

Análisis de la Sequía Agrícola establecida en la República Dominicana desde 1971 al 2000

RANSÉS VÁZQUEZ¹, OSCAR SOLANO¹, SOLANGEL YOKASTA GONZÁLES², LEONCIO DUARTE² & DANIEL CAMACHO²

¹Centro de Meteorología Agrícola, Instituto de Meteorología. Apartado postal 17032, CP 11700, Habana 17, Ciudad de La Habana, Cuba
rances.vazquez@insmet.cu

²Oficina Nacional de Meteorología de la República Dominicana. Apartado Postal 1153, Los Mameyes, Santo Domingo, DN. República Dominicana

Resumen Se realizó una investigación científica del comportamiento de la Sequía Agrícola en la República Dominicana basada en la utilización de técnicas avanzadas y actualizadas en el terreno internacional y métodos generados en Cuba. La serie estudiada corresponde a períodos de diez días desde 1971 al 2000 y la resolución espacial empleada corresponde a píxeles de 4 km. de lado. Los tabuladores electrónicos y los Sistemas de Información Geográfica permitieron la ejecución algorítmica y la redacción cartográfica. Los resultados (diagnósticos, tendencias y probabilidades de ocurrencia) aportan una valiosa herramienta para la evaluación y el manejo del riesgo que origina este evento climático extremo, pues permite la prevención y la preparación de las comunidades para atenuar sus efectos negativos y contribuye a la toma de decisiones estratégicas y tácticas de operaciones agrícolas.

Palabras clave sequía agrícola; sistemas de información geográfica; zonificación agroclimática; tendencias; probabilidades; Cuba.

Analysis of agricultural droughts in the Dominican Republic, 1971–2000

Abstract An investigation of the characterization of Agricultural Droughts in the Dominican Republic based on advanced and up to date international techniques and methods generated by Cuban experts was made. The studied series corresponds to ten-day periods from 1971 to 2000 and the spatial resolution used is 4-km grid squares. Use of spreadsheets and Geographical Information Systems allowed the calculations and thematic maps to be obtained. The results (diagnostic, trend and occurrence probabilities) are a valuable tool for the evaluation and handling of the risks associated with this extreme climatic event, because they allow prevention measures and the preparation of communities so as to attenuate the negative effects, and they contribute to the making of strategic and tactical decisions regarding agricultural operations.

Key words agricultural drought; Geographical Information Systems; agroclimatic mapping; trend; probabilities; Cuba

INTRODUCCIÓN

En el contexto de agricultura, la Sequía Agrícola “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.

Teniendo en cuenta que las tendencias climáticas observadas en la región geográfica del Caribe en los últimos 30 años (Centella *et al.*, 1997) muestran el incremento de la frecuencia e intensidad de este fenómeno, los estudios relacionados con el conocimiento de la Sequía Agrícola deviene en una tarea de prioridad nacional y regional por el aporte que puede poner en manos de los tomadores de decisiones para que éstos puedan gestionar convenientemente el riesgo de sequía en el manejo agrícola.

El proyecto internacional CUB/03/009 “Desarrollo y Adaptación al cambio climático”, determinó realizar una investigación científica del comportamiento de la sequía meteorológica y agrícola en el ámbito caribeño. La República Dominicana y Cuba ejecutan esta tarea basada en la utilización de técnicas avanzadas y actualizadas en el terreno internacional y métodos generados en Cuba. El objetivo general de este trabajo fue evaluar y diagnosticar la Sequía Agrícola en la República Dominicana en cuanto a la extensión superficial de su categoría más severa década a década en una serie de 30 años (1971 al 2000), así como el análisis de su tendencia hiperanual y el peligro climático expresado en probabilidades de ocurrencia del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos se extrajeron de los archivos del Banco de Datos Climatológicos del Departamento de Climatología – División de Procesamiento de Datos de la Oficina Nacional de Meteorología de la República Dominicana (ONAMET). En la lluvia se utilizaron 76 pluviómetros (30 años de datos).

Para la evapotranspiración de referencia (ET₀) se procesó la información de temperaturas máxima y mínima, humedad relativa, viento e insolación de 12 estaciones meteorológicas (1975–1986). La década (diez días) fue el período temporal base.

La ET₀ se calculó según Menéndez *et al.* (1999). La formula se modificó a partir de la introducción de los valores empíricos de los coeficientes *a* y *b* en la formula tipo Angström determinados para la estación de Santo Domingo.

Según Solano *et al.* (2005a) fue calculado el Balance Agroclimatológico del Suelo y las Condiciones de Vegetación y de acuerdo a Solano *et al.* (2005a,b,c) se calculó la Sequía Agrícola. De esta última, las seis categorías pueden ser simplificadas a tres: Períodos Secos Cortos (agrupa los estadios iniciales de sequía); Presencia de Sequía Agrícola (agrupa al inicio y permanencia) y Ausencia de Sequía Agrícola (no se presentan períodos secos de ninguna longitud). La escala para la extensión superficial de la Presencia de Sequía Agrícola presenta tres categorías de acuerdo al porcentaje del área del territorio evaluado con Presencia de Sequía Agrícola (*X*) respecto a la suma total del área: pequeña son valores de $X < 20\%$, moderada son valores $20\% \leq X < 60\%$ y grande si $X \geq 60\%$.

Se generó una rejilla cuya cuadrícula representa una resolución espacial de 4 km de lado. Los límites geográficos del rectángulo: longitud mínima: -72.13, longitud máxima: -68.19, latitud mínima: 17.42, latitud 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 Caribbean)”, expresados en décimas de grado.

Con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se interpolaron los datos de las estaciones para la obtención de los valores por punto de rejilla de los parámetros necesarios para calcular el balance hídrico agroclimático del suelo. El método de interpolación usado fue el kriging con vario-grama lineal. La filosofía empleada es la de calcular y aplicar los algoritmos a cada cuadrícula mediante la combinación de herramientas disponibles en diversos softwares, tales como: los tabuladores electrónicos (hojas EXCEL), y los SIG, estos permitieron la interpolación a partir de la cual se le asigna a cada cuadrícula un valor temático. La rejilla es exportada como matriz (*x,y,z*) en formato (ASCII) e importada al EXCEL donde se ejecutan los cálculos para la determinación del balance, las condiciones de vegetación y la Sequía Agrícola, finalmente los resultados se ingresan nuevamente al SIG y se practica la redacción cartográfica y los cálculos áreales. La Fig. 1 nos presenta una síntesis del proceso seguido para diagnosticar la Sequía Agrícola mediante la combinación de herramientas anteriormente dicha.

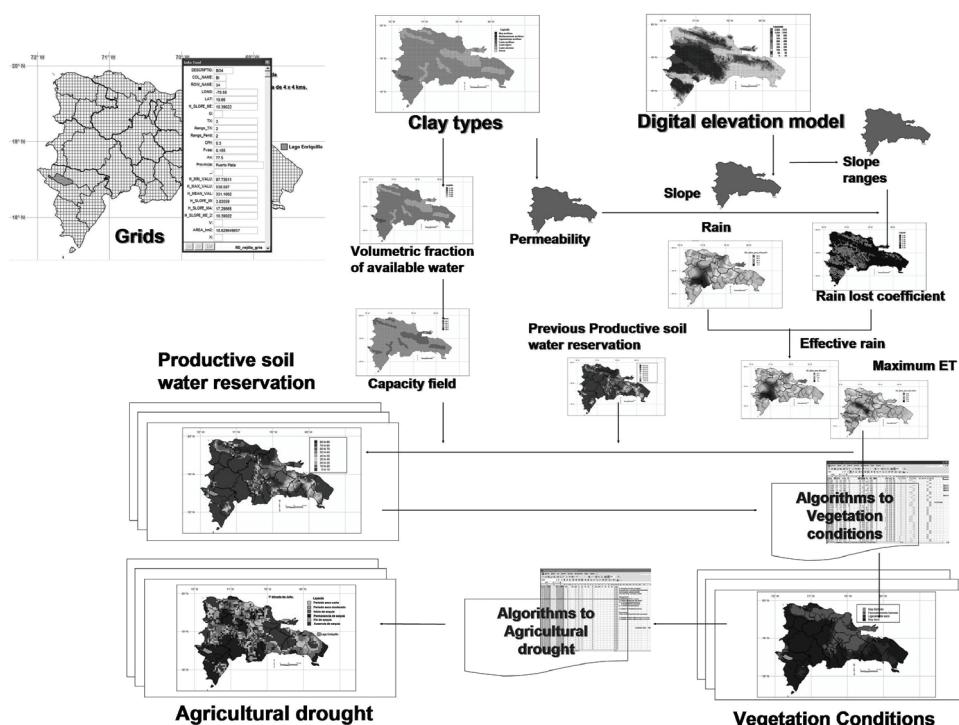


Fig. 1 Diagrama de flujo que muestra las operaciones realizadas y la combinación de herramientas para diagnosticar la Sequía Agrícola en la República Dominicana.

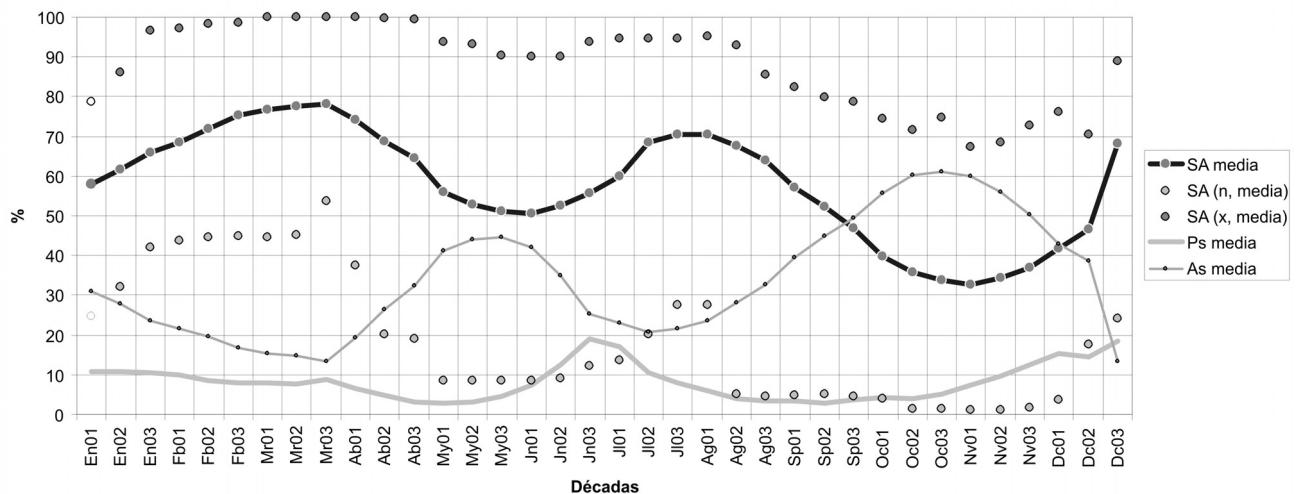


Fig. 2 Marcha anual de distintas categorías de expresión de la extensión superficial de la Sequía Agrícola en la República Dominicana, a escala nacional en el período 1971–2000.

RESULTADOS

La Fig. 2 presenta la marcha media anual nacional de la extensión superficial de las categorías de Sequía Agrícola. El valor representado es el por ciento promedio de casos presentes de la categoría en cuestión para todo el país.

La presencia de Sequía Agrícola en su distribución anual posee tendencias opuestas a la marcha de la ausencia de la Sequía Agrícola. En general la manifestación de la Sequía Agrícola 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%), 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. 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 Sequía Agrícola; al consultar en detalle los datos se verificó fue en 1975.

Análisis del peligro

La Tabla 1 presenta la probabilidad (%) que el área posee de estar en presencia de Sequía Agrícola para la nación y las 8 regiones climáticas. La misma información fue determinada para cada cuadrícula, donde cada punto del territorio nacional posee una probabilidad para cada década, 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 y los mapas se encuentran disponibles en el SIG.

En la primera década de enero 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 progresivamente comienza un aumento hacia el Norte y al Este de las áreas con alta probabilidad hasta la primera década de abril cuando el país alcanza el mayor valor (78%). En sentido inverso ahora comienza un decremento de las probabilidades en dirección sur hasta la segunda década de junio, aquí el país alcanza como promedio 51%. Luego aumenta hasta la primera década de agosto momento en que el país alcanza probabilidades promedios del 71% las zonas del centro al oeste y hacia el norte y las provincias del extremo oriental son las mas 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%.

Tabla 1 Valores promedios porcentuales areales y decadales de la cobertura espacial de la Sequía Agrícola areales (nación y regiones).

Décadas	Nacional	Regiones							
		Sur	Suroeste	Noroeste	Norte	Norcentral	Central	Nordoste	Este
En01	52	78	80	56	43	54	43	7	46
En02	58	82	88	61	46	63	49	7	57
En03	62	84	91	63	49	67	54	9	63
Fb01	66	86	94	68	52	74	60	14	67
Fb02	69	88	95	69	54	78	63	19	72
Fb03	72	89	94	73	57	82	68	26	76
Mr01	75	91	95	77	62	85	72	33	80
Mr02	77	92	93	78	63	86	75	38	82
Mr03	78	92	92	79	64	84	77	43	82
Ab01	78	93	88	79	65	83	78	48	83
Ab02	74	93	80	76	63	75	75	43	78
Ab03	69	90	73	67	57	69	73	46	66
My01	65	85	67	63	56	62	69	48	59
My02	56	80	60	52	49	54	58	39	47
My03	53	78	57	46	48	50	54	37	44
Jn01	51	76	54	43	49	51	51	35	43
Jn02	51	75	55	41	50	52	48	35	43
Jn03	53	75	58	43	54	55	48	37	46
Jl01	56	77	61	47	60	60	51	36	50
Jl02	60	81	64	51	72	67	52	36	55
Jl03	69	86	75	61	82	75	58	42	67
Ag01	71	87	77	69	87	76	59	41	68
Ag02	70	87	78	71	90	78	55	39	66
Ag03	68	86	75	66	89	75	52	37	62
Sp01	64	81	70	63	86	72	48	36	57
Sp02	57	77	62	55	79	64	43	33	48
Sp03	52	73	57	51	73	61	40	29	41
Oc01	47	69	53	47	64	55	34	23	34
Oc02	40	63	47	36	53	48	28	18	27
Oc03	36	59	45	34	45	41	26	13	23
Nv01	34	58	44	32	40	37	26	10	21
Nv02	33	58	45	33	36	35	26	7	20
Nv03	34	59	49	35	37	37	28	7	21
Dc01	37	63	54	40	38	39	30	7	24
Dc02	42	67	60	44	41	43	35	7	32
Dc03	47	72	71	51	42	49	37	7	39
Media	58	79	69	56	58	62	51	28	53

Tendencia hiperanual de la Sequía Agrícola

La evaluación anual provincial de la extensión superficial de la Sequía Agrícola, para cada año, expresada en porcentaje de área afectada respecto a la superficie total de cada una de ellas se comenta a continuación y la Fig. 3 resalta los años extremos.

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 Nordoste (1971, 1972, 1973, 1974, 1976, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1986, 1987, 1988, 1989, 1995, 1996 y 1999).

La tendencia hiperanual (Fig. 4) en la década de los ochenta resultó ser mas húmeda que el resto de la serie, sin embargo al realizar un corte a la serie a partir de 1979 se pone de manifiesto la tendencia al aumento en extensión de área ocupada por la Sequía Agrícola hacia los años más

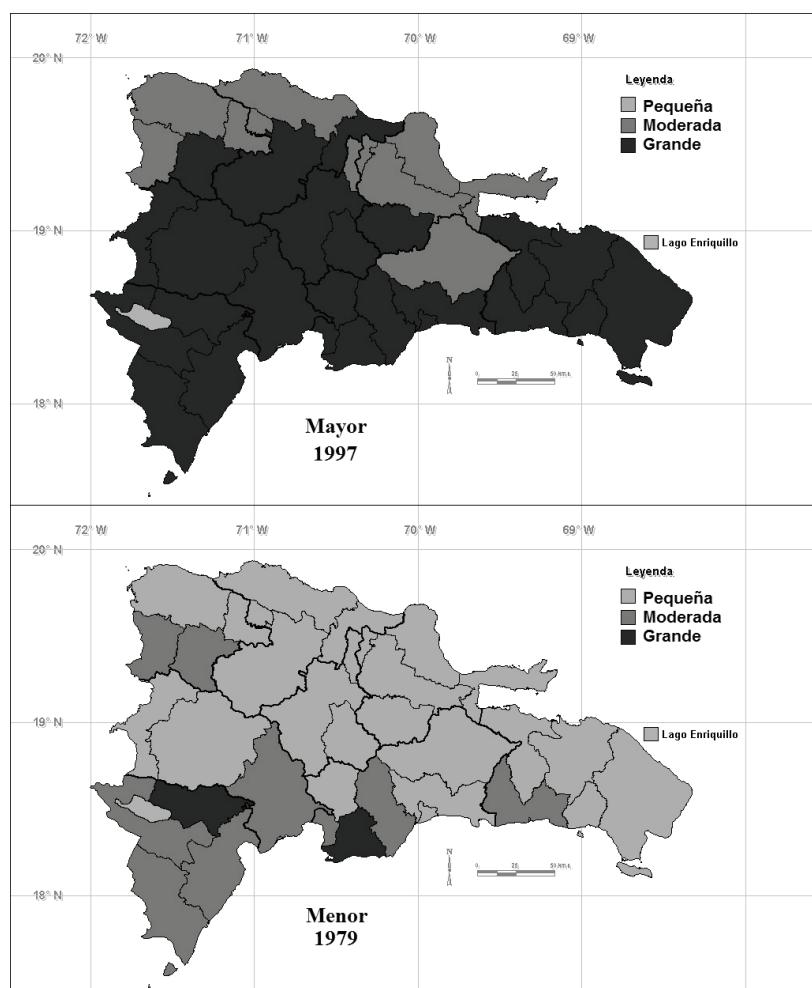


Fig. 3 Rangos de la extensión anual provincial de la Sequía Agrícola (%) de los años extremos.

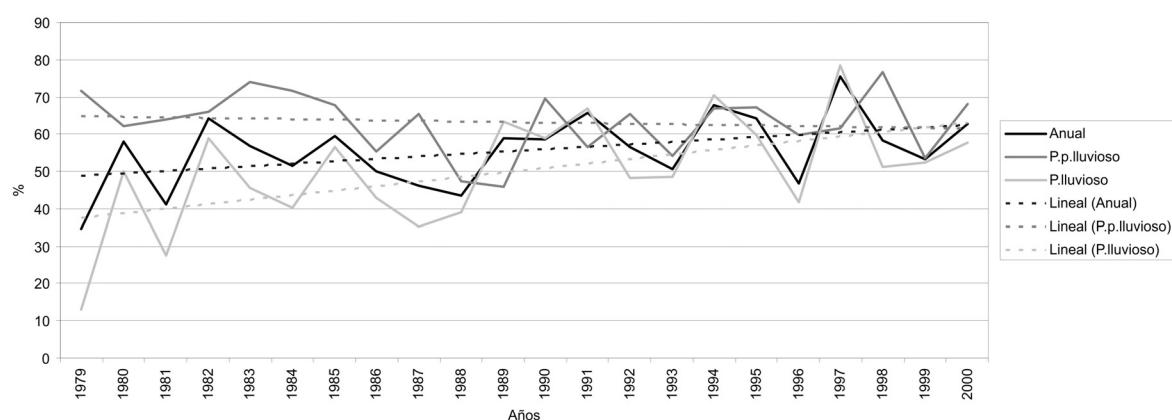


Fig. 4 Tendencia hiperanual y por períodos estacionales poco lluvioso (P.p.lluvioso) y lluvioso (P. lluvioso) de la afectación nacional de Sequía Agrícola de la serie 1979–2000.

recientes, a excepción del período poco lluvioso cuya tendencia es ligeramente al decrecimiento mientras que en el período lluvioso el incremento si es muy marcado. Como promedio a partir de 1979 anualmente la nación aumentó 30 446 ha para esos últimos 22 años determinados por la ecuación: $y = 0.6587x + 48.079$. Lo anterior 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) expresaba 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. En general no sería muy aventurado considerar que este comportamiento detectado para la Isla de Cuba ha estado influenciando el Caribe oriental.

REFERENCIAS

- Centella, A., Naranjo, L., Paz, L., Cárdenas, P., Lapinel, B., Ballester, M., Pérez, R., Alfonso, A., González, C., Limia, M. & Sosa, M. (1997) Variaciones y cambios del clima en Cuba. Informe Técnico. Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.
- Lapinel, B., Rivero, R. E., Cutié, V., Rivero, R. R., Varela, N. & Sardinas, M. (1993) Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía: Análisis del período 1931–1990. Informe Científico Técnico, Centro Meteorológico de Camagüey, Cuba.
- Menéndez J. A., Solano, O. & Vázquez, R. (1999) Estimación de la Evapotranspiración de Referencia por el Método de Penman-Monteith. CD Memorias de la Convención Trópico' 99, Ref. MT 001. La Habana, Cuba.
- Solano, O., Vázquez, R., Menéndez, C., Menéndez, J. & Martín, M. E. (2005a) Manual de técnicas y procedimientos para el desarrollo de la climatología de la Sequía Agrícola. Proyecto PNUD-CUBA RLA/01/013 Strengthening Links Between Development and Climate Change Adaptation in the Caribbean.
- Solano, O., Vázquez, R., Menéndez, C., Menéndez, J. & Martín, M. E. (2005b) Evaluación de la Sequía Agrícola en Cuba. *Revista Cubana de Meteorología* 12(2), 3–14.
- Solano, O., Vázquez, R., Menéndez, C. & Martín, M. (2005c) Evaluación científica de los riesgos asociados a la ocurrencia de la Sequía Agrícola en las repúblicas de Cuba y Dominicana. Informe final Proyecto PNUD-CUBA RLA/01/013 Strengthening Links Between Development and Climate Change Adaptation in the Caribbean.