

Evaluación de las precipitaciones en unidades de producción cañera (Original)
Evaluation of rainfall in sugarcane production units (Original)

Armentina Ramírez Rubio. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba.
[\[aramirezrubio@udg.co.cu\]](mailto:aramirezrubio@udg.co.cu) 

Roberto Rosell Pardo. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba.
[\[rrosellp@udg.co.cu\]](mailto:rrosellp@udg.co.cu) 

Yulier Gutiérrez Machado. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba.
[\[ygutierrezm@udg.co.cu\]](mailto:ygutierrezm@udg.co.cu) 

Recibido: 23-07-2021 / Aceptado: 15-12-2021

Resumen

Este trabajo se realizó en la UEB “Enidio Díaz Machado”, en el período 1989 – 2018 con un análisis histórico de las precipitaciones ocurridas en 31 años los cuáles fueron recogidos con pluviómetros en los registros meteorológicos de las unidades en el período investigado y se calculó el promedio de todas las lluvias por meses con el objetivo de determinar la distribución mensual de la precipitación para lograr una mejor preparación agrotécnica y siembra de diferentes cultivos en el territorio para minimizar las pérdidas por el impacto climático donde se observa un incremento de precipitaciones de mayo hasta agosto con valores de 160 milímetros de lluvias y la tendencia de precipitaciones disminuyó en la última década a 681,3 mm anual debido al efecto de los cambios climáticos.

Palabras clave: precipitaciones; agroecología; riesgos climáticos.

Abstract

This work was carried out in the UEB “Enidio Díaz Machado”, in the period 1989 - 2018 with a historical analysis of the precipitations that occurred in 31 years which were collected with rain gauges in the meteorological records of the units in the investigated period and it was calculated the average of all rains per month in order to determine the monthly distribution of precipitation to achieve better agrotechnical preparation and sowing of different crops in the territory to minimize Losses due to climatic impact where an increase in rainfall is observed from May to August with values of 160 millimeters of rainfall and the rainfall trend decreased in the last decade to 681,3 mm per year due to the effect of climate changes.

Keywords: precipitation; agroecology; climatic risks.

Introducción

El parámetro más importante de la agricultura es la precipitación; sin embargo, es la variable más difícil de medir con precisión. Para una gran variedad de decisiones agronómicas, el seguimiento preciso de las precipitaciones reales durante el transcurso de una temporada puede ser muy importante y la capacidad para proporcionar pronósticos útiles de precipitación más allá de las próximas horas no depende en gran medida de nuestra capacidad para medir con pluviómetro lo que realmente ha sucedido por ser espacialmente variables, con grandes diferencias a menudo con distancias pequeñas.

El cambio climático está afectando a la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia de la población rural en todo el mundo. Sin embargo, cuando se trata de desarrollar políticas para abordar sus impactos, los responsables de la toma de decisiones no suelen tener acceso a los datos sobre los efectos del cambio climático. En este sentido, cuando se ejecutan actividades de proyectos sobre adaptación al cambio climático, frecuentemente se carece de información sobre las vulnerabilidades específicas de cada país.

Las lluvias tienden a ser erráticas y habrá años lluviosos o menos lluviosos, los cultivos plantados utilizan las lluvias como fuente de agua, tienden a tener cosechas buenas y malas dependiendo de si llueve suficiente o no o incluso se pueden perder las cosechas si llueve demasiado, las defensas que tiene el agricultor en este caso es mejorar el suelo al máximo para aumentar la capacidad de almacenamiento de agua y que los cultivos no sufran por falta de agua si las lluvias no tienen la regularidad requerida (Arteaga et al., 2006), (García y Cruz, 2008).

El futuro profesional de la carrera de agronomía debe manejar de forma racional los recursos naturales involucrados en la producción agropecuaria, requiere del conocimiento y aplicación de métodos científicos y de la tecnología con el fin de resolver aquellos problemas que impidan alcanzar el máximo rendimiento de las diferentes especies cultivadas, y de ésta manera obtener producciones con calidad al menor costo posible (Álvarez, 1989).

Por lo que se determinó ¿Cómo determinar la mejor época de siembra de diferentes cultivos a partir de los análisis de las lluvias en el municipio y su influencia en las estrategias en las producciones agrícolas en la UEB “Enidio Díaz Machado”? Por lo que se determina la distribución mensual de la precipitación para lograr una mejor preparación agrotécnica y siembra de diferentes cultivos en el territorio para minimizar las pérdidas por el impacto climático y en específicos determinar el promedio de las precipitaciones caídas en el período investigado en la UEB “Enidio Díaz Machado”, a través de un análisis retrospectivo de los datos recogidos por los diferentes pluviómetros en las unidades de producción.

Calcular las probabilidades de ocurrencias de las precipitaciones caídas en el período investigado en la UEB “Enidio Díaz Machado”, para determinar la tendencia en los últimos años.

Materiales y métodos

Población y Muestra

La investigación se realizó en un período de 31 años desde 1989 hasta 2018 y el objeto de estudio fueron las precipitaciones caídas durante ese periodo de tiempo en las 14 unidades de producción cañeras de la UEB “Enidio Díaz Machado” perteneciente al municipio de Campechuela, ubicadas en seis consejos populares del territorio, los datos disponible fueron recogidos en pluviómetro en los registros meteorológicos de cada lugar con diferentes variables a medir como:

- ✓ Promedio de las precipitaciones por meses caídas en el período de 31 años.
- ✓ Probabilidades de las precipitaciones caídas en el período de 31 años.
- ✓ Cálculo de fluctuaciones de las precipitaciones.

Para el procesamiento del promedio de precipitaciones se calculó dividiendo la suma de todos los datos observados, por el número de registro de los mismos (Marrero et.al, 1980).

Años	Ene	Feb	Marz	Abril	Mayo	Juni	Julio	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom anual
1989	0,3	30,4	53,0	68,8	173,0	55,1	173,1	124,4	163,4	61,4	33,4	42,5	81,6
1990	12,4	10,8	56,4	38,4	230,7	95,9	82,0	126,3	204,2	163,0	99,4	21,5	95,1
1991	6,2	24,8	13,2	73,6	319,2	79,5	57,8	157,9	99,9	85,6	109,4	9,9	86,4
1992	2,7	90,5	10,7	88,4	109,7	166,9	196,4	122,3	104,9	121,2	26,7	1,6	86,8
1993	91,6	0,6	117,9	53,7	247,3	159,4	96,9	130,0	150,7	80,3	124,1	66,0	109,9
1994	45,3	87,7	12,4	71,3	336,3	56,6	86,0	113,5	91,0	77,4	26,7	41,2	87,1
1995	160,7	16,6	37,0	5,6	85,6	57,7	142,6	67,3	97,9	152,8	6,1	26,5	71,4
1996	35,6	9,4	51,1	74,4	102,3	231,3	132,7	192,0	190,3	150,0	67,1		112,4
1997		106,6	75,8	43,4	94,8	180,5	131,1	150,9	101,2	44,2	50,1	71,6	95,5
1998	100,1	52,8	153,3	32,2	76,7	181,8	90,9	188,0	126,3	60,0	103,5		106,0
1999	45,0	46,0	62,0	238,0	298,3	276,1	127,3	224,4	173,0	150,5	103,5		158,6

2000	54,5	21,9		184,0	229,0	160,3	127,2	119,0	149,0	264,5	103,5	69,9	134,8
2001	20,3	68,7	61,0	78,3	192,0	93,0	182,7	140,0	219,2	275,1	103,5	76,8	125,9
2002	79,6	23,4	25,5	82,2	162,6	144,0	127,9	324,7	266,6	94,5	103,5		130,4
2003	61,5	15,0	22,6	14,0	36,0	129,5	186,0	213,0	92,2	81,9	103,5	41,8	83,1
2004	6,0		20,9	87,0	136,3	76,4	103,8	133,3	88,4	63,0	103,5		81,9
2005	41,0		22,0	128,0	110,1	118,9	135,0	82,0	57,4	122,4	103,5	36,0	86,9
2006	69,3	29,0		22,0	137,0	197,8	166,0	82,2	105,0	41,0	103,5	64,0	92,4
2007	48,0	16,1	37,8	148,0	158,2	92,9	99,0	246,5	136,7	273,1	103,5	38,5	116,5
2008	11,6	16,0	20,0	51,4	38,6	235,5	136,2	135,0	30,7	88,0	146,8	65,0	81,2
2009	36,0	32,0		69,5	272,8	125,5		188,0		60,0	103,5		110,9
2010	14,0	66,5		146,0	127,4	120,0	137,0	113,5	34,4	37,5		18,0	81,4
2011			81,0	111,0	128,0	228,0	305,0	210,2	111,5	191,9	299,5	83,9	175,0
2012	7,0	7,0	66,5	299,0	149,0	122,0	132,6	113,5	121,5	136,4	18,0	6,0	98,2
2013	12,0	55,5	10,5	24,9	270,2	242,1	223,1	197,1	229,2	167,0	120,0	6,0	129,8
2014	11,7	57,5	32,0	26,0	34,0	120,0	232,0	120,0	212,5	235,6	147,8	56,0	107,1
2015	51,0	58,0	67,0	98,0	56,8	228,2	128,2	129,2	28,2	89,2	29,0		87,5
2016		10,0			149,5	133,3	134,5	232,3		37,3	46,0		106,1
2017		68,5	20,2	37,0	99,0	122,0	167,1	176,1		66,1	16,1	67,1	83,9
2018	28,0		10,0	29,0	298,5	120,0	203,0	99,3	12,0	49,5		12,0	86,1
2019	96,0		69,5	85,5	124,0	123,0	144,0	268,0	106,0	107,0	88,5	154,0	124,1
Prom mens	42,5	39,3	46,5	83,6	160,7	144,3	146,2	158,7	125,1	117,0	89,4	46,8	103,4

TABLA 1. Cálculo de promedio de las precipitaciones de 31 años en la UEB "Enidio Díaz Machado".

En el procedimiento para el cálculo de la frecuencia y las probabilidades se realizó mediante los siguientes pasos.

1º Paso. Se ordena los valores de mayor a menor y se le asigna una columna continua el número de orden correspondiente. (Ejemplo, el valor mayor se le asigna el uno, el siguiente dos y así sucesivamente).

2^{do}. En la columna siguiente se aplica para cada número de orden la fórmula de suma de probabilidades; $n/(N+1)$, donde n es el número de orden; y N año es el número de años de la población.

3^{ro}. En la columna siguiente se multiplica cada valor por 100, para dar el resultado de la frecuencia en porcentaje. Estos por cientos se interpretan como la probabilidad de ocurrencia de un determinado valor mayor o igual al de fila correspondiente.

4^{to} En la columna siguiente se calculan los valores a partir de hallar el completamiento de cada porcentaje para llegar a 100%. Estos valores se interpretan como la probabilidad de ocurrencia de un valor menor o igual al de la fila correspondiente.

La caracterización agroclimática asumida desde los niveles de probabilidad representa una gran garantía de mayor confiabilidad. Internacionalmente al asumir un nivel de riesgo, en los proyectos en ecosistemas agrícolas, del 75% de probabilidades de tener éxitos o superior a este es aceptado como bueno.

Años	Lluvias mm	(orden)	n	$n/(N+1)$	$n/(N+1)*100$ $p(x_i > x_0)$	$100p(x_i > x_0)$
1989	978,53	2165,6	1	0,03	3,0	97
1990	1141	1732,63	2	0,06	6,0	94
1991	1650,8	1650,8	3	0,09	9,0	91
1992	1042	1649,1	4	0,13	13,0	87
1993	1318,5	1557,6	5	0,16	16,0	84
1994	1044,7	1510,6	6	0,19	19,0	81
1995	856,4	1482,8	7	0,22	22,0	78
1996	1236,2	1434,5	8	0,25	25,0	75
1997	1201,1	1398,3	9	0,28	28,0	75
1998	2165,6	1318,5	10	0,31	31,0	69
1999	1732,63	1285,1	11	0,34	34,0	66
2000	1482,8	1250,1	12	0,38	38,0	62
2001	1510,6	1236,2	13	0,41	41,0	59
2002	1434,5	1201,1	14	0,44	44,0	56
2003	996,5	1141	15	0,47	47,0	53
2004	824,6	1065,5	16	0,50	50,0	50
2005	956,3	1063,9	17	0,53	53,0	47

2006	1016,8	1044,7	18	0,56	56,0	44
2007	1398,3	1042	19	0,59	59,0	41
2008	974,8	978.53	20	0,63	63,0	37
2009	887,3	1016,8	21	0,66	66,0	34
2010	814,3	996,5	22	0,69	69,0	31
2011	1649,1	974,8	23	0,72	72,0	28
2012	1065,5	962,8	24	0,75	75,0	25
2013	1557,6	956,3	25	0,78	78,0	22
2014	1285,1	887,3	26	0,81	81,0	19
2015	962,8	856,4	27	0,84	84,0	16
2016	742,9	824,6	28	0,88	88,0	12
2017	1063,9	814,3	29	0,91	91,0	9
2018	681,3	742,9	30	0,94	94,0	6
2019	1250,1	681,3	31	0,97	97,0	3

Análisis de los resultados

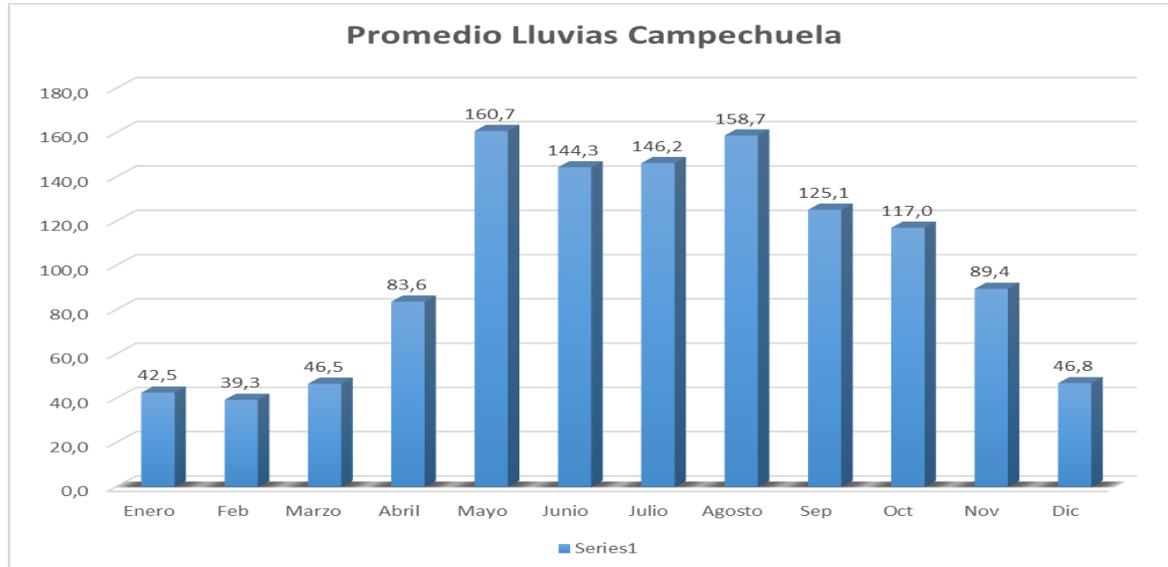


Gráfico 1. Promedio de las precipitaciones de 31 años de la UEB Enidio Díaz Machado.

El gráfico 1, muestra el promedio de las precipitaciones caídas por meses en 31 años en 14 unidades de producción perteneciente UEB “Enidio Díaz Machado” ubicadas en seis consejos populares del municipio Campechuela, mostrando valores 39 milímetros de lluvias hasta 85 milímetros de lluvias promedios en los meses desde enero hasta abril, luego se observa un

incremento de precipitaciones de mayo hasta agosto donde se alcanzan los mayores valores de 157 milímetros hasta 160 milímetros de lluvias y en los meses de septiembre a diciembre va descendiendo gradualmente la cantidad de lluvia de 125 milímetros hasta 48 milímetros.

En el gráfico se demuestra que en la campaña de frío son los menores valores de precipitaciones por tanto los requerimientos hídricos de los cultivos a plantar en todo su etapa vegetativa deben estar dentro de los rangos descritos por el gráfico en el caso de no existir el riego para los cultivos a plantar y de esta manera adoptar las medidas pertinentes para una producción exitosa. La planificación de las actividades culturales en cada cultivo, dependerá de su eficiencia y eficacia para el éxito en las producciones a obtener, los valores más altos de precipitaciones se obtienen en la campaña de primavera, describiéndose el mes de mayo y agosto como los de mayores valores, en este caso se impone la necesidad de un balance de los recursos necesarios disponibles para una campaña exitosa. El uso y manejo adecuado de los recursos naturales en el tiempo y en el espacio son decisivos para la agricultura por campaña, la de frío que comienza el 1 de septiembre hasta el 28 de febrero y la de primavera desde el 1 de marzo y culmina el 31 de agosto de cada año.

Las observaciones diarias, mensuales, anuales de las precipitaciones se hacen necesarias para llevar a cabo los pronósticos de riegos, los tipos de suelos existentes, la pérdida de agua por percolación, escurrimiento y evotranspiración, las temperaturas diarias y mensuales, la posible aparición de plagas, aplicación de fertilizantes, la planificación de siembra, cosecha y otras tareas que resultan de alto interés para la producción agrícola y pronósticos de rendimientos del cultivo a plantar.

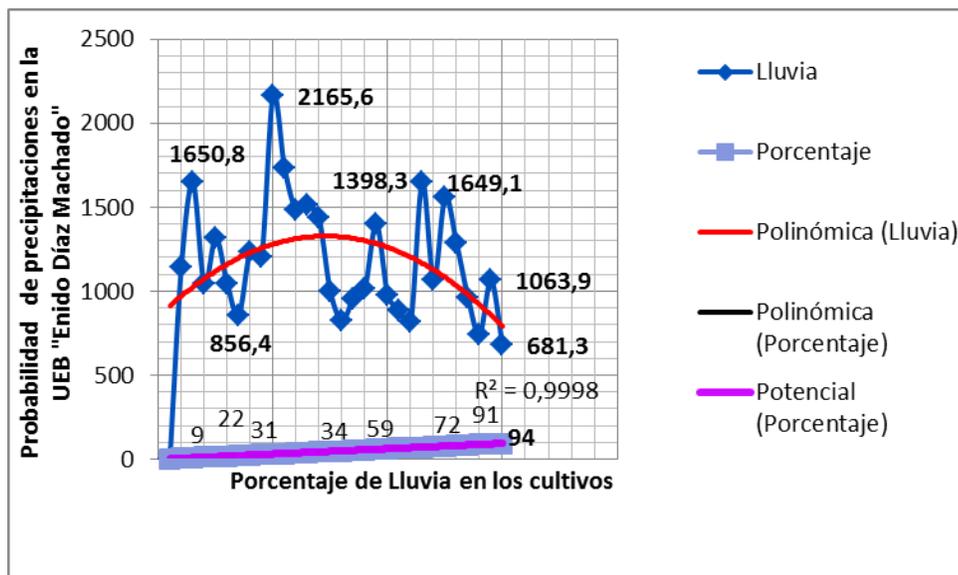
García (2003) plantea que caracterizar la vulnerabilidad climática en la agricultura, demanda el conocimiento de las variables de la estación lluviosa (pp.67-76). La mayor parte del país presenta una estación lluviosa bien definida, principalmente en verano, concentrada de mayo a octubre.

En México, reportaron que 70% de la precipitación se presenta de mayo a octubre Mosiño y García (1974). Por el carácter estacional y variabilidad de la precipitación en las principales zonas maiceras bajo agricultura de temporal, las fechas de inicio y término de la temporada de lluvia son de gran importancia para hacer coincidir el ciclo del cultivo con el mejor periodo de lluvias para alcanzar el mayor potencial productivo (Ati et al., 2002).

El análisis de criterios para definir la estación lluviosa a partir de datos de precipitación ha sido objeto de diversos estudios Benoit (1977), Sivakumar (1988), Oladipo and Kyari (1993); Bello (1996), Ati et al, (2002) y donde algunos de éstos han sido reportados por (García y Cruz, 2008).

Arteaga et al., (2006) para las condiciones de México. Existen dos grandes criterios para definir el inicio y fin de la temporada de lluvias. El primero se basa en el balance diario de humedad del suelo usando algoritmos similares para la calendarización del riego y así definir el impacto de la distribución de la lluvia en la humedad del suelo que permitan generar condiciones favorables para el desarrollo de los cultivos bajo diferentes inicios del periodo de lluvia.

La caña de azúcar tiene elevados requerimientos hídricos: la construcción de un gramo de materia seca de tallo molible requiere aproximadamente 0,5 litros de agua y esa misma cantidad de agua se necesita para acumular entre 0,25 g a 0,40 g de sacarosa.



Gráfica 2. Probabilidad de frecuencia de las precipitaciones en la UEB "Enidio Díaz Machado"

La gráfica 2 muestra probabilidad de frecuencia de las precipitaciones en la UEB en "Enidio Díaz Machado", estudiadas en 14 unidades de producción perteneciente a seis consejos populares. La caracterización agroclimática asumida desde niveles de probabilidad representa una garantía de mayor confiabilidad de los valores medios con un coeficiente de correlación de 99%. Internacionalmente al asumir un nivel de riego, en los proyectos en ecosistemas agrícolas, es del 75% de probabilidad de tener éxito o superior a este es aceptado como bueno, pues significa que en un periodo de 10 años, 7,5 años resultarían exitosos y 2,5, años serían de fracaso. En la gráfica nos demuestra que en 31 años la línea de tendencia de precipitaciones ha disminuido en la última década a 681,3 mm anual debido al efecto de los cambios climáticos, donde las probabilidades mayores de 75% la obtenemos con valores de precipitaciones anuales de 1063,9 a 681,3 milímetros de lluvias, lo que representa un 94 % de porcentaje de lluvia anual que dentro

de la clasificación de los climas en función de la disponibilidad de agua que dispone una región los valores de 500—1000 milímetros, clasifican en precipitaciones moderadas (Gulinova, 1974). Es válido considerar en estos años llamado fracaso, no se alcanzan rendimientos nulos, sino que generalmente existe cierta disminución de los rendimientos, los cuales pueden ser compensados por los años considerados buenos o de éxitos. En la agricultura moderna se trata de conocer y reconocer todos los recurso naturales, los requerimientos de los cultivos, es por ello que aunque los valores de precipitaciones obtenidos clasifiquen dentro de las precipitaciones moderadas hay que tener en cuenta las temperaturas en la región, si es una llanura o la unidad de producción se encuentra en zona montañosa, que tipos de suelos prevale, si la zona es reforestada o en qué frecuencia se encuentran distribuida las precipitaciones, todas esta información de una región agrícola permite un manejo adecuado del actuar sobre los valores de las precipitaciones en función del desarrollo de los cultivos y la obtención de rendimientos aceptables.

Conclusiones

1. Las precipitaciones alcanzaron los mayores valores de 160 milímetros de lluvias en el en los meses de mayo hasta agosto en el período investigado donde se pueden incrementar la siembra de algunos cultivos.
2. Las precipitaciones tienen una tendencia a disminuir en la última década con 681,3 mm anual debido al efecto de los cambios climáticos.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, C. (1989). *Fundamentos Teóricos de la Dirección del Proceso Docente-Educativo en la Educación Superior Cubana*. [Tesis en opción al grado científico superior de Doctor en Ciencias.], MES, Cuba.
- Arteaga, R., Vázquez, M. A., Coras, P. M., y Ángeles, V. (2006). Componentes de la estación de crecimiento, variación temporal y espacial en Chapingo, México. *Ingeniería hidráulica en México*. 21(2):57-68.
- Ati, O. F.; Stigter, C. J. and Oladipo, E. O. (2002). A comparison of methods to determine the onset of the growing season in northern Nigeria. *Int. J. Climatol*. 22:731-742.
- Bello, N.J. (1996). An investigation of the characteristics of the onset and cessation of the rains in Nigeria. *Theor. Appl. Climatol*. 54:161-173.
- Benoit, P. (1977). The start of the growing season in northern Nigeria. *Agric. Meteorol*. 18:91-99.

- García, E. (2003). Distribución de la precipitación en la República Mexicana. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México (UNAM).* 50:67-76.
- García, F. y Cruz I. R. (2008). Fechas de inicio y terminación de la temporada de lluvias en la región Pacífico Norte. *Ingeniería hidráulica de México.* 23(5):179-188.
- Gulinova, N, V (1974). *Método agroclimático de elaboración de las observaciones,* Guidrometeoizdat, Leningrado.
- Marrero, P.; Herrera y O, Cruz (1980). *Manual de agrometeorología* ENPES, La Habana. Cuba.
- Mosiño, P.A. and García, E. (1974). *The climate of Mexico. World survey of climatology. In: Bryson, R. A. and Hare, F. K. (Eds.). Climates of North America, London: Elsevier.* 2:345-404.
- Oladipo, E. O. and Kyari, J. D. (1993). *Fluctuations in the onset, termination and length of the growing season in northern Nigeria.* *Theor. Appl. Climatol.* 47:241-250.
- Sivakumar, M. V. K. (1988). *Predicting rainy season potential from the onset of rains in Southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa.* *Agric. For. Meteorol.* 42:295-305.