pequeña.

Primera década de Noviembre (Nv01)

En esta década comienza el ascenso de la superficie ocupada por la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 29%, las regiones más afectadas son la Sur con un 75% y la Suroeste con un 43% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (94%) y Neiba (94%). Azua, Jimaní, Monte Cristi, Bani y Santiago de los Caballeros fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. En general las provincias mantuvieron su valor con respecto al período anterior, pero se aprecia un

aumento de su área afectada con sequía agrícola en 4 provincias, registrándose el mayor valor en Bani (46%). Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste con un 1%, Este (5%) y la Norcentral (8%). Las provincias de El Seibo, San Cristóbal, Samaná y San Francisco de Macorís registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola Moca, Bonao, Elias Piña, La Romana, Cotui, Nagua, Hato Mayor, San Pedro de Macorís, Distrito Nacional, Santo Domingo y Monte Plata. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que Bonao y Puerto Plata disminuyeron de moderada a pequeña.

Segunda década de Noviembre (Nv02)

En esta década se mantiene la misma superficie cubierta por la sequía agrícola a nivel nacional (29%), las regiones más afectadas fueron la Sur con un 76% y la Suroeste con un 45% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (96%) y Neiba (94%). Azua, Jimaní, Monte Cristi, Bani y Monte Cristi fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89% y en general las provincias mantuvieron su valor con respecto al período anterior, pero se aprecia un aumento de su área afectada con sequía agrícola en 6 provincias registrándose el mayor valor en Bani (20%). Las regiones menos afectadas fueron la Este (5%) y la Norcentral (8%). Las provincias de El Seibo, San Cristóbal, Samaná y Santiago Rodríguez registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola Moca, Bonao, Elias Piña, La Romana, Cotui, Nagua, Hato Mayor, San Pedro de Macorís, Distrito Nacional, Santo Domingo, Monte Plata y San Francisco de Macorís. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que Mao disminuyó de moderada a pequeña.

Tercera década de Noviembre (Nv03)

Al igual que en la década anterior, en esta década se mantiene la misma superficie cubierta por la sequía agrícola a nivel nacional (29%), las regiones más afectadas fueron la Sur con un 77% y la Suroeste con un 45% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (96%) y Neiba (94%). Azua, Jimaní, Monte Cristi, Bani y Monte Cristi fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Por lo general las provincias mantuvieron o incrementaron su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste (1%), Este (5%) y la Norcentral (10%). Las provincias de El Seibo, San Cristóbal, Samaná, Santiago Rodríguez y San Francisco de Macorís registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola Santo Domingo, Moca, Bonao, Elias Piña, La Romana, Cotui, Hato Mayor, San Pedro de Macorís, Distrito Nacional, Monte Plata y San Francisco de Macorís. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 no se aprecia cambio respecto al período anterior.

Primera década de Diciembre (Dc01)

En esta década se reanuda el ascenso de la extensión superficial de la sequía agrícola. El territorio nacional aumentó a 32%, las regiones más afectadas fueron la Sur con un 79% y la Suroeste con un 50% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (97%), Azua (96%) y Neiba (96%). Santiago de los Caballeros, Jimaní, Monte Cristi, Bani y Monte Cristi fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Las provincias mantuvieron o incrementaron su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste (1%) y la Este (5%). Las provincias de El Seibo, San Cristóbal, Samaná, Santiago Rodríguez, Santo Domingo y San Francisco de Macorís registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola Bonao, Elias Piña, La Romana, Cotui, Hato Mayor, San Pedro de Macorís, Distrito Nacional, Monte Plata y San Francisco de Macorís. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que Santiago Rodríguez aumentó de moderada a grande.

Segunda década de Diciembre (Dc02)

En esta década continúa el ascenso de la superficie cubierta por la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 33%, las regiones más afectadas son la Sur con un 84% y la Suroeste con un 51% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (99%), Azua (96%) y Neiba (97%). Santiago de los Caballeros, Jimaní, Monte Cristi, Bani, Barahona y Monte Cristi fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. Generalmente las provincias mantuvieron o incrementaron su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste (1%) y la Este (5%). Las provincias de Mao, Distrito Nacional, Elias Piña, La Romana, El Seibo, San Cristóbal, Samaná, Santiago Rodríguez, Santo Domingo y San Francisco de Macorís registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola Bonao, Cotui, Hato Mayor, San Pedro de Macorís, Distrito Nacional, Monte Plata y San Francisco de Macorís. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que Bani aumentó de moderada a grande e Higüey y Dajabón aumentaron de pequeña a moderada.

Tercera década de Diciembre (Dc03)

En esta década continúa el ascenso del área ocupada por la sequía agrícola. El territorio nacional disminuyó a 38%, las regiones más afectadas son la Sur con un 89% y la Suroeste con un 56% de su área cubierta; las provincias que presentan la mayor cobertura espacial resultaron ser, Pedernales (99%), Azua (98%) y Neiba (97%). Santiago de los Caballeros, Jimaní, Monte Cristi, Bani, Barahona y Monte Cristi fueron provincias que presentaron valores entre el 50 y el 89%. En general las provincias mantuvieron o incrementaron su valor con respecto al período anterior. Las regiones menos afectadas fueron la Nordeste (2%) y la Este (7%). Las provincias de El Seibo, Santiago Rodríguez, San Cristóbal, Santo Domingo, La Romana, Elías Piña, Samaná, Nagua, Hato Mayor, San Francisco de Macorís y Bonao registraron áreas con sequía agrícola menor del 10% y no presentaron sequía agrícola Cotuí, San Pedro de Macorís y Monte Plata. Al observar el mapa correspondiente a esta década de la Figura 2.45 se aprecia que San Juan, Barahona y Jimaní aumentaron de moderada a grande y Elías Piña, Santo Domingo y San Pedro de Macorís aumentaron de pequeña a moderada.

Análisis de la intensidad.

En cuanto a la intensidad anual de la sequía agrícola para un año medio (Tablas 2.15 a la 2.17 y Figura 50) se aprecia que en el país prevaleció la severidad con un 57% de los casos contra un 26% de los casos afectados con intensidades ligeras y un 17% con intensidad moderada. El período poco lluvioso presentó un 72% de intensidades severas vs. 20% de intensidades ligeras y solo 7% de los casos con moderada intensidad, en el período lluvioso los porcentajes se comportaron muy similares a los períodos anual y poco lluvioso aunque la severidad (48%) cedió terreno a intensidades mas ligeras (32%) y moderadas (19%).

Tabla 2.15. Porcentaje anual de casos afectados por diferentes intensidades de la sequía agrícola para un año medio.

	Int. ligera	Int. moderada	Int. severa
Nación	26	17	57
Sur	4	8	87
Suroeste	12	8	80
Noroeste	23	21	56
Norte	31	12	56
Norcentral	19	24	57
Central	34	14	52
Nordeste	83	14	3
Este	16	33	51

Desde el punto de vista regional, la mayor cantidad de casos con intensidades severas (mayor del 80%) ocurren en las regionales Sur y Suroeste anualmente y en las regionales Sur, Suroeste y Este para el período poco lluvioso, mientras que en el período lluvioso los mayores porcentajes se registran en la Sur. Interesante resulta apreciar que para los tres períodos analizados, la regional Nordeste presenta los mínimos valores (menos del 15%).

La mayor cantidad de casos con intensidades severas (mayor del 80%) ocurren en las provincias de Neiba, Santiago Rodríguez, Azua, Bani, Pedernales, San Cristóbal, San Juan, Santiago de los Caballeros y Barahona anualmente y para el período poco lluvioso las provincias de Neiba, Santiago Rodríguez, Azua, Bani, Barahona, Dajabón, San Pedro de Macorís, Higuey, San Juan, Pedernales, San Cristóbal, Santo Domingo, La Vega, El Seibo, Elías Piña y Santiago de los Caballeros, mientras que en el período lluvioso los mayores porcentajes se registran en Neiba, Santiago Rodríguez, Azua, Pedernales, Bani y Santiago de los Caballeros. No se registro ningún caso de sequía severa en las provincias de Nagua, Samaná y San Francisco de Macorís en el año, en las provincias de Samaná y San Francisco de Macorís en el período poco lluvioso y en las provincias de Distrito Nacional y Hato Mayor para el período lluvioso.

Tabla 2.16. Porcentaje de casos del período poco lluvioso afectados por diferentes intensidades de la sequía agrícola para un año medio.

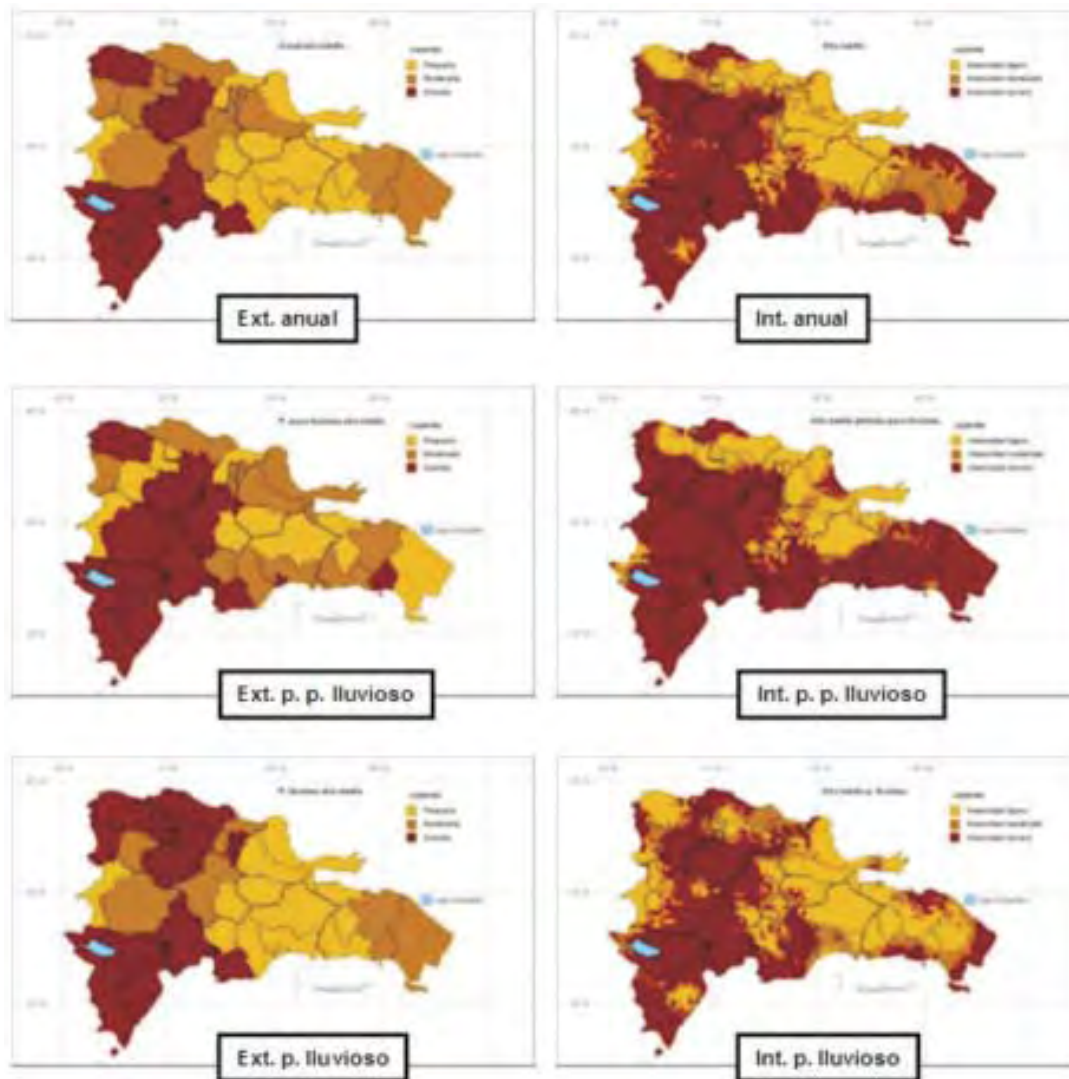
	Int. ligera	Int. moderada	Int. severa
Nación	20	7	72
Sur	4	2	94
Suroeste	2	1	97
Noroeste	24	6	70
Norte	38	6	56
Norcentral	12	12	76
Central	23	8	69
Nordeste	71	18	11
Este	5	8	87
Jimaní	16	9	75

Tabla 2.17. Porcentaje de casos del período lluvioso afectados por diferentes intensidades de la sequía agrícola para un año medio.

	Int. ligera	Int. moderada	Int. severa
Nación	32	32	32
Sur	7	11	82
Suroeste	22	13	65
Noroeste	32	19	49
Norte	10	29	61
Norcentral	29	25	46
Central	42	21	36
Nordeste	78	13	9
Este	43	25	33
Jimaní	6	20	75

En sentido general los mapas de extensión superficial e intensidades para un año medio y sus períodos poco lluvioso y lluvioso presentes en la Figura 2.46, muestran una concordancia espacial, es decir, se corresponden las provincias clasificadas con una cobertura espacial de moderada a grande con intensidades severas. Para mayor comprensión se ha tomado como ejemplo el comportamiento de la provincia de Higuey en el período poco lluvioso, la extensión superficial fue pequeña significa que en todo el año la cantidad de cuadrículas afectadas con sequía agrícola representaron menos del 40% del total posible, sin embargo en ese porcentaje de cuadrículas las condiciones de vegetación resultaron secas o muy secas en mas del 60% de las 15 décadas posibles.

Figura 2.46. Distribución espacial de la extensión superficial y la intensidad de la sequía agrícola para un año medio y por períodos estacionales y anual.



Análisis del Peligro y las Marchas y Tendencias Multianuales de la sequía agrícola

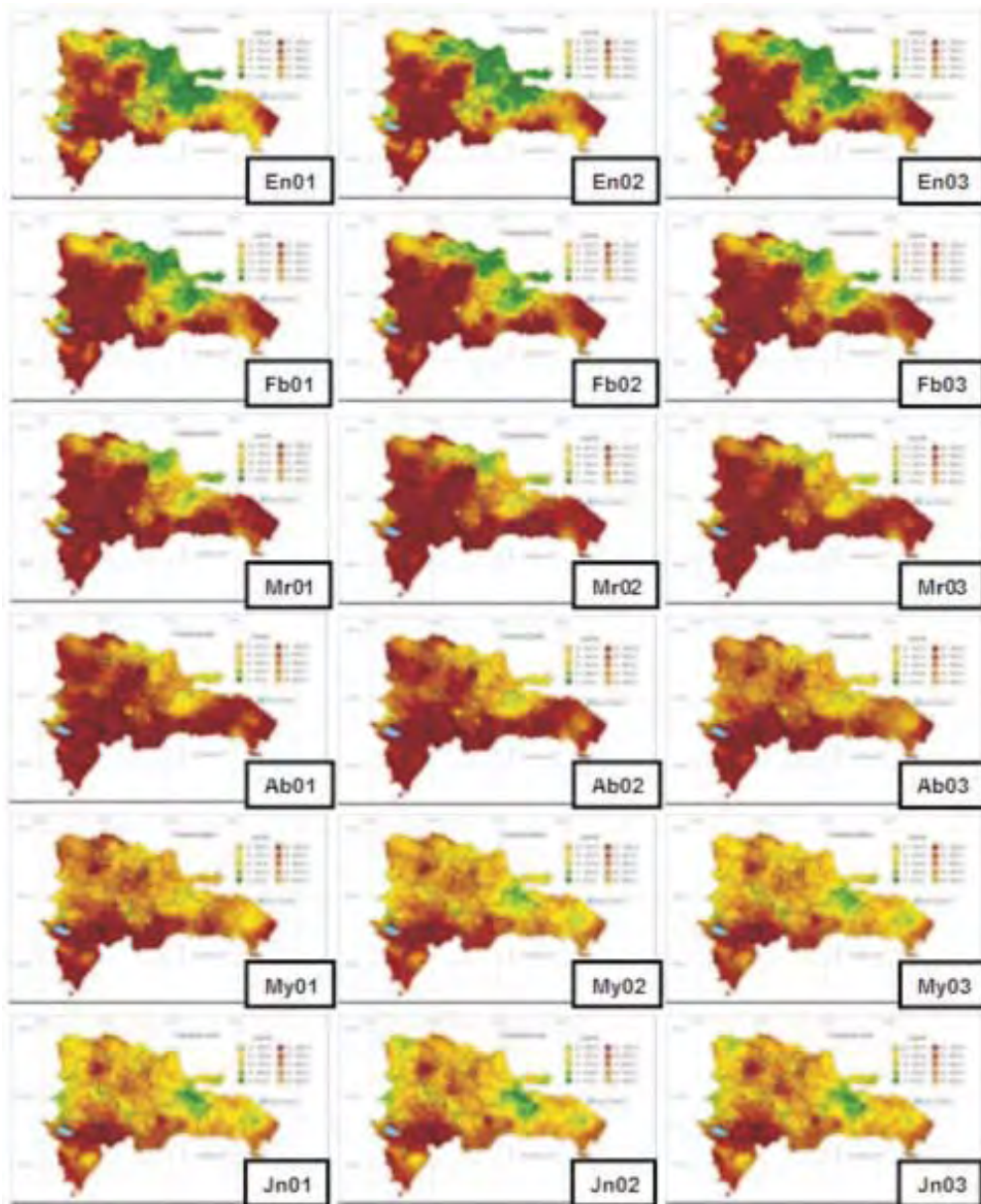
Análisis del peligro

En los mapas de las Figuras 2.47 y 2.48 se puede apreciar la probabilidad de que un punto del territorio nacional se encuentre en presencia de sequía agrícola de acuerdo a los datos procesados de la serie 1971 al 2000. Esta información es indispensable a la hora de valorar el riesgo climatológico de la presencia de la sequía agrícola por localidades puntuales o entornos microescalares. Los mapas se encuentran disponibles en el sistema de información geográfica para su consulta espacial a gusto del especialista. Sin embargo para una mejor descripción se comentará a continuación sobre la base de los promedios de los porcentaje de frecuencia de ocurrencia de la presencia de la sequía agrícola teniendo en cuenta el país en general y sus regiones (Tablas 2.18, 2.19 y 2.20).

Se nota para la primera década de enero que en el territorio nacional predomina una probabilidad de ocurrencia de la sequía agrícola entre el 20 y el 60%, mientras que las regionales Sur y Suroeste poseen más del 60%. A partir de esta década comienza progresivamente un aumento hacia el Norte y al Este de las áreas con alta probabilidad de ocurrencia de la sequía agrícola hasta la primera década de abril cuando el país alcanza el mayor valor (78%). A partir de abril

comienza un decremento de las probabilidades de ocurrencia de la sequía agrícola en dirección sur hasta la segunda década de junio, cuando el país alcanza como promedio 51% de probabilidad de encontrarse en presencia de sequía agrícola establecida, hasta la primera década de agosto, momento en que el país alcanza probabilidades promedio del 71% las zonas del centro al oeste y hacia el norte y las provincias del extremo oriental son las más afectadas con probabilidades mayores al 60%. A partir de esta década y hasta la segunda década de noviembre las probabilidades disminuyen en general para todo el territorio nacional, alcanzando su mínimo en este momento con un valor del 33%, aunque la franja centro occidental permanece con probabilidades entre el 20 y el 60% a excepción de las provincias de Neiba y Azua, que mantienen valores de probabilidades mayores al 60%.

Figura 2.47. Distribución espacial de la probabilidad de ocurrencia por décadas (enero a junio) de la sequía agrícola (serie 1971-1990).



Es interesante observar como existen provincias en que durante todo el año poseen una alta probabilidad de ocurrencia de la sequía agrícola mayores al 70% como promedio (San Cristóbal, Santiago Rodríguez, Jimaní, Barahona, Bani, Pedernales, Azua y Neiba) y otras, por el contrario, que mantienen una pequeña probabilidad durante las 36 décadas analizadas menores al 30% (Monte Plata, Samaná y Hato Mayor).

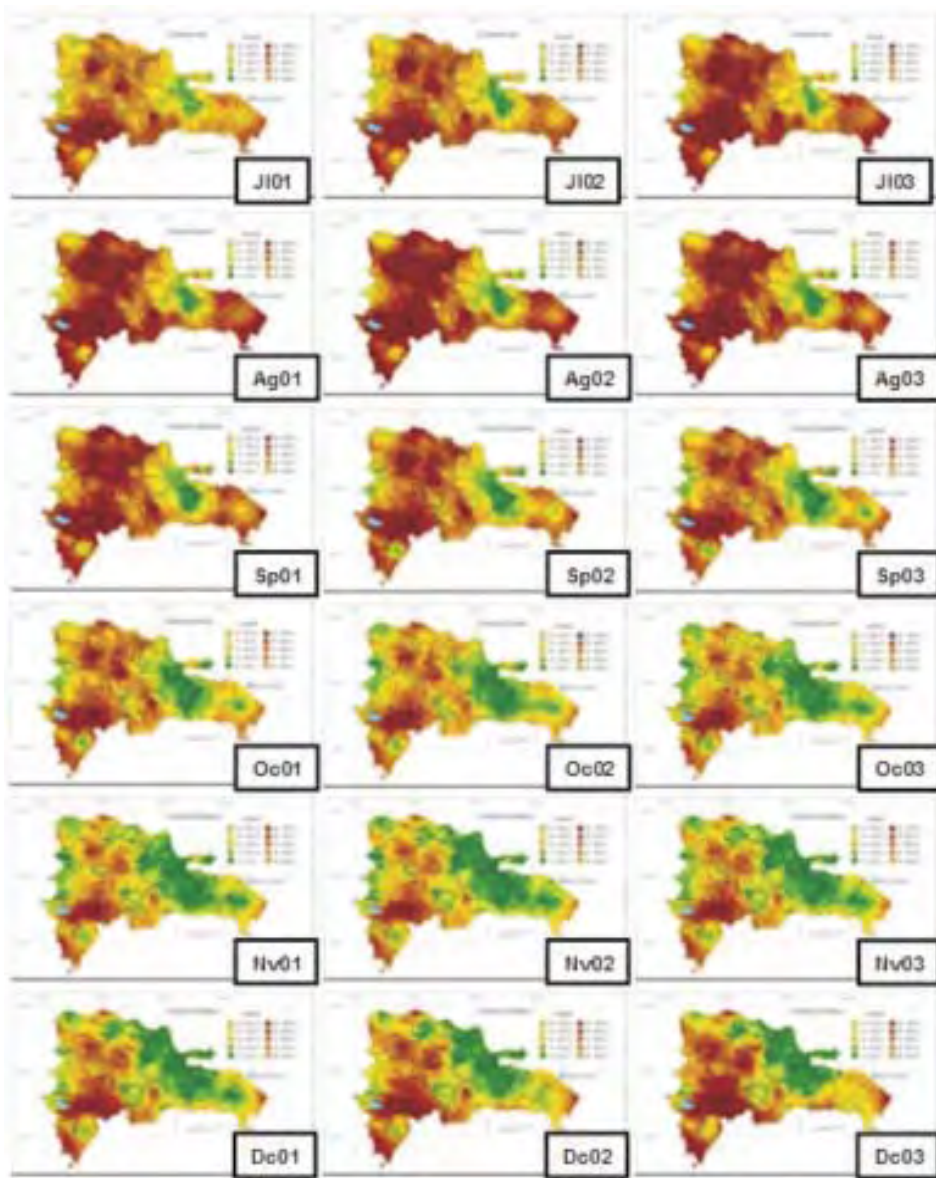


Figura 2.48. Distribución espacial de la probabilidad de ocurrencia por décadas (julio a diciembre) de la sequía agrícola (serie 1971-2000).

Tabla 2.18. Valores promedios de la cobertura espacial de la sequía agrícola areales (país, regiones, provincias) y decadales de la serie 1971 al 2000, en porcentaje del área total.

	En01	En02	En03	Fb01	Fb02	Fb03	Mr01	Mr02	Mr03	Ab01	Ab02	Ab03
Nación	52	58	62	66	69	72	75	77	78	78	74	69
Sur	78	82	84	86	88	89	91	92	92	93	93	90
Suroeste	80	88	91	94	95	94	95	93	92	88	80	73
Noroeste	56	61	63	68	69	73	77	78	79	79	76	67
Norte	43	46	49	52	54	57	62	63	64	65	63	57
Norcentral	54	63	67	74	78	82	85	86	84	83	75	69
Central	43	49	54	60	63	68	72	75	77	78	75	73
Nordeste	7	7	9	14	19	26	33	38	43	48	43	46
Este	46	57	63	67	72	76	80	82	82	83	78	66

Tabla 2.19. Valores promedios de la cobertura espacial de la sequía agrícola areales (país, regiones, provincias) y decadales de la serie 1971 al 2000, en porcentaje del área total.

	My01	My02	My03	Jn01	Jn02	Jn03	Jl01	Jl02	Jl03	Ag01	Ag02	Ag03
Nación	65	56	53	51	51	53	56	60	69	71	70	68
Sur	85	80	78	76	75	75	77	81	86	87	87	86
Suroeste	67	60	57	54	55	58	61	64	75	77	78	75
Noroeste	63	52	46	43	41	43	47	51	61	69	71	66
Norte	56	49	48	49	50	54	60	72	82	87	90	89
Norcentral	62	54	50	51	52	55	60	67	75	76	78	75
Central	69	58	54	51	48	48	51	52	58	59	55	52
Nordeste	48	39	37	35	35	37	36	36	42	41	39	37
Este	59	47	44	43	43	46	50	55	67	68	66	62

Tabla 2.20. Valores promedios de la cobertura espacial de la sequía agrícola areales (país, regiones, provincias) y decadales de la serie 1971 al 2000, en porcentaje del área total.

	Sp01	Sp02	Sp03	Oc01	Oc02	Oc03	Nv01	Nv02	Nv03	Dc01	Dc02	Dc03
Nación	64	57	52	47	40	36	34	33	34	37	42	47
Sur	81	77	73	69	63	59	58	58	59	63	67	72
Suroeste	70	62	57	53	47	45	44	45	49	54	60	71
Noroeste	63	55	51	47	36	34	32	33	35	40	44	51
Norte	86	79	73	64	53	45	40	36	37	38	41	42
Norcentral	72	64	61	55	48	41	37	35	37	39	43	49
Central	48	43	40	34	28	26	26	26	28	30	35	37
Nordeste	36	33	29	23	18	13	10	7	7	7	7	7
Este	57	48	41	34	27	23	21	20	21	24	32	39

Tendencia multianual de la sequía agrícola.

Las Tablas 2.21, 2.22 y 2.23 muestran la evaluación anual de la extensión superficial de la sequía agrícola en la República Dominicana y sus regiones para cada año del período estudiado, expresada en porcentaje de área afectada respecto a la superficie total de cada una de ellas. Las Figuras 2.17 y 2.18 presentan la información provincial de las tablas anteriores para cada uno de los 30 años. Su visión conjunta permite apreciar el comportamiento espacio-temporal de la presencia de sequía agrícola en el país.

Nación: Los años de mayor afectación con más del 63% del área cubierta fueron 2000, 1971, 1982, 1995, 1991, 1973, 1977, 1994, 1975 y 1997 este último con una cobertura espacial de la sequía agrícola del 75%. Los años menos afectados con menos del 43% fueron 1988 (43%), 1981 (41%) y 1979 (35%).

Regiones: Las regiones de mayor afectación con más del 80% de su área cubierta con sequía agrícola en diferentes años fueron, la Sur (1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1980, 1983, 1984, 1989, 1995, 1996, 1997 y 1998); Suroeste (1975, 1976, 1978, 1995 y 1997); Norcentral (1971, 1973, 1991, 1994 y 1997) y la Este (1997). Las regiones menos afectadas en diferentes años con menos del 30% de su área cubierta con sequía agrícola fueron, la Norte (1979) y la Nordeste (1971, 1972, 1973, 1974, 1976, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1986, 1987, 1988, 1989, 1995, 1996 y 1999).

Tabla 2.21. Valores anuales de la cobertura espacial de la sequía agrícola areales (país, regiones, provincias) de la serie 1971 al 2000, en porcentaje del área total.

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Nación	64	59	65	56	71	62	66	58	35	58	41	64
Sur	84	92	86	85	89	83	89	85	57	92	72	78
Suroeste	75	71	76	65	87	85	78	83	41	60	54	79
Noroeste	58	45	56	42	67	70	68	58	32	49	50	77
Norte	64	64	64	45	75	66	61	50	26	51	37	71
Norcentral	80	63	83	58	75	71	63	66	33	62	36	64
Central	58	48	59	58	69	52	65	53	35	65	34	56
Nordeste	25	8	24	30	41	18	31	25	13	24	6	28
Este	65	63	67	53	63	52	61	42	33	50	31	59

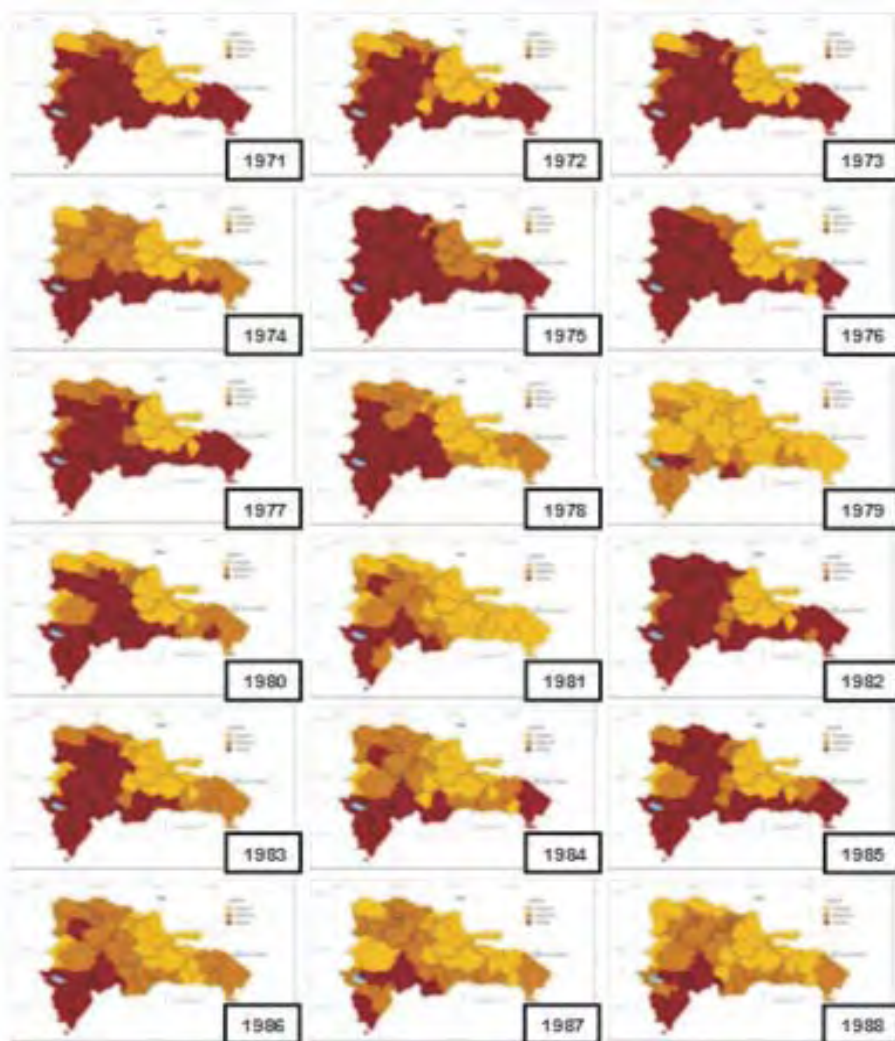


Figura 2.49. Distribución espacial anual de la extensión superficial de la sequía agrícola (1971-1988).

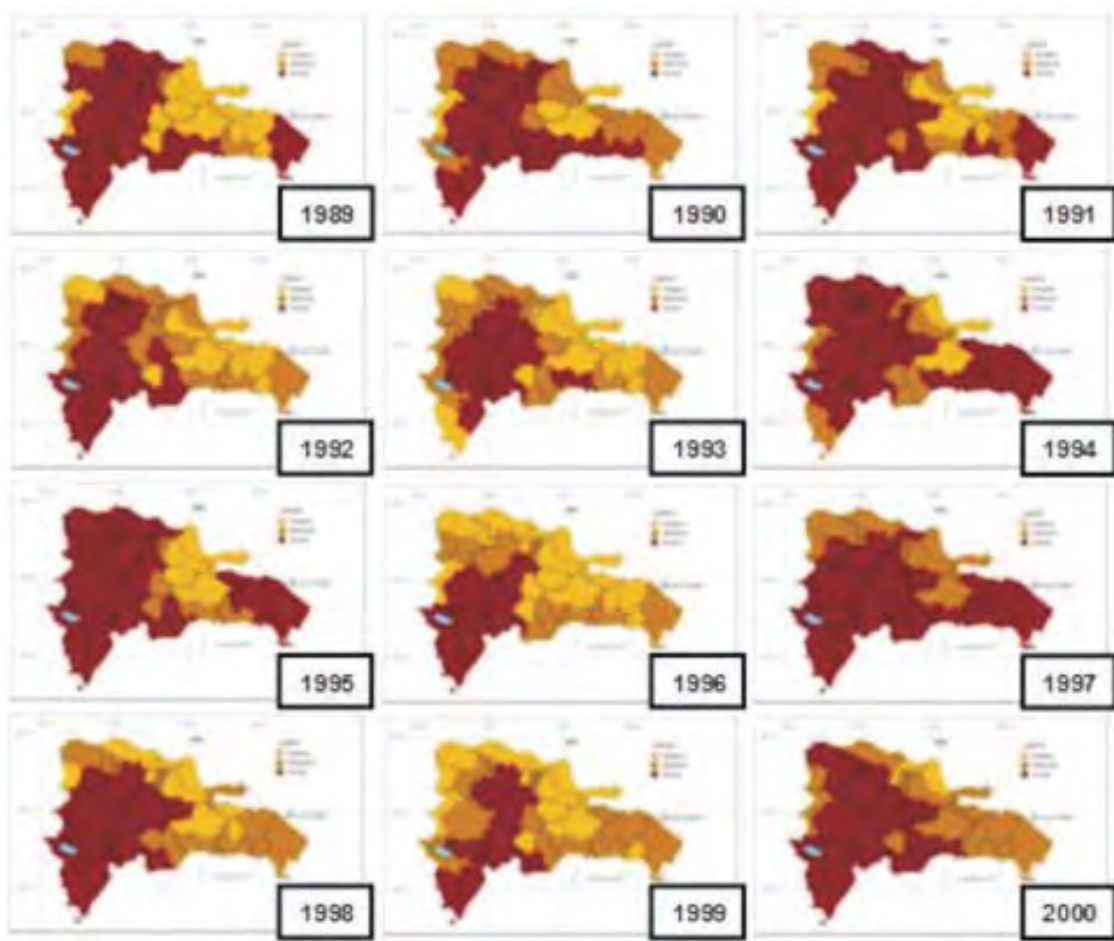


Figura 2.50. Distribución espacial anual de la extensión superficial de la sequía agrícola (1989-2000).

Tabla 2.22. Valores anuales de la cobertura espacial de la sequía agrícola areales (país, regiones, provincias) de la serie 1971 al 2000, en porcentaje del área total.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Nación	57	52	60	50	46	43	59	59	66	56	51	68
Sur	86	87	74	76	66	65	81	71	79	79	52	70
Suroeste	68	57	59	57	52	59	79	62	71	70	72	79
Noroeste	66	52	70	58	46	44	65	54	61	52	46	77
Norte	57	46	69	52	48	46	72	63	75	63	56	74
Norcentral	53	44	56	52	44	45	56	65	83	59	71	81
Central	55	46	50	40	42	34	48	56	54	50	43	53
Nordeste	18	20	34	15	26	17	24	41	48	37	31	45
Este	46	47	61	46	41	37	44	56	61	42	44	69

Tabla 2.23. Valores anuales de la cobertura espacial de la sequía agrícola areales (país, regiones, provincias) de la serie 1971 al 2000, en porcentaje del área total.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Media
Nación	64	47	75	58	53	63	58
Sur	80	82	91	82	77	70	79
Suroeste	83	66	90	78	58	72	69
Noroeste	74	34	54	48	45	63	56
Norte	74	46	63	50	53	65	58
Norcentral	67	45	87	71	60	68	62
Central	48	35	73	47	48	63	51
Nordeste	22	8	53	38	29	46	28
Este	61	44	82	50	52	56	53

En la Figura 2.51 se observa la diferencia entre la marcha media anual de la cobertura espacial nacional de la sequía agrícola en la serie 1971 al 2000 y para un año medio. De modo similar a lo ya visto en cuanto al comportamiento para un año medio, aunque con diferencias no muy significativas, las máximas diferencias se aprecian en la primera, segunda y tercera décadas de enero, primera década de febrero, segunda y tercera décadas de mayo, primera década de junio y primera década de agosto con valores de 10% como promedio; mientras que las mínimas diferencias se observan en la segunda y tercera décadas de marzo, primera década de julio y tercera década de septiembre.

En general la manifestación de la sequía agrícola (norma para los 30 años) coincide con los períodos estacionales climáticos observándose dos máximos y dos mínimos. El máximo absoluto ocurre en las décadas tercera de marzo y primera de abril (78% de cobertura espacial nacional de la sequía agrícola), el segundo máximo relativo se registra en la primera década de agosto (71%). El mínimo absoluto se observa en la segunda década de noviembre (33%) y el mínimo relativo se presenta en las primera y segunda décadas de junio (51%). La amplitud entre los puntos rojos y verdes en cada década del año indica el rango de variación de la sequía agrícola establecida, para cada una de esas décadas, durante el período 1971 – 2000 estudiado. Por ejemplo, la primera década de Marzo presenta un máximo de 100%, quiere esto decir que al menos en un año de la serie el país estuvo afectado en su totalidad con la presencia de la sequía agrícola y al consultar en detalle los datos se verifico el año 1975.

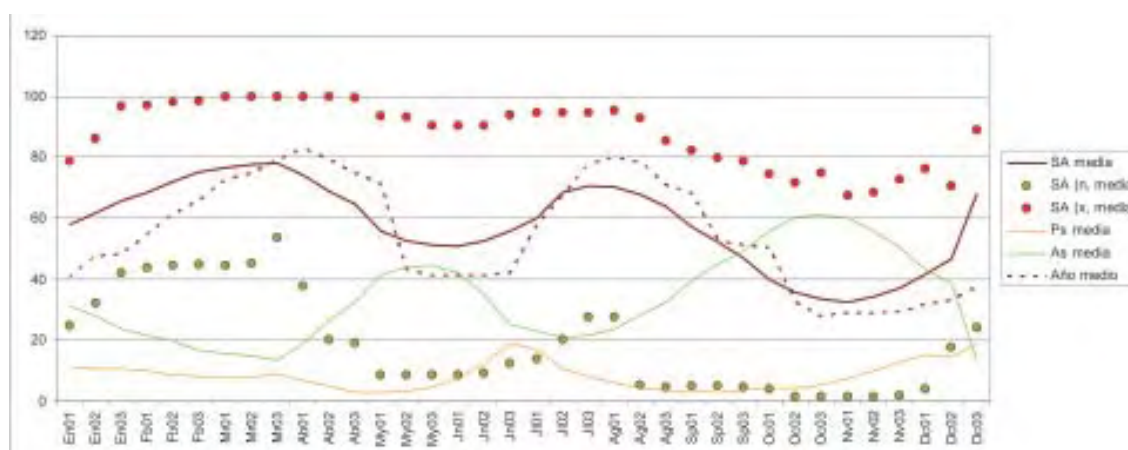


Figura 2.51 . Marcha anual de distintas categorías de expresión de la extensión superficial de la sequía agrícola en la República Dominicana, a escala nacional en el período 1971-2000.

La marcha anual de la ausencia de la sequía presenta dos máximos, el relativo sucede en la tercera década de mayo y primera décadas de junio, mientras que el absoluto se observa en la primera década de noviembre. El mínimo absoluto

se presenta en la primera década de abril y el relativo en la tercera década de julio y la primera década de agosto. En cuanto a los «períodos secos» estos poseen magnitudes menores porque los períodos o estadios iniciales que dan paso a inicio y continuación de los procesos de sequía agrícola, no presentan una marcada estacionalidad, sin embargo se puede señalar un máximo absoluto en la primera década de julio y el relativo en la segunda y tercera décadas de diciembre, los mínimos se presentan con el mismo valor en las décadas primera, segunda y tercera de mayo y segunda y tercera de septiembre (Figura 2.51).

En la Figura 2.52, se presenta la marcha media anual de la afectación de la sequía agrícola por regiones de la serie 1971-2000. Se puede apreciar como dicha marcha sigue el patrón de estacionalidad ya visto para la nación, sin embargo se aprecia de modo muy interesante que región posee mayor o menor peso en la manifestación de la sequía agrícola. La regional que más se encuentra afectada por la sequía agrícola es la Sur, seguida de la Suroeste, la Norcentral, la Norte, la Noroeste, la Este y las menos afectadas son la Central y la Nordeste.

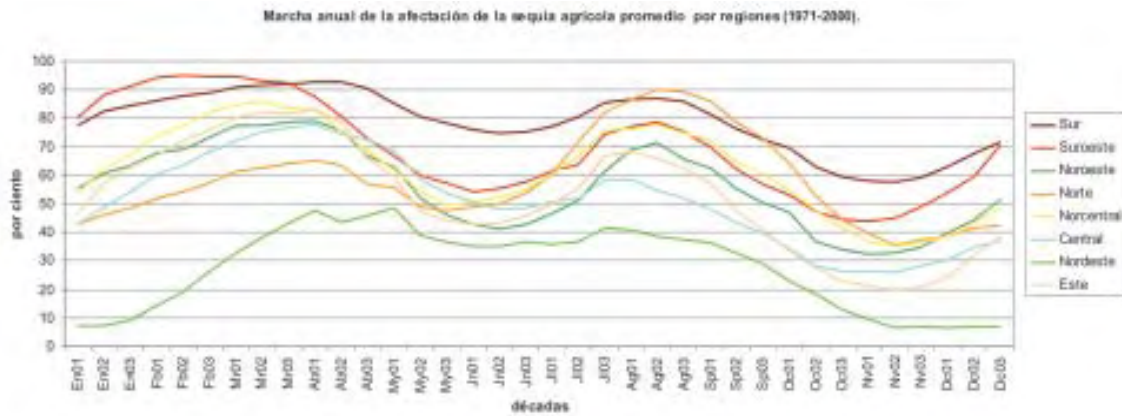


Figura 2.52. Marcha media anual de la afectación de la sequía agrícola por regiones de la serie 1971-2000.

En las Figuras 2.53 a la 2.54, se representan las marchas y tendencias multianuales y para los períodos estacionales de la cobertura espacial de la sequía agrícola en porcentaje de área afectada y de la intensidad teniendo en cuenta el porcentaje de casos afectados con la mayor severidad.

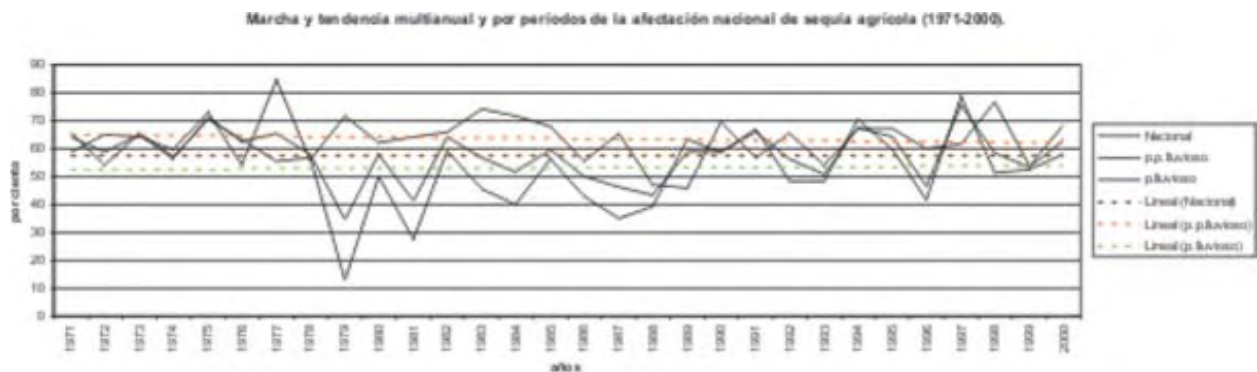


Figura 2.53. Marcha y tendencia multianual y por períodos de la afectación nacional de sequía agrícola de la serie 1971-2000.

La extensión espacial de la sequía agrícola anual en la República Dominicana muestra una ligera tendencia al decremento en el período estudiado. Esto significa que en el período de 30 años la sequía agrícola ha disminuido su afectación en un 0.012566667% de la superficie total del país, lo que representa un decremento anual del área afectada por sequía agrícola de aproximadamente 6.09 km² (609 ha) durante el período estudiado. Sin embargo, si se considera el período posterior a 1979 se pone de manifiesto un aumento de 30446 ha (Figura 2.55).

En general al observar las tendencias multianuales salta a la vista que los primeros años de la década de los ochenta resultaron más húmedos que el resto de la serie de ahí que al apreciar toda la data desde el 1971 al 2000 no sean bien apreciadas las tendencias en cuanto a extensión e intensidad. Sin embargo, al realizar un corte a la serie a partir de 1979 se pone de manifiesto en todos los casos la tendencia al aumento en extensión e intensidad hacia los años más recientes, a excepción del período poco lluvioso cuya tendencia es ligeramente al decremento mientras que en el período lluvioso el incremento si es muy marcado. Esto en buena medida corrobora los resultados de las investigaciones del Centro del Clima del Instituto de Meteorología de la República de Cuba, pues Centella et al. (1997) concluyen entre otras cosas que en los últimos años se ha elevado la frecuencia e intensidad de los Sures y de las sequías, además Lapinel et al (1993) expresaron que el ascenso general apreciado en las temperaturas ha estado acompañado de una reducción total de precipitaciones anuales de 10 – 20% y un aumento de la variabilidad interanual de 5 – 10%, con la característica de que las precipitaciones han estado disminuyendo en el período lluvioso del año y han aumentado en el período poco lluvioso. Si bien esos resultados fueron basados en las variaciones observadas en el clima de Cuba, dada la cercanía de la República Dominicana, es muy probable que las mismas tengan un comportamiento similar en los dos países.



Figura 2.54. Marcha y tendencia multianual y por períodos de la afectación nacional de sequía agrícola de la serie 1979-2000.

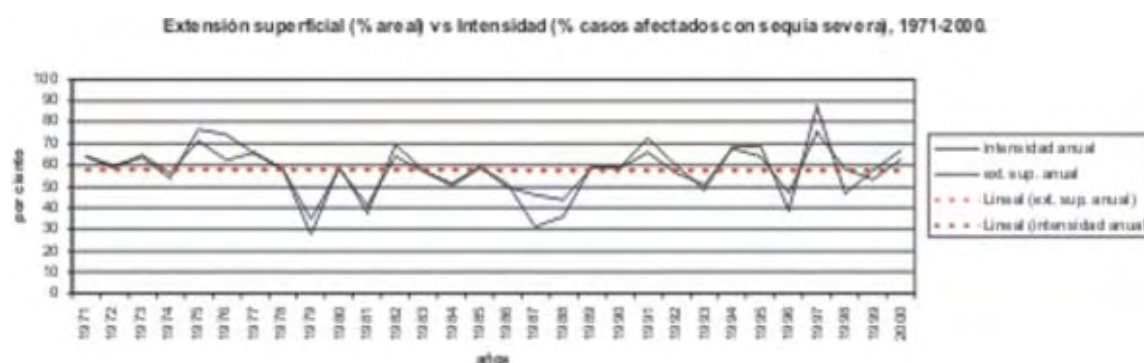


Figura 2.55. Marcha y tendencia multianual de la extensión superficial (% areal) vs. Intensidad (% casos afectados con intensidad severa), de la serie 1971-2000.

CAPÍTULO 3

*Vigilancia y Alerta de la Sequía.
Creando capacidades para el futuro*

La cuestión capital para los estudiosos de la sequía y de su formación en el tiempo y el espacio, es cómo definirla y seguir su evolución.

Sazonov (1989)

PRINCIPALES EXPERIENCIAS DE LA INVESTIGACIÓN

La evaluación del comportamiento de la sequía meteorológica en Cuba durante el período posterior a 1951 y el análisis de los procesos atmosféricos que la producen, brindan nuevos y útiles conocimientos sobre la ocurrencia de este proceso en Cuba. De igual forma, una nueva y voluminosa cantidad de información ha sido producida, e incorpora el comportamiento de la sequía agrícola y la evaluación de los riesgos a ella asociados.

Se determinaron, describieron y evaluaron cuantitativamente las características más generales de la lluvia y la Sequía Meteorológica para Cuba durante el período 1951-2005, entre las cuales figuran: acumulados anuales y mensuales medios, estacionalidad, características del período intraestival, meses más secos y más húmedos, acumulados extremos y fechas, valores que representan determinados umbrales de su distribución, tendencias y déficit hiperanuales más significativos.

Durante el desarrollo de los diferentes análisis fueron confeccionados 150 mapas de lluvia expresada en rangos deciles, representativos de la distribución espacial y la magnitud déficit-exceso correspondientes al período 1951 a 2000 (años hidrológicos y períodos estacionales lluvioso y poco lluvioso). Toda esta información, junto a la caracterización de las variaciones anuales y multianuales de los geopotenciales, omega, vector viento y componentes zonales y meridionales del viento, para el período normal 1971-2000, posibilitaron la evaluación de los aspectos causales de los procesos de sequía, principalmente los que han estado afectando la región oriental del país en los años más recientes.

Se logró descubrir que el evento de sequía que abarcó los dos años hidrológicos anteriores al 2005 y que se extendió rápidamente desde las provincias más orientales hacia el resto del país, coincidió con la presencia de magnitudes récord de Omega en todos los niveles troposféricos sobre la mitad oriental de Cuba. Aunque las tendencias observadas en los movimientos verticales del viento pueden estar relacionadas con variaciones decadales propias del sistema climático; también son consistentes con las proyecciones de cambio climático, las cuales indican la posible expansión de los procesos de aridez y sequía, particularmente en su mitad oriental.

Una parte importante de las herramientas y métodos que sustentan los resultados obtenidos, fueron generados, actualizados, mejorados o calibrados en la ejecución de este estudio. Esto permitió la preparación y procesamiento de los datos, la consolidación del Sistema de Vigilancia de la Sequía, el desarrollo de estudios de diagnóstico, pronóstico de la sequía, y el desarrollo de nuevos conocimientos sobre la amenaza de la sequía. Como parte de este esfuerzo metodológico se confeccionó un Manual de Técnicas y Procedimientos, considerando las experiencias desarrolladas e implementadas en Cuba. Ese material sirvió de base al desarrollo de entrenamientos a los expertos de la República Dominicana para el desarrollo de la climatología de la sequía meteorológica y agrícola.

La ejecución de este estudio dio la oportunidad de generar una valiosa base de datos mensuales y decadales de las variables lluvia, temperaturas máxima y mínima del aire, humedad del aire, duración efectiva de la insolación y velocidad del viento, de 885 pluviómetros (desde el año 1951) y 82 estaciones meteorológicas (desde el año 1975), para calcular otras variables de valor añadido imprescindibles para las investigaciones. La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la información meteorológica y agroclimática, permitió generar una extraordinaria información digital de importantes índices de interés para la agricultura con una alta resolución. Entre esa información se destacan el diagnóstico del estado de la sequía meteorológica y agrícola, los períodos secos y su ausencia, la intensificación, intensidad máxima y debilitamiento, su propagación, extensión espacial, las fechas de inicio, fin y duración de cada episodio de sequía y la amenaza de algunos de estos índices. Las bases de datos confeccionadas permitieron representar gráficamente los índices estudiados para una localidad y para todo el país.

Se ajustaron diferentes modelos teóricos para el cálculo de la evapotranspiración de referencia, del balance hídrico del suelo en la rizosfera, del índice de humedecimiento de la vegetación, del estado de la sequía agrícola y otros. La aplicación práctica del método de evaluación de la sequía agrícola presentado, utilizado como herramienta teórica y práctica, ha permitido evaluar adecuadamente los resultados del efecto de este evento climático extremo en la vigilancia de la sequía agrícola y de las condiciones de peligro potencial de ocurrencia de incendios en la vegetación. La utilización de este modelo agrometeorológico de evaluación de la sequía agrícola, sobre la información proveniente de las predicciones climáticas, ha permitido emitir avisos tempranos de alerta para plazos temporales mucho mayores a los avisos emitidos anteriormente por el sistema de vigilancia de la sequía, lo que ha ayudado a los agricultores y actores a manejar el riesgo climático en la toma de sus decisiones. El conocimiento futuro de la sequía agrícola ha sido un criterio potencialmente útil para determinar las fechas de siembras agrícolas, la época de riego y el monto de agua a suministrar por irrigación a los cultivos, entre otras opciones de manejo agrícola, lo cual puede contribuir al incremento de la seguridad alimentaria.

Aun cuando en la República Dominicana el avance del proyecto fue más limitado en términos de desarrollo e implementación de un sistema de vigilancia y aviso temprano de sequía, los beneficios y resultados también fueron

claros. Por una parte, se realizó una evaluación bien detallada del comportamiento de la sequía y se llegó a representar cartográficamente el diagnóstico de la sequía meteorológica y agrícola en ese país. Sin dudas estos resultados fueron obtenidos por vez primera en ese país y constituyen el punto de partida necesario para tener la capacidad de desarrollar un sistema de vigilancia y aviso por sequía.

En general, la climatología de la sequía meteorológica y agrícola permitió la caracterización espacio temporal y de intensidad de todos los episodios de este evento climático extremo ocurridos durante el período de cuarenta años estudiado para la República de Cuba y de 30 años para la República Dominicana y de los eventos de sequía agrícola que han afectado severamente a Cuba en los años más recientes. Este estudio generó un número colosal de mapas (más de 2 800), muchos en secuencia, cientos de gráficos y de tablas de diagnósticos y amenazas. Estos mapas permitirán a los usuarios conocer con gran precisión la evolución y la amenaza de la sequía agrícola en los países estudiados y sus localidades, tanto en el espacio como en el tiempo de manera ininterrumpida para todo el período de análisis.

Se determinó la amenaza de la sequía agrícola y se incluyó el análisis de ésta para los períodos decadales, períodos hidrológicos lluvioso y poco lluvioso y para un año natural, así como una selección comentada de los episodios de sequía agrícola más significativos del período estudiado. Los resultados obtenidos sobre los estudios del diagnóstico y amenaza del peligro natural de sequía agrícola que en el pasado afectaron diferentes zonas del país, municipios, provincias, regiones y nación en su conjunto contribuyen con el aporte de una valiosa herramienta para el manejo del riesgo climático en la selección de mejores decisiones estratégicas y en la toma de decisiones tácticas de operaciones agrícolas.

Los resultados científicos se han aplicado: como herramientas importantes en el servicio agrometeorológico para elevar la eficiencia en la evaluación y el pronóstico de las condiciones agrometeorológicas; como base para acometer nuevas investigaciones y servicios, tales como la predicción de eventos extremos (por ejemplo, sequía agrícola e incendios en la vegetación). Algunos de los resultados del estudio de la sequía agrícola se encuentran en proceso de generalización por parte de la Empresa del Seguro Estatal Nacional para ser aplicados en la administración de los riesgos al concertar los seguros de bienes agropecuarios en el ramo de cultivos agrícolas y por el Cuerpo de Guardabosques de Cuba para la prevención de los incendios en la vegetación.

Los diferentes métodos objetivos de evaluación temporal, espacial y de la intensidad de la sequía agrícola, el estudio de la amenaza de este evento climático extremo y el sistema de alerta temprana generados y presentados en los resultados de este Proyecto sientan las bases para acometer nuevas investigaciones agroclimáticas y del riesgo que origina este evento climático extremo, proveen información relevante de alta resolución y calidad a los gestores de riesgos agrícolas y pueden beneficiar a agricultores, aseguradores del sector agrícola, agentes, extensionistas interesados y entidades gubernamentales involucradas en la generación y el suministro de alimentos cuando trazan sus estrategias y tácticas a lo largo de la campaña agrícola y a través de múltiples campañas, al planificar fuentes alternativas de alimentos e incluso, para apoyar decisiones financieras o de financiación que garanticen la sostenibilidad de los agricultores y las pérdidas de cultivos y animales de granja. Lo anterior mejora la interpretación de la sequía agrícola y de las salidas de los servicios agrometeorológicos y por tanto, a la ampliación del conocimiento científico de la Sequía en la República de Cuba y en la República Dominicana.

EL SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA SEQUÍA EN CUBA. EJEMPLO DE UNA EXPERIENCIA POSITIVA

La vigilancia de la sequía requirió del desarrollo, puesta a punto y entrada en servicio operacional de sistemas avanzados de evaluación y seguimiento de los datos climáticos provenientes de las estaciones meteorológicas, de la información proveniente de la evaluación de las condiciones de la circulación atmosférica y oceánica, así como de índices resultantes del balance hídrico del suelo en la rizosfera. La información anterior se integra dentro de un sistema de asimilación que permite realizar la vigilancia de las condiciones que favorecen o inhiben la ocurrencia de lluvia, así como las condiciones de la vegetación y la sequía agrícola. Con este sistema ha sido posible producir un eficiente sistema que incluye el aviso temprano de condiciones de peligro y el seguimiento de la evolución del mismo, desde distintos ángulos de aplicación, los cuales a su vez se complementan.

El Sistema Nacional para la Vigilancia, el Pronóstico y el Aviso Temprano de la Sequía Meteorológica y Agrícola en la República de Cuba fue concebido para funcionar en diferentes escalas temporales (década, mes,

períodos lluvioso y poco lluvioso) y espaciales (nación, región, provincia, municipio y localidad). La Figura 3.1 muestra un esquema conceptual resumido del Sistema, donde se destacan las cuatro componentes fundamentales que estructuran el Sistema, ellas son el diagnóstico, el pronóstico, el aviso temprano y el sistema informativo.

La información básica de entrada al sistema es la siguiente: información sobre el estado y variaciones de la circulación de la atmósfera y el océano; observaciones meteorológicas y pluviométricas; características de la vegetación; características del suelo donde se encuentra la vegetación; y resultados de la vigilancia de eventos climáticos y condiciones agroclimáticas.



Figura 3.1. Componentes que conforman el Sistema Nacional para la Vigilancia, el Pronóstico y el Aviso Temprano de la Sequía en Cuba.

Diagnóstico

En la componente de diagnóstico se evalúa por ejemplo el estado de diferentes condiciones relacionadas con la sequía meteorológica y agrícola. Un ejemplo de la aplicación de los índices de sequía agrícola se refleja en la Figura 3.2 la cual muestra la distribución espacial del estado de la sequía agrícola y del peligro potencial de incendios en la vegetación en Cuba durante la primera década de enero del año 2006, que son salidas del Sistema Nacional para la Vigilancia, el Pronóstico y el Aviso Temprano de la Sequía Agrícola. Los resultados de esta evaluación se contrastan con las condiciones de peligro formadas a partir de las condiciones climáticas de los seis años más recientes y también para un período de 30 años.

Los diagnósticos de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación han sido introducidos en la práctica haciendo las modificaciones correspondientes al sistema nacional de vigilancia de la sequía agrícola que ya se encontraba vigente. Ello ha permitido mejorar la información sobre las condiciones de sequía agrícola y del peligro potencial de incendios de vegetación en el Servicio Agrometeorológico Operacional que se brinda a los sub-sectores agrícola, forestal y ganadero del país.

El diagnóstico de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación, fundamentado sobre la base de un riguroso control de todos los componentes del balance hídrico agroclimático del suelo en la rizosfera y las condiciones de vegetación de las plantas, es determinado con una elevada resolución y de manera diferenciada permite evaluar, dónde y en qué grado se han generado condiciones de peligro, posibilitando seguir su ulterior evolución en las escalas espacio-temporales más convenientes para el adecuado control de estas condiciones en el país.

Pronóstico

Los pronósticos de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación constituyen las piezas clave de todo el sistema integrado. Si bien hasta hace poco tiempo no existían pronósticos objetivos de la sequía agrícola y del

peligro de incendios en la vegetación propiamente, la estimación de su posible ocurrencia, así como de su ulterior evolución una vez establecida la condición de peligro, se ha realizado sobre la base de los resultados del diagnóstico y el empleo de los pronósticos agroclimáticos a largo plazo de condiciones de vegetación, sequía agrícola y de peligro de incendios.

Las características y complejidad de los pronósticos de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación, hasta el momento se basan en el uso de los modelos de pronósticos de lluvia y temperaturas desarrollados por el Instituto de Meteorología, los cuales son los que han podido ser incorporados operativamente al Sistema Nacional para la Vigilancia, el Pronóstico y el Aviso Temprano de la Sequía, después que los mismos han sido debidamente evaluados para Cuba. Recientemente fueron incorporados los resultados de las investigaciones sobre la amenaza de la sequía agrícola.

Los pronósticos de la sequía agrícola y del peligro de incendios a largo plazo se realizan al comienzo de los períodos hidrológicos poco lluvioso y lluvioso, una vez que esté disponible el pronóstico climático a largo plazo. Es conveniente indicar que esta predicción agroclimática caracteriza la tendencia general de las condiciones esperadas para una región y no las de alguna localidad en específico.

La utilización de los índices agrometeorológicos de peligro generados, sobre la información proveniente de las predicciones climáticas, ha permitido elaborar avisos tempranos de alerta para plazos temporales mucho mayores a los avisos emitidos anteriormente por el sistema de vigilancia nacional, lo cual ha contribuido con los agricultores, guardabosques y otros actores a manejar el riesgo climático en la toma de sus decisiones. Para evaluar la habilidad de las predicciones incorporadas en el Sistema se desarrolló un método de evaluación. Los resultados obtenidos (mostrados en la Figura 3.3 y las Tablas 3.1 y 3.2) se corresponden con las condiciones previstas en el comportamiento de la sequía, obteniéndose resultados de 87-88% de acierto en el pronóstico mensual, de 77-80% en el pronóstico con dos meses de antelación, de 73-74% en el pronóstico con tres meses de antelación y 63% de acierto en el pronóstico estacional (6 meses).

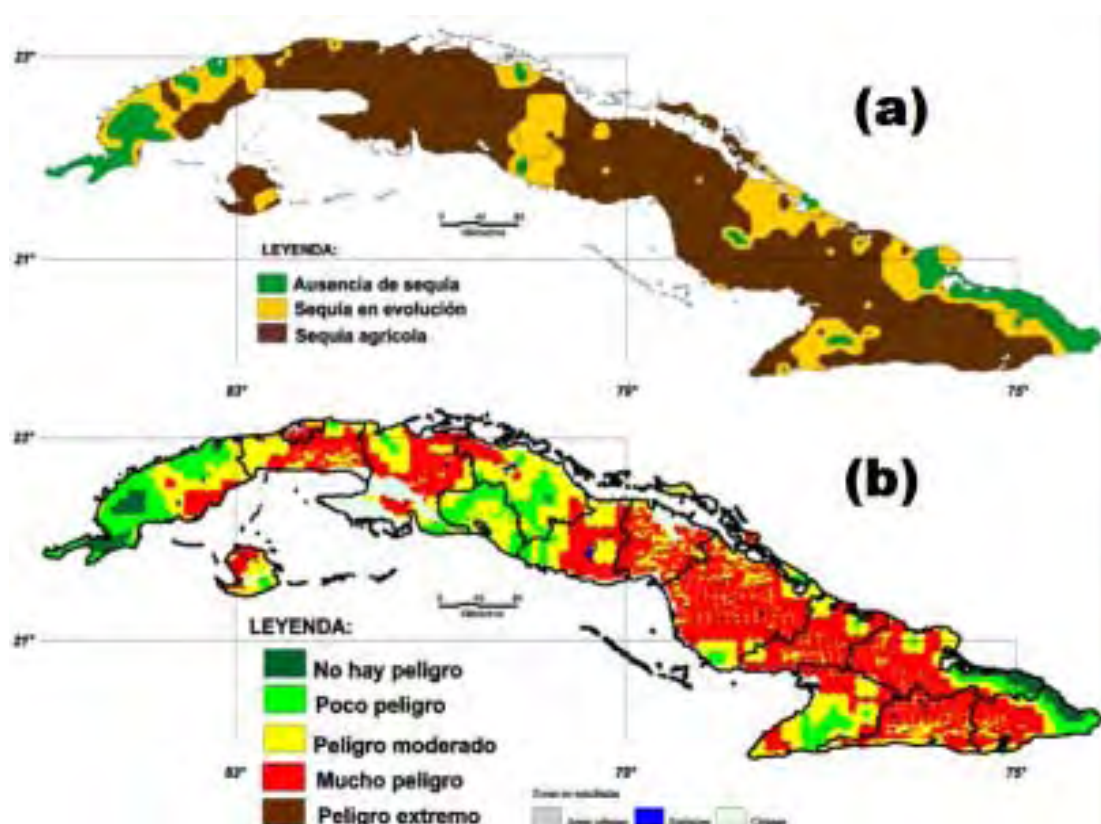


Figura 3.2. Distribución espacial (a) de la sequía agrícola y (b) del peligro potencial de incendios en la vegetación en Cuba durante la primera década de enero de 2006.

En la Tabla 3.1 se muestra la evaluación de las predicciones de la sequía a largo plazo, utilizando el mismo método de

evaluación, para 10, 20 y 30 días posteriores a la fecha de elaboración del pronóstico y también, para finales de los meses de diciembre de 2002 y enero, febrero, marzo y abril de 2003.

Tabla 3.1. Evaluación de la predicción de la sequía agrícola realizada el 3 de noviembre de 2002 para el final de diferentes períodos temporales de la temporada poco lluviosa del año.

Período temporal	Aciertos del pronóstico (%)
1 década de noviembre de 2002	99,7
2 década de noviembre de 2002	94,9
3 década de noviembre de 2002	86,9
3 década de diciembre de 2002	77,2
3 década de enero de 2003	72,5
3 década de febrero de 2003	67,5
3 década de marzo de 2003	62,3
3 década de abril de 2003	62,8

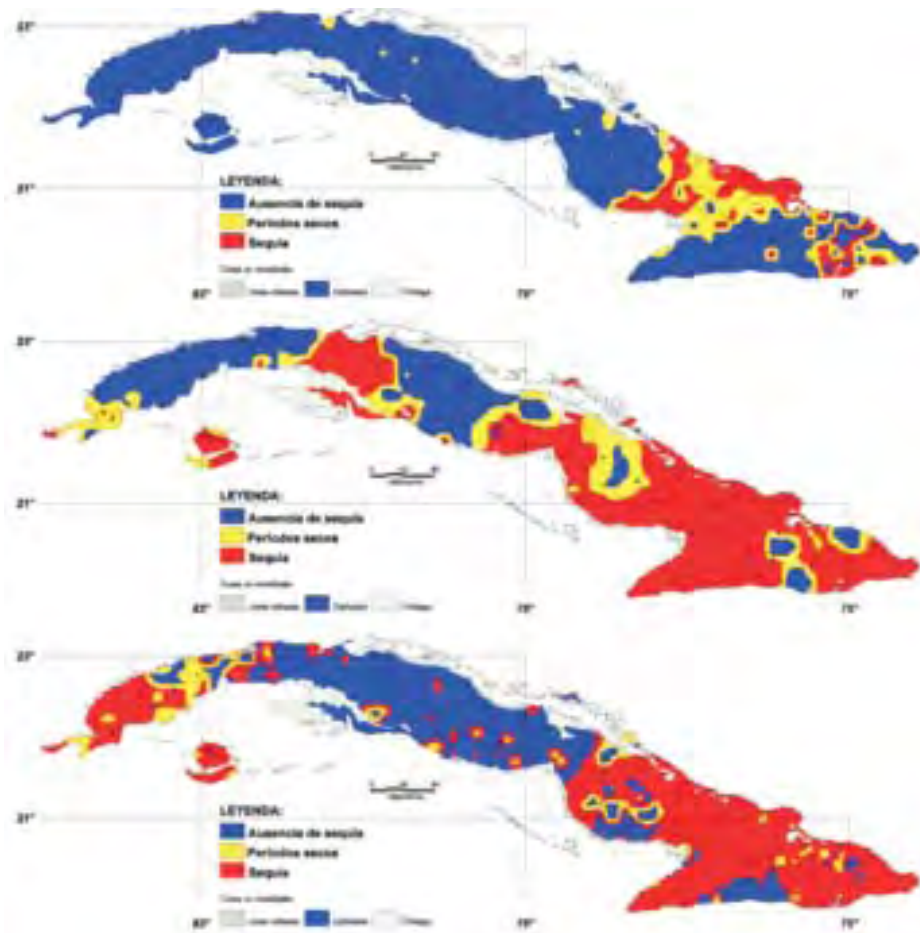


Figura 3.3. Pronóstico de la sequía agrícola con 6 meses de adelanto. (a) Condiciones de sequía agrícola en el momento que se produjo el pronóstico; (b) condiciones de sequía pronosticadas y (c) condiciones de sequía agrícola realmente observadas.

En la Tabla 3.2 se muestra la evaluación de la predicción de la sequía agrícola a largo plazo, en este caso dentro de la estación lluviosa del año, utilizando el mismo método de evaluación para el final de la tercera década de junio y las

décadas siguientes, hasta la tercera de agosto, para períodos de 30, 40, 50, 61, 71, 81 y 92 días posteriores a la fecha de elaboración del pronóstico, en este caso, confeccionado el día 4 de junio de 2003.

Tabla 3.2. Evaluación de las predicciones de la sequía agrícola, realizadas el 4 de junio de 2003, para el final de diferentes décadas de la temporada lluviosa del año.

Período temporal	Aciertos del pronóstico (%)
3 década junio de 2003	88,4
1 década de julio de 2003	94,1
2 década de julio de 2003	85,4
3 década de julio de 2003	79,8
1 década de agosto de 2003	69,3
2 década de agosto de 2003	63,5
3 década de agosto de 2003	74,3

Aviso Temprano

Los avisos tempranos son elaborados cuando las condiciones formadas o esperadas de sequía agrícola o de incendios en la vegetación amenazan los ecosistemas agrícolas y de bosques. Estos avisos tienen un carácter exploratorio nacional. Son elaborados por el Instituto de Meteorología sobre la base del diagnóstico, el pronóstico y el análisis de las amenazas climáticas de la sequía agrícola y del peligro de incendios en la vegetación para las distintas zonas y diferentes períodos temporales del año y se difunden a la Defensa Civil, los Centros Meteorológicos Provinciales, Ministerio de Agricultura, Jefatura Nacional del Cuerpo de Guardabosques, Empresa de Seguros Estatal Nacional y otros usuarios nacionales. Ellos están diseñados para cubrir una escala temporal de diez días o más largo plazo.

El Sistema Informativo

La correcta integración de los diagnósticos, pronósticos y amenazas de la sequía y del peligro de incendios en la vegetación posibilita la preparación de distintos componentes informativos, los cuales se publican sistemáticamente a través de los siguientes productos informativos del Sistema Nacional de Vigilancia: Boletín Agrometeorológico Nacional, boletines agrometeorológicos provinciales, internet a través de la página WEB del Instituto de Meteorología o poseen, según sea el caso, una expresión específica de salida a través de avisos o sumarios especiales por peligro de incendios en la vegetación, pronósticos agroclimáticos e intervenciones personales en reuniones de trabajo operacional para el diseño de tácticas y estrategias de prevención de la sequía agrícola e incendios en la vegetación,

El Sistema Nacional para la Vigilancia, el Pronóstico y el Aviso Temprano de la Sequía expuesto posee la peculiaridad de constituir el sistema que en los últimos años se ha estado introduciendo en la práctica operativa el Instituto de Meteorología para este propósito, posibilitando enfrentar satisfactoriamente las anomalías extremas de sequía meteorológica y agrícola y el peligro de incendios en la vegetación acaecidos en Cuba. Esta nueva versión del sistema contribuye significativamente al propósito de crear una sólida estructura de vigilancia científico - operacional de la sequía meteorológica y agrícola y del peligro de incendios en la vegetación en los servicios climático y agrometeorológico cubanos.

Con la ejecución de esta investigación se tuvo la oportunidad de mejorar el Servicio de Vigilancia de la sequía, la predicción agrometeorológica y el Alerta Temprana, con la obtención de nuevos productos, reforzando de esta forma la capacidad del Instituto de Meteorología en Cuba para generar nuevos servicios y aplicaciones.

EMPLEANDO LAS HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS EN NUEVOS CONOCIMIENTOS. LOS PROCESOS DE ARIDEZ EN CUBA

Las herramientas de análisis utilizadas en el desarrollo de esta investigación han servido no sólo para fortalecer el Sistema Nacional para la Vigilancia, el Pronóstico y el Aviso Temprano de la Sequía. También han facilitado la evaluación y análisis de otros procesos que pueden ser considerados como serias amenazas. Entre esos, se puede mencionar la

aridez, la cual ha mostrado un incremento en el país y que llega a constituir un elemento de aumento de la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas en Cuba, reduciendo la capacidad de respuesta y de adaptación ante el potencial incremento en frecuencia e intensidad de los procesos de sequía.

A diferencia de la sequía, que es un episodio con inicio y final manifiesto, la aridez es un patrón climático permanente de una región (World Meteorological Organization, 1975).

La característica principal de la aridez es la falta de humedad existente en condiciones climáticas normales. Las tierras secas son aquellas en las que se registra un equilibrio negativo entre los niveles de insumo de agua (aportes debido a las precipitaciones) y de pérdidas (producidas por el poder evaporante de la atmósfera). Las tierras secas, a su vez, son las más frágiles o vulnerables al fenómeno de la desertificación.

Para calcular el índice de aridez fue utilizada la razón insumo/pérdida de agua (P/ET_o , donde P es la altura de la lámina de precipitación acumulada y ET_o es el poder evaporante de la atmósfera o evapotranspiración de un cultivo de referencia), empleada en el Atlas Mundial de la Desertificación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (United Nations Environment Program, 1992), para delimitar las diferentes zonas climáticas respecto a la sequedad.

La evapotranspiración de referencia fue calculada por la fórmula de Penman Monteith modificada por FAO (Allen *et al.*, 1998), ajustada según Solano et al (2003b) a las condiciones climáticas locales. Los datos de entrada para el cálculo de la fórmula son las variables meteorológicas temperatura máxima y mínima del aire, velocidad del viento, la duración efectiva de la insolación y la humedad relativa del aire.

La ET_o se calculó a partir de la formula siguiente:

$$ET_o = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{997}{T + 273} \cdot U_{1.5} \cdot (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.38 \cdot U_{1.5})}$$

donde:

- ET_o es la evapotranspiración de referencia ($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$).
- D es la pendiente de la curva de vapor saturado ($\text{kPa} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$).
- R_n es la radiación neta ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$).
- G es el flujo de calor sensible desde el suelo ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$).
- g es la constante psicrométrica ($\text{kPa} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$).
- T es la temperatura del aire media diaria a 1.5 m de la superficie del suelo ($^\circ\text{C}$).
- $U_{1.5}$ es la velocidad del viento a 1.5 m de la superficie del suelo ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).
- $(e_a - e_d)$ es el déficit de presión de vapor del aire (kPa).

La información climática utilizada para el cálculo del índice de aridez provino de unas 63 estaciones meteorológicas del Instituto de Meteorología y de unos 591 pluviómetros de red de estaciones del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. El período de estudio fue desde 1961 hasta 2000.

La información climática fue procesada por meses y organizada para un año hidrológico y para el período lluvioso en Cuba (noviembre-abril).

La tasa de la evapotranspiración de referencia para los meses, período lluvioso y año hidrológico es el resultado de la sumatoria de las láminas diarias evapotranspiradas durante los días comprendidos en cada período temporal.

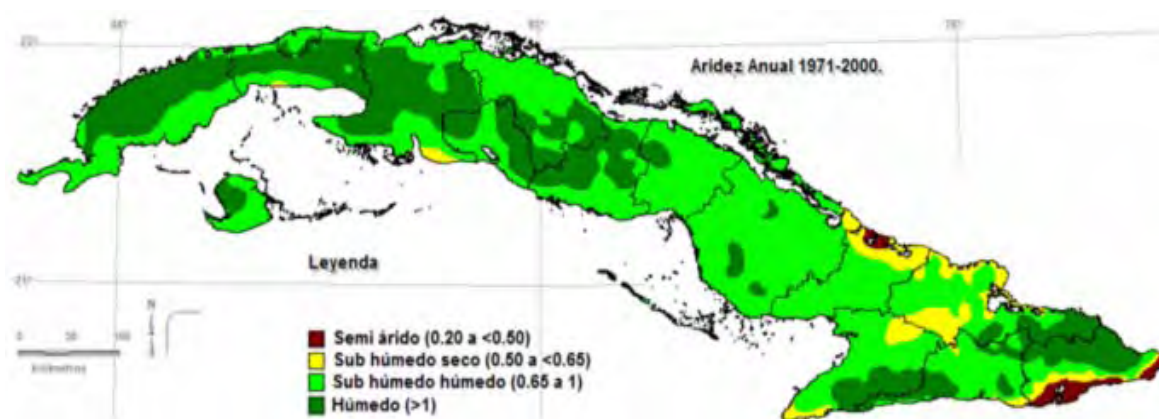
El Índice de Aridez se obtuvo mediante la combinación de herramientas disponibles en diferentes programas de computación, tales como: los tabuladores electrónicos (hojas de cálculo de EXCEL) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La representación espacial del índice de aridez en Cuba fue elaborada con un mapa base con resolución de 2 km de lado, para un año hidrológico y un período lluvioso medios.

En este epígrafe se describen los resultados del estudio del Índice de Aridez en Cuba, para un año natural medio del período 1971-2000.

La Figura 3.3 muestra los resultados del estudio del Índice de Aridez en Cuba, para un año medio del período 1971-2000. En general, en ella se puede apreciar que la región oriental del país tiende a ser la más afectada por los valores más bajos del índice de aridez.

Fig. 3.3. Representación espacial del índice de aridez en Cuba para un año hidrológico medio del período 1971-2000.

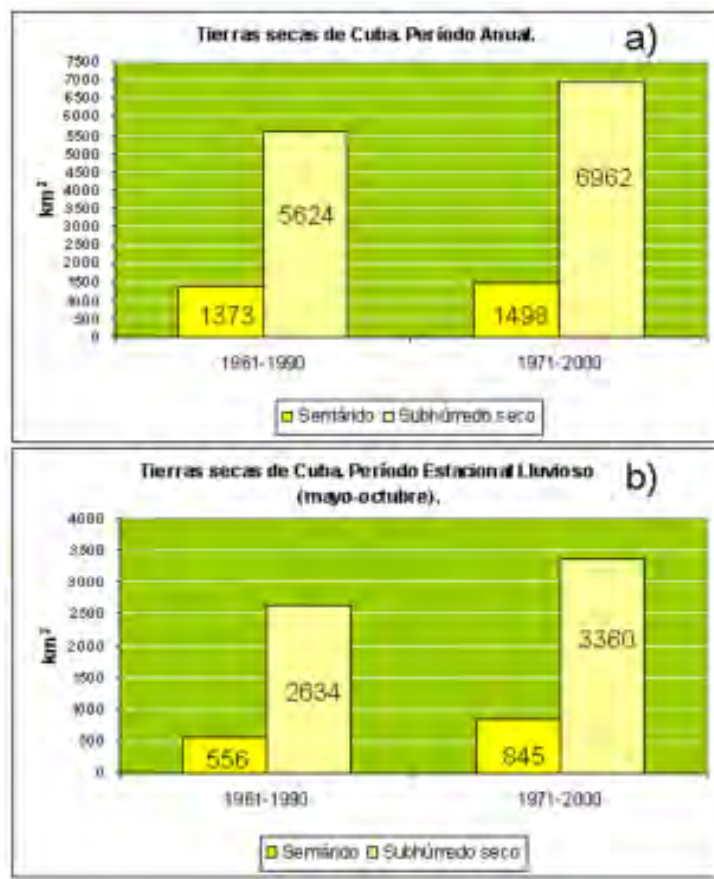


Las tierras secas del país afectadas por las condiciones de aridez en un año medio se encuentran en:

- Zona semiárida, desde la porción costera más oriental del municipio Santiago de Cuba hasta zona costera más oriental del municipio Imías, afectando la parte sur de los municipios Niceto Pérez, Caimanera, Guantánamo, Manuel Tames y San Antonio del Sur,
- Zona semiárida en la franja costera al este y sureste del municipio Maisí,
- Zona semiárida en la franja costera norte de la Bahía de Manatí, próxima al límite municipal Manatí – Puerto Padre,
- Zona sub-húmeda seca en la franja costera desde el municipio Guáimaro hasta Frank País, afectando su parte norte y la de los municipios Manatí, Puerto Padre, Jesús Menéndez, Gibara, Rafael Freyre, Banes, Antilla y Mayarí.
- Zona sub-húmeda seca en la franja costera norte desde Cabo Lucrecia, municipio Banes, hasta el Municipio Frank País, afectando a los anteriores y a Antilla y Mayarí.
- Zona sub-húmeda seca en la zona central de las provincias orientales, afectando los municipios Urbano Noris, Báguanos y Cacocum, provincia Holguín, Cauto Cristo y Bayamo, provincia Granma y porción norte de los municipios Contramaestre, Palma Soriano y Mella provincia Santiago de Cuba.
- Zona sub-húmeda seca desde la zona costera más occidental del municipio Niquero hasta la zona costera más occidental del municipio Pilón, provincia Granma.
- Otras zonas sub-húmedas secas pueden observarse en la zona próxima a Playa Girón, costa sur de Matanzas y en zonas muy cercanas al litoral de los municipios Güira de Melena, Quivicán y Batabanó, provincia La Habana.

Estos resultados, pueden ser interpretados como el impacto del incremento de la sequía en el medio ambiente natural cubano expuesto en los Capítulos 1 y 2 previamente expuestos.

Figura 3.4. Resultados del Índice de Aridez para un año medio y un período lluvioso medio de los treintenos 1961-1990 y 1971-2000.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appa Rao, G. 1986:** «Mapas de probabilidad de sequías». Reporte número 24 de la CMAg. Ginebra, Suiza.
- Academia de Ciencias de Cuba. 1989:** «Nuevo Atlas Nacional de Cuba» Editado por el Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba, el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía y el Instituto Geográfico Nacional de España.
- Allen, R., L. Pereira, D. Raes y M. Smith. 1998:** «Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements». In FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 301 p.
- Centella, A., I. Naranjo, L. Paz, P. Cárdenas, B. Lapinel, M. Ballester, R. Pérez, A. Alfonso, C. González, M. Limia y M. Sosa 1997:** «Variaciones y cambios del clima en Cuba». Informe Técnico. Centro Nacional del Clima, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba, 58 p.
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación. 1995:** DPCSD/CCD/95/2). Secretaría Provisoria de la CCD, Ginebra, 71 pp.
- Eldin, M. 1986:** «Variabilité climatique. Analyse et incidences sur l'établissement et l'utilisation des bilans hydriques pour le zonage agri-pedo-climatique». Pp 343-352.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1995:** «Digital Soil Map of the world». Software Library (CD-ROM).
- Frère M., J. Q. Rijks y J. Rea. 1978:** «Estudio Agroclimatológico de la Zona Andina», en Nota Técnica No. 161 de la OMM, Ginebra, Suiza, 297 p.
- GEOCUBA. 2003:** «Base Topográfica Digital a Escala 1:250 000 de la República de Cuba en Formato MapInfo». Disco Compacto. La Habana. Cuba.
- Gibbs, W. J. 1987:** «A Drought Watch System». WMO/TD-No. 193. World Meteorological Organization. 23 pp.
- Instituto de Planificación Física. 2001:** «Análisis y Cartografía a la Inseguridad Alimentaria en Cuba». Proyecto VAM Cuba. 145 p.
- Instituto de Planificación Física. 2003:** «Análisis y Cartografía a la Inseguridad Alimentaria en Cuba». Actualización. Proyecto VAM Cuba. Instituto de Planificación Física. La Habana. 92 p.
- Lapinel, B., D. Pérez, V. Cutié, C. Fonseca, R. Aroche, et al. 2000:** «Interconexión entre eventos en la categoría de forzamiento climático y la ocurrencia de sequía en Cuba». Informe científico técnico de resultado de investigación. Proyecto 01301017 Causas de la sequía en Cuba y su pronóstico. Instituto de Meteorología. La Habana 53 p. y 3 a.
- Lapinel, B., R.E. Rivero, Virgen Cutié, R.R. Rivero, N. Varela y M. Sardinias. 1993:** «Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía: Análisis del período 1931 – 1990. Informe Científico Técnico, Centro Meteorológico Provincial de Camagüey, Cuba, 45 p.
- Lapinel, B., N. Varela y V. Cutié (1998):** Sequía, aridez y desertificación. Términos de referencia. Nueva versión del Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía. Informe Científico Técnico Oficina Territorial de, Camagüey.
- Lapinel, B., R. E. Rivero, R. Aroche, R. R. Rivero, D. Pérez, V. Cutié, C. Fonseca, A. Roque, N. Varela, O. Álvarez, T. Gutiérrez, I. Pérez, M. Seguí, P. Ortiz, R. Pérez, I. Galindo, R. Báez, I. Rivero, M. Sardiñas, V. Guevara, D. García, J. Morejón, E. Hechavarría, A. González, e I. Hernández (2000):** «Causas de la sequía en Cuba y su pronóstico». Informe de Resultado Científico Técnico. INSMET.
- Lapinel, B., R. Pérez, R. Aroche, V. Cutié, D. Pérez, R. Báez, I. Rivero, A. Roque y E. Hechavarría (2003a):** La sequía de corto período durante los meses de abril, mayo y junio de 1998 en Cuba. Revista Brasileira de Meteorología, v18, n2, 131-138, 2003.

Lapinel, B., C. Fonseca, V. Cutié, D. Pérez, R. Aroche, R. Báez, R. E. Rivero, I. Rivero, R. Pérez (2003b): «Monografía del Proyecto 0421. La Sequía en Cuba». Obra Científica. Instituto de Meteorología. La Habana. 243 p.

Lim, B.E. Spanger-Siegrid, I. Burton, E. Malone, S. Huq (2005): Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático, 258pp, PNUD, New York, NY 10017.

Organización Meteorológica Mundial. 1992: «Vocabulario Meteorológico Internacional». OMM NO. 182

Sivakumar, M. V. K. 2002: «Drought Information in Agrometeorological Bulletins». Proceedings of the Inter Regional Workshop on Improving Agrometeorological Bulletins. Bridgetown, Barbados. AGM-5 WMO/TD No. 1108. 15 – 19 October, 2001. Pp. 237-248.

Solano, O y R. Vázquez. 1999: «Modelo agrometeorológico de evaluación de la Sequía Agrícola». Disco de las publicaciones de los trabajos presentados en la Convención Trópico'99, en el Congreso de Meteorología Tropical. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. Referencia MT 026. 4 p.

Solano, O., R. Vázquez, C. J. Menéndez y J. A. Menéndez. 2000a: «Sistema Agrometeorológico Operativo para la Detección y Seguimiento de la Sequía Agrícola en Cuba». En Actas de la Reunión de Expertos de las Asociaciones Regionales III y IV Sobre Fenómenos Meteorológicos Adversos. Caracas, Venezuela, 12 – 14 de julio de 1999. Pp 45 – 54.

Solano, O., R. Vázquez y E. Pérez. 2000b: «Evaluación de las sequías agrícolas de 1998 y 1999 en Cuba». En actas de la reunión de expertos de las Asociaciones Regionales III y IV sobre fenómenos meteorológicos adversos. Caracas, Venezuela, 12-14 de julio de 1999. pp 21-29.

Solano, O. y R. Vázquez. 2002: «Estudio de caso de la Sequía Agrícola en las cinco provincias más orientales de Cuba». Disco compacto de las Memorias del Primer Seminario Taller «La Física en la Meteorología». Ciudad de La Habana. Cuba. 23 p.

Solano, O., R. Vázquez, J.A. Menéndez y M.E. Martín. 2003a: « Modelo agroclimático de balance hídrico del suelo. Formulación y representación espacial». Informe científicotécnico de resultado de investigación. Proyecto «Pronóstico de peligro de incendio forestales, su seguimiento y evolución, utilizando técnicas de observación terrestre y la percepción remota». Instituto de Meteorología. La Habana. 30 p.

Solano, O., R. Vázquez, J.A. Menéndez y C.J. Menéndez. 2003b: «Estudio de la evapotranspiración de referencia en Cuba». Revista Cubana de Meteorología, Instituto de Meteorología del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Vol. 10 No. 1, pp. 33-38

Solano, O., R. Vázquez, J.A. Menéndez y M.E. Martín. 2003c: «Modelo agroclimático para el cálculo del índice de humedecimiento modificado». Informe científico técnico de resultado de investigación. Proyecto «Pronóstico de peligro de incendios forestales su seguimiento y evolución, utilizando técnicas de observación terrestre y la percepción remota». Instituto de Meteorología. La Habana. 22 p.

Solano, O., R. Vázquez, C. Menéndez, J.A. Menéndez y M.E. Martín. 2005: «Evaluación de la Sequía Agrícola en Cuba». Revista Cubana de Meteorología. Instituto de Meteorología. Vol. 12 No. 2. La Habana. pp 3-14.

Solano, O., R. Vázquez and M.E. Martín. 2006: «A study of the spatial extension of agricultural drought in Cuba and its hyper-annual trends». In Climate Variability and Change—Hydrological Impacts (Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference held at Havana, Cuba, November 2006), IAHS Publ. 308, 2006, pp 315-318.

United Nations Environment Programme 1992: «World Atlas of Desertification» UNEP Nairobi & Edward Arnold, London, 69 pp

Vázquez, R. y O. Solano. 1999. Sistema de seguimiento agrometeorológico decadal de la sequía agrícola. Disco Compacto de las Memorias de la Convención Trópico' 99, en el Congreso de Meteorología Tropical. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba, Ref. MT 009, 5 p.

World Meteorological Organization. 1975: «Drought and agriculture» Technical note No. 138.

World Meteorological Organization. 1994: «A decadal against natural disasters». WMO No. 799. 20p.

El PNUD-Cuba se complace en presentar la siguiente publicación, que forma parte de un conjunto de dos tomos titulados: *Tomo I La sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y en la República Dominicana* y *Tomo II Políticas de adaptación a la sequía actual y proyectada en la República de Cuba y en la República Dominicana*.

El documento forma parte de los resultados obtenidos dentro del Proyecto PNUD *Desarrollo y Adaptación al Cambio Climático* llevado a cabo por la República de Cuba y la República Dominicana con el apoyo financiero de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional. En el caso específico de Cuba, los resultados son también parte del proyecto PNUD/GEF *Fomento de Capacidades para la Fase II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba*.

