

ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN EN TRES ESTACIONES EXPERIMENTALES UBICADAS EN EL BOSQUE TROPICAL HÚMEDO Y BOSQUE TROPICAL SECO DE PANAMÁ.

Benjamín Name ¹; José Villarreal ²

RESUMEN

Se realizó un análisis de la precipitación y de días de lluvia de tres estaciones experimentales del IDIAP, encontrándose diferencias en los niveles de precipitación y en los días de lluvia. La zona de influencia de la Estación de Guarumal presenta mayor cantidad de precipitación y de días de lluvia que Calabacito y ésta, a su vez, mayor cantidad que Río Hato. Las curvas de precipitación y de días de lluvia siguen la misma tendencia en todo el Litoral Pacífico. Este tipo de diferenciación climática deberá usarse para la selección de cultivos, la ubicación de las épocas de siembra y en el uso del seguro agropecuario. Los datos fueron captados manualmente y tabulados para determinar lluvia total diaria, mensual y anual, días de lluvia, probabilidad de lluvia y días de lluvia en el mes. Para la determinación de las probabilidades de lluvia y días de lluvia en el mes, se establecieron rangos que permitieron agrupar, en base a porcentaje, diferentes clases de probabilidades de ocurrencia de días de lluvia o de milímetros de precipitación en el mes. Luego de establecido los rangos se sumaron los años dentro de cada rango y se dividieron dentro del total de años analizados multiplicado por cien para determinar la probabilidad de ocurrencia del evento. La desviación estándar (D.S.) y el coeficiente de variación (C.V.) fueron determinados por el programa de computadora STATS de Decision Analyst, Inc., con el fin de determinar cuánto se alejan los datos de la media y la variabilidad de los datos con respecto a ésta, respectivamente.

¹ Ing. Agr., M.Sc. Edafología. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC), e-mail: idiap_div@cwpanama.net

² Químico, M.Sc. Ciencias del Suelo. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Centro de Investigación Agropecuaria Central (CIAC), e-mail: idiap_div@cwpanama.net

PALABRAS CLAVES: Probabilidad de lluvia; días de lluvia; precipitación; distribución; promedio mensual; promedio total anual.

ANALYSIS OF THE PRECIPITATION IN THREE AGRICULTURAL RESEARCH STATIONS

In three IDIAP's Agricultural Research Stations a precipitation (pp) and rain days analysis was made. It was found difference in pp and rain days in all of them. The area of Guarumal Experimental Station presented more pp than Calabacito and Rio Hato. The pp and rain days curves had the same tendencies in the entire Pacific littoral. This climatic differentiation must be used for crop selection, planting time and the use the agricultural insurance. The data were manually registered and tabulated to determine total, daily, monthly and annual rain; rain days; rain and rain days probabilities per month. For monthly rains and rain days probabilities, a range was established. These permitted to group in percent base, different probabilities classes of rain days occurrence or mm of pp per month. After the ranges were established, all the years were sum in every each range and were divided by total analyzed years and multiplied per 100 to determine the occurrence probabilities of the events. The standard deviation (SD) and the coefficient of variation (CV) were determining how far is the data from the middle and the variability of the data with respect to this.

KEY WORDS: Probabilities of rain; rain's days; precipitation; distribution; month maen; total maen years.

INTRODUCCIÓN

La meteorología es la ciencia que se ocupa del estudio de la atmósfera, del estado atmosférico y del clima, por medio del examen de las condiciones atmosféricas y de sus variaciones, en el espacio y en el tiempo. Investiga asimismo las leyes que se ponen de manifiesto en dichos fenómenos, explorando sus respectivas causas y examinando sus efectos recíprocos sobre el mundo animado e inanimado de la Tierra (Bacsó, 1967).

El tiempo es el estado atmosférico instantáneo, o sea, un elemento momentáneo de una alteración de estado de carácter permanente. Constituye un fenómeno complicado y complejo, que no se puede medir con un solo instrumento, ni expresar con un solo número, ni caracterizar con una sola palabra (Fuentes, 1996). Para determinar el tiempo actual, se requieren numerosos indicadores del estado del aire, junto y paralelamente con muchos otros factores simultáneos de la atmósfera, y para caracterizarlos, es indispensable el conjunto de dichos valores,

medidos por separado el uno del otro.

Estos indicadores o elementos de la atmósfera son, en primer término, las condiciones físicas del aire, tales como temperatura, presión, humedad relativa, grado de limpieza y de transparencia, contenido eléctrico, dirección, fuerza y velocidad de movimiento. Tienen la misma importancia otros fenómenos observados en la atmósfera como la energía y duración de la radiación solar, la radiación calórica, las nubes y niebla, evaporación y las precipitaciones. Igualmente, se deben tomar en cuenta las condiciones características del suelo como temperatura y humedad del terreno.

La precipitación, en general, define el agua procedente de la atmósfera que cae sobre la superficie del globo terrestre generalmente en forma de lluvia. La precipitación atmosférica es el resultado final del movimiento ascendente del aire húmedo, el cual es enfriado por expansión más allá del nivel de

condensación del vapor de agua (Bacsó, 1967).

En latitudes tropicales, generalmente la actividad convectiva es la causa principal del ascenso del aire, por lo que se le considera, sola o en combinación con otros factores, responsable por la ocurrencia de gran parte de las lluvias tropicales. Otros factores importantes en la producción de altas cantidades de lluvia en los trópicos son: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y el relieve con elevaciones montañosas (Fuentes, 1996).

En los trópicos, la precipitación atmosférica consiste casi en su totalidad de lluvia y constituye el elemento climático más variable de todos. El total anual, su indicador cuantitativo más conocido, muestra variaciones considerables entre un lugar y otro en estas áreas. Otras características como distribución estacional, intensidad, duración y frecuencia de días con lluvia presentan también diferencias importantes en su distribución espacial (OMM, 1984).

La migración estacional de las masas de aire tropical del Pacífico y sub-tropical del Atlántico que acompañan al sol en su curso anual constituye el control dominante sobre los patrones de precipitación en Panamá. Estas migraciones, en combinación con la orografía local, establecen regímenes de precipitación bien definidos (Centella, 2001).

En la vertiente del Pacífico hay una estación lluviosa extendida y única que empieza de fines de abril a principios de mayo y persiste de fines de noviembre a mediados de diciembre. Este período se caracteriza por los máximos de precipitación coincidentes con el paso de ZCIT sobre Panamá en dirección norte (junio) y en dirección sur (octubre) en su desplazamiento siguiendo al sol en su curso anual (Centella, 2001). Entre diciembre y finales de abril se establece en esta vertiente la estación seca con ausencia casi total de lluvia. Algunas veces, en este período ocurren temporales y lluvias copiosas, causadas por incursiones de frentes fríos intensos que logran alcanzar nuestras

latitudes y que son empujados por avances vigorosos de masas enormes de aire polar, procedentes de las regiones árticas heladas.

El objetivo del presente trabajo es analizar el comportamiento de las precipitaciones y días de lluvia en las estaciones experimentales de Calabacito, Guarumal y Río Hato, del IDIAP, durante los últimos 9, 16 y 22 años de registros que se poseen de las estaciones, respectivamente. Se espera crear conciencia de las necesidades urgentes del establecimiento de estaciones meteorológicas en las áreas de investigación y de producción, de manera que se correlacione rendimientos con precipitación, especialmente en este momento en que el cambio climático es algo inminente. El análisis de la información climática de las diversas zonas apoyará en la toma de decisiones para el diseño y establecimiento de los ensayos de campo, al igual, que a los productores de las áreas, en la selección de épocas de siembras óptimas, de acuerdo a probabilidades matemáticas, mitigando las pérdidas potenciales de los cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de las áreas

La Estación Experimental de Calabacito del IDIAP se ubica geográficamente en la vertiente del Pacífico del Istmo de Panamá, en las coordenadas 8°14'50" de latitud Norte y 81° 04' 57" de longitud Oeste, a una elevación de 100 msnm. Los suelos se clasifican como Fino mezclado, isohipertérmico, typic plintudult, ubicados en una terraza aluvial antigua (Jaramillo, 1991). Políticamente se ubica en el corregimiento de Remance, distrito de San Francisco, en la cuenca del Río Santa María.

El régimen pluviométrico de esta región se caracteriza por abundantes lluvias, de intensidad entre moderada a fuerte, acompañadas de actividad eléctrica que ocurren especialmente en horas de la tarde. La época de lluvia se inicia en el mes de mayo y dura hasta noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los más lluviosos. Dentro de la

época de lluvias se presenta frecuentemente un período seco entre junio y agosto, conocido popularmente como "veranito" o caniculares.

La Estación Experimental de Guarumal del IDIAP se ubica al Sur de la provincia de Veraguas, en la vertiente del Pacífico sobre las coordenadas 7° 46'50" de latitud Norte y 81°10'50" de longitud Oeste, a una elevación de 10 msnm. Políticamente se ubica en el corregimiento de Guarumal, distrito de Soná, en la cuenca del Río San Pablo. Los suelos representativos de la zona se clasifican como Franco fino, mezclado, isohipertérmico ultic tropudalf, se encuentran sobre sedimentos ígneos básicamente granodiorita (Jaramillo, 1991).

La Estación Experimental de Río Hato se encuentra al Sur Este de la provincia de Coclé, en la vertiente del Pacífico sobre las coordenadas 8° 21' 00" de latitud Norte y 80° 10' 00" de longitud Oeste a una elevación de 5 msnm. Se encuentra políticamente ubicada en el corregimiento de Río

Hato, distrito de Antón. Los suelos representativos de la estación se clasifican como Fino haloisítico isohipertérmico aerictropaqualf, se encuentran sobre sedimentos aluviales antiguos altamente meteorizados (Jaramillo, 1991).

El registro de la precipitación se realizó continuamente por un período de 9, 20 y 22 años, para el caso de Calabacito, Guarumal y de la estación experimental de Río Hato, respectivamente, utilizando pluviómetros calibrados. Los datos de Calabacito y Guarumal fueron registrados por el personal del IDIAP y los de Río Hato, por el personal de la Facultad de Agronomía en la estación experimental en el área.

Según el diagrama para la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1967), Calabacito y Guarumal se ubican en el Bosque húmedo tropical y Río Hato, en el Bosque seco tropical transición muy seco.

Los datos fueron captados manualmente y tabulados para determinar lluvia total diaria,

mensual y anual, días de lluvia, probabilidad de lluvia y de días de lluvia en el mes.

Para la determinación de las probabilidades de lluvia y de días de lluvia en el mes se establecieron rangos que permitieron agrupar, en base a porcentaje, diferentes clases de probabilidades de ocurrencia de días de lluvia o de milímetros de precipitación en el mes. Luego de establecido los rangos se sumaron los años dentro de cada rango y se dividieron dentro del total de años analizados multiplicado por cien para determinar la probabilidad de ocurrencia del evento .

La desviación estándar (D.S.) y el coeficiente de variación (C.V.) fueron determinados por el programa de computadora STATS de Decision Analyst, Inc., con el fin de determinar cuánto se alejan los datos del promedio y la variabilidad que éstos presentan entre sí, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta el registro de los días de lluvia

mensuales ocurridos en los últimos nueve años en la Estación Experimental de Calabacito. Los meses con la menor ocurrencia de días de lluvia son los de febrero, marzo, enero y abril con un rango de 0.2 a 2.3 días de lluvia en el mes. A partir de mayo se nota un aumento apreciable en los días efectivos de lluvia, coincidiendo esto con el inicio de la época lluviosa o húmeda de la vertiente del Pacífico. Se destacan los meses de septiembre y octubre con el 18.3 y 18 días de lluvia efectiva, promedio de nueve años, respectivamente. En los días de lluvia total anual destaca el año 1997 con la menor cantidad de días de lluvia, coincidiendo este dato con la ocurrencia del fenómeno del Niño para esa época.

En el Cuadro 2 se presenta la probabilidad de ocurrencia de días de lluvia mensual en la Estación Experimental de Calabacito. Se destaca que de enero a abril existe una alta probabilidad de que ocurran cinco o menos días de lluvia en el mes. A partir de mayo, las probabilidades de mayor can-

CUADRO 1. DÍAS DE LLUVIA MENSUAL Y ANUAL - ESTACIÓN DE CALABACITO, VERAGUAS, PANAMÁ.

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1992	0	0	0	0	12	19	12	15	19	16	14	6	113
1993	5	0	3	6	13	17	11	15	25	19	13	6	133
1994	0	0	0	2	13	13	11	9	19	23	14	2	106
1995	0	0	5	7	21	21	18	20	13	23	20	8	156
1996	4	0	1	2	12	12	18	12	21	20	14	8	124
1997	5	0	0	2	5	17	6	6	14	9	16	1	82
1998	0	0	2	2	10	12	9	14	14	22	14	12	112
1999	3	2	0	0	11	22	10	17	21	13	16	11	126
2000	0	0	0	0	9	20	12	18	19	17	14	5	114
Promedio Mensual	1.90	0.20	1.20	2.30	11.60	17.00	11.90	14.00	16.30	18.00	15.00	6.50	118.00
D.S.± días	2.32	0.67	1.79	2.55	4.26	3.87	3.92	4.42	3.97	4.77	2.12	3.68	20.41
C.V. %	122.00	335.00	149.20	110.90	36.10	22.80	32.90	31.60	21.70	26.50	14.10	24.50	17.30

tividad de días de lluvia en el mes aumentan.

Los meses con la mayor probabilidad de días de lluvia en el rango de 21 a 25 días son septiembre y octubre con el 34 y 33%, respectivamente. A pesar de que mayo presenta un 11% de probabilidad de que se obtengan 21 a 25 días de lluvias, la probabilidad de que dicha cantidad sea menor es alta con el 89% de que sea menor de 15.

Para la agricultura comercial y en base a estos datos, los meses de junio a noviembre son los de mayor probabilidad de éxito en los cultivos. La época de floración de cultivos como las gramíneas

deberán coincidir con los meses de septiembre y octubre para asegurar buenos rendimientos.

En los Cuadros 3 y 4 se presenta la precipitación y el porcentaje de probabilidad de lluvia mensual en Calabacito, respectivamente. Se encuentra muy claramente demarcada la época seca entre enero y abril y la húmeda entre mayo y noviembre.

La precipitación total anual del año 1997 fue la de menor cantidad, coincidiendo el comportamiento con el de los días de lluvia por efecto del fenómeno de El Niño. Los meses con mayor precipitación son octubre, septiembre, junio y agosto, promedio de nueve

CUADRO 2. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE DIAS DE LLUVIA MENSUAL EN CALABACITO, PANAMÁ.

Rango días de lluvia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0-5	100	100	100	78	11	0	0	0	0	0	0	33
6-10	0	0	0	22	22	0	33	22	0	11	0	45
11-15	0	0	0	0	56	33	45	45	33	11	67	22
16-20	0	0	0	0	0	45	22	33	33	45	33	0
21-25	0	0	0	0	11	22	0	0	34	33	0	0
26-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUADRO 3. PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL EN mm, ESTACIÓN DE CALABACITO.

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1992	0	0	0	0	220	290	180	295	380	175	120	30	1690
1993	210	0	10	100	250	445	215	400	400	300	200	50	2680
1994	0	0	0	150	223	225	134	93	351	624	309	80	2189
1995	0	0	152	244	575	412	375	247	382	626	204	112	3329
1996	48	0	19	111	386	233	348	317	485	476	222	67	2712
1997	59	0	0	104	69	492	92	43	161	275	229	4	1528
1998	0	0	38	75	135	239	180	569	345	507	834	219	3142
1999	36	19	0	0	269	466	203	474	463	351	215	200	2696
2000	0	0	0	0	212	386	214	252	465	296	341	68	2234
Prome- dio Mensual	39.2	2.1	24.3	87.1	259.9	354.2	215.7	298.9	381.3	403.3	297.1	92.2	2456
D.S.± mm	66.3	6.3	49.6	81.0	146.9	107.7	91.9	168.4	97.2	161.2	211.2	73.2	606
C.V., %	174.3	301.4	204.1	93.0	6.5	30.4	42.6	56.4	25.5	40.0	71.1	79.4	24.7

años. Aunque el período de meses con menor variabilidad en la precipitación se encuentra ubicado entre agosto y noviembre.

En el Cuadro 4 se aprecia que la probabilidad de precipitación de menos de 50 mm de lluvia es alta en los meses de enero, febrero y marzo, oscilando la misma de 78 a 100%. En los meses de abril y diciembre dicha probabilidad se encuentra en un 33%, indicando la entrada y la salida de la época húmeda, respectivamente. En los meses de septiembre y octubre probabilidades matemáticas de obtener menos de 150 mm son nulas. La probabilidad acumulada de obtener entre 201 y 600 mm de

precipitación para los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre oscila entre 78, 89, 89 y 78, respectivamente.

En los Cuadros 5 y 6 se presentan los registros de días de lluvia y la probabilidad de días de lluvia en cada mes, en Guarumal, entre 1985 y el 2000. A pesar de seguir el mismo patrón de comportamiento que en Calabacito el promedio total anual fue de 25 días más que en Calabacito con 143 en el año. La época húmeda se encuentra bien delimitada a partir de mayo con 14.8 días de lluvia, hasta noviembre con 17.2 en promedio en 16 años.

CUADRO 4. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE LLUVIA MENSUAL EN CALABACITO, PANAMÁ.

Rango lluvia en mm	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
0-50	78	100	89	33	0	0	0	11	0	0	0	33
51-100	11	0	11	22	11	0	11	11	0	0	0	34
101-150	0	0	0	34	11	0	11	0	0	0	11	11
151-200	0	0	0	11	0	0	22	0	11	11	11	11
201-300	11	0	0	0	56	44	34	34	0	33	45	11
301-400	0	0	0	0	11	11	22	11	44	11	22	0
401-500	0	0	0	0	0	45	0	22	45	11	0	0
501-600	0	0	0	0	11	0	0	11	0	11	0	0
601-700+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	11	0

CUADRO 5. DÍAS DE LLUVIA MENSUAL Y ANUAL- ESTACIÓN DE GUARUMAL, VERAGUAS, PANAMÁ.

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1985	1	0	1	7	11	19	16	17	20	22	16	10	140
1986	0	2	4	4	15	20	19	18	17	23	15	6	144
1987	0	0	1	5	10	21	18	21	16	22	12	7	133
1988	1	1	1	3	13	22	22	19	19	25	23	10	159
1989	4	0	1	1	10	11	13	13	16	21	17	10	117
1990	3	1	1	4	14	18	17	18	17	27	19	9	148
1991	2	0	5	11	20	17	19	22	21	20	12	4	154
1992	0	1	0	2	15	14	12	18	19	23	18	7	130
1993	9	0	4	6	19	20	14	17	23	18	19	2	151
1994	1	0	2	5	20	19	21	19	20	19	23	2	145
1995	0	0	0	8	10	16	11	15	15	23	14	6	118
1996	5	1	4	4	14	11	15	12	18	23	11	7	125
1997	5	5	0	4	14	15	14	11	15	19	21	4	127
1998	0	1	0	6	12	15	15	22	23	21	20	20	155
1999	7	4	3	11	20	24	19	21	22	27	23	14	185
2000	5	0	0	8	18	15	19	18	25	22	12	7	147
Promedio Mensual	2.7	1.0	1.7	5.4	14.8	16.9	16.5	17.6	19.1	22.2	17.2	7.9	143.0
D S ±	2.8	1.5	1.7	2.8	3.7	3.8	3.2	3.4	3.1	2.6	4.2	4.5	19.1
Días CV	105.2	151.0	102.4	51.8	25.1	22.8	19.7	19.2	16.1	11.8	24.5	58.2	13.4
%													

La probabilidad de que se logren menos de 5 días de lluvia en los meses de enero, febrero, marzo y abril es alta con el 88, 100, 100 y 56%, respectivamente. El mes más lluvioso es octubre con 22.2 días de lluvia. En 1997, año en que ocurre el fenómeno del Niño, parece no haber afectado significativamente este parámetro en este sector del país. Los meses con probabilidad de 16 días de lluvia o más se ubicaron entre mayo y diciembre con 37 para mayo, 56 para junio, 56 para julio, 75 para agosto, 87 para septiembre, 100 para octubre, 63 para noviembre y 6 para diciembre.

Los promedios mensuales delimitan claramente las épocas seca (enero a abril) y húmeda mayo

a diciembre. En este sector pareciera que el realizar dos cosechas tiene altas probabilidades de éxito ya que a partir de mayo se logran más de 300 mm de precipitación mensual hasta noviembre, lográndose una humedad residual generalmente hasta fines de diciembre. El promedio anual de precipitación es del orden de 2924.5 mm.

El Cuadro 8 muestra que las probabilidades de obtener más de 200 mm de precipitación a partir de mayo son altas con 94% para los meses de mayo, junio, julio agosto y septiembre. 100% para octubre y 87% para noviembre, permitiendo esto el desarrollo de cultivos exigentes en humedad.

CUADRO 6. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE DÍAS DE LLUVIA MENSUAL EN GUARUMAL, PANAMÁ.

Rango días de lluvia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0-5	88	100	100	56	0	0	0	0	0	0	0	25
6-10	12	0	0	31	19	0	0	0	0	0	0	63
11-15	0	0	0	13	44	44	44	25	13	0	37	6
16-20	0	0	0	0	37	37	44	50	56	25	38	6
21-25	0	0	0	0	0	19	12	25	31	62	25	0
26-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0

CUADRO 7. PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL EN MM, GUARUMAL, VERAGUAS, PANAMÁ.

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1985	10	0	6	74	204	281	187	384	310	489	180	117	2704
1986	0	35	56	109	437	494	289	382	216	767	206	46	3047
1987	0	0	10	49	321	591	334	331	348	477	289	130	2880
1988	10	14	40	85	189	382	505	374	419	684	452.5	148	3283
1989	24	0	60	18	303	296	348	214	288	507	331	254	2823
1990	38	15	16	96	680	499	253	384	379	660	314	220	3454
1991	23	0	49	182	549	231	422	318	323	280	188	112	2868
1992	0	8	0	68	355	397	285	395	530	406	254	85	2783
1993	105	0	68	81	356	350	227	524	475	423	401	100	3118
1994	5	0	53	151	899	170	341	360	434	371	559	25	3168
1995	0	0	0	148	287	280	252	527	186	510	399	105	2894
1996	72	20	120	66	452	410	336	488	401	439	256	100	3146
1997	107	61	0	56	237	218	289	238	268	284	440	69	2270
1998	0	40	0	138	221	266	284	444	455	360	407	323	2939
1999	113	52	18	178	244	803	255	424	482	559	428	200	3554
2000	41	0	0	180	475	486	518	185	697	450	204	103	3341
Promedio Mensual 16 años	33.0	15.3	31.1	101.4	368.3	372.9	320.8	371.4	387.0	478.9	332.4	134.7	2924.5
D.S.± mm	41.7	20.0	34.6	46.7	149.9	133.0	82.8	97.7	129.4	135.6	112.0	78.6	382.2
C.V., %	128.4	134.8	111.2	48.1	40.6	35.9	23.9	26.9	33.4	28.3	34	58.4	13.4

El comportamiento de los días de lluvia y de la precipitación siguen la misma tendencia en la Estación de Río Hato, pero es marcada la diferencia en las cantidades menores que se dan en promedio en la zona.

El promedio de días de lluvia mensuales en la época seca van desde 1.8 en enero, pasando por 0.3, 0.4, y 2 en febrero, marzo y abril, respectivamente (Cuadro 9). La época de lluvia, que se origina en mayo, tiene 8 días de lluvia para ese mes y luego su máximo en junio y octubre, con el 10.1 y 10.7, respectivamente. El total de días de lluvia se vio fuertemente afectado por

el año del Niño de 1982 con 49 días de lluvia y de 1997 con 46 días de lluvia.

El total anual de días de lluvia fue del orden de 72, muy por debajo de los 118 y 143 logrados anualmente, en promedio, en las zonas de Calabacito, de San Francisco y Guarumal de Soná, respectivamente.

Los meses más secos con probabilidades de que se obtengan menos de 5 días de lluvia son enero, febrero, marzo y abril con el 96, 100, 100 y 91%, respectivamente. Diciembre

CUADRO 8. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE LLUVIA MENSUAL EN GUARUMAL, PANAMÁ.

Rango de lluvia en mm	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0-50	75	88	69	12	0	0	0	0	0	0	0	12
51-100	6	12	25	44	0	0	0	0	0	0	0	19
101-150	19	0	6	19	0	0	0	0	0	0	0	44
151-200	0	0	0	25	6	6	6	6	6	0	13	6
201-300	0	0	0	0	31	38	50	12	19	12	31	13
301-400	0	0	0	0	25	19	25	50	25	12	19	6
401-500	0	0	0	0	19	25	6	19	38	38	31	0
501-600	0	0	0	0	13	6	13	13	6	19	6	0
601-700+	0	0	0	0	6	6	0	0	6	19	0	0

CUADRO 9. DÍAS DE LLUVIA MENSUAL Y ANUAL EN MM, ESTACIÓN DE RÍO HATO, COCLÉ, PANAMÁ.

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Agó.	Sept.	Óct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1977	0	0	0	0	6	17	10	14	9	11	6	2	76
1978	0	0	0	9	16	12	9	6	10	8	11	6	89
1979	0	0	0	0	5	10	10	12	10	13	14	5	79
1982	0	0	0	4	5	7	7	7	4	13	6	1	49
1983	0	0	0	3	10	11	7	7	12	6	7	10	76
1984	0	0	0	0	7	11	14	8	10	13	8	1	72
1985	0	1	0	0	4	10	8	11	7	13	9	9	72
1986	0	0	0	8	7	11	3	9	10	18	8	1	76
1987	0	0	0	1	6	8	9	9	12	9	7	2	64
1988	0	0	0	0	9	12	8	9	10	13	9	5	76
1989	5	0	0	0	4	15	6	11	9	9	9	6	74
1990	4	0	0	2	6	8	6	14	8	10	11	6	74
1991	3	0	0	0	13	8	10	6	9	13	10	6	80
1992	3	0	0	2	4	9	7	5	8	9	8	2	56
1993	5	0	0	3	8	4	9	8	8	4	11	2	52
1994	1	0	4	3	10	12	7	11	9	19	14	2	92
1995	1	0	0	3	11	9	11	4	11	13	16	6	85
1996	5	3	0	0	16	11	9	7	8	12	8	7	85
1997	0	0	0	0	9	10	5	3	8	9	9	0	46
1998	0	0	0	0	7	10	8	9	9	12	12	12	77
1999	5	1	3	4	10	8	6	9	13	6	6	4	77
2000	7	1	1	1	9	8	5	10	7	5	6	4	64
Promedio Mensual 22 años	1.6	0.3	0.4	2.0	7.96	10.1	7.9	8.7	9.1	10.7	9.4	4.5	72.0
D.S.± días	1.7	0.4	0.6	2.4	2.2	1.4	1.5	3.6	3.0	2.1	2.1	1.0	10.8
C.V. %	94.4	116.7	137.6	118.5	27.9	13.7	19.5	41.5	33.2	19.7	22.1	23.1	14.8

CUADRO 10. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE DÍAS DE LLUVIA MENSUAL EN RÍO HATO, PANAMÁ.

Rango días de lluvia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0-5	96	100	100	91	32	4	14	14	5	9	0	59
6-10	4	0	0	9	50	55	77	59	77	41	68	36
11-15	0	0	0	0	14	36	9	27	18	41	27	5
16-20	0	0	0	0	4	5	0	0	0	9	5	0
21-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

presenta un 59% de probabilidad de que se obtengan menos de 5 días de lluvia.

Los meses con la mayor probabilidad de días de lluvia son octubre con 50% y noviembre con 32% de probabilidad de que se tengan más de 11 días.

En el Cuadro 11 se presenta el registro de la precipitación promedio de los últimos 22 años. Se observa la misma tendencia de las otras zonas bajo estudio con la diferencia de que en la época seca y la húmeda de esta zona es más marcada la deficiencia hídrica. En 1982 el efecto del año del Niño acentuó la deficiencia hídrica con solo 790 mm de precipitación anual y nuevamente el mismo fenómeno en 1997 con 706 mm. El mes de más precipitación es octubre con 173 mm en promedio. Seguido de junio con 149. La época húmeda se extiende desde mayo con 127 mm a noviembre con 137. El promedio anual es del orden de 1066 mm de precipitación.

En el Cuadro 12 se presenta la probabilidad de lluvia mensual

encontrándose que en enero, febrero, marzo y abril la probabilidad de lograr menos de 50 mm es de 91, 100, 100 y 77%, para estos meses, respectivamente. El mes de diciembre, el inicio de la época seca tiene 41% de probabilidad de obtener menos de 50 mm de precipitación. En la época húmeda, de mayo a noviembre, la probabilidad de obtener más de 100 mm de precipitación es de 63% en mayo, 78 en junio, 45 en julio, 50 en agosto, 54 en septiembre, 86 en octubre y 64% en noviembre. Esto indica la necesidad sentida de seleccionar cultivos de temporal con una baja exigencia de humedad. Igualmente que la zona se adecúa perfectamente a cultivos que se manejen bajo sistemas de riego.

En relación a la (D.S.) desviación estándar, dentro de cada área, desvíos grandes indican evidentemente que el conjunto de datos en estudio es heterogéneo, tienen una gran dispersión en sus elementos. Desvíos pequeños al contrario indican homogeneidad, una dispersión pequeña. Al

**CUADRO 11. PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL EN mm.
ESTACIÓN DE RÍO HATO, PANAMÁ.**

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Anual
1977	0	0	0	0	25	156	127	350	104	113	67	63	1047
1978	0	0	0	66	173	86	50	56	170	227	225	71	1126
1979	0	0	0	0	63	177	58	50	70	242	205	76	941
1982	0	0	0	56	120	178	106	72	32	153	63	4	790
1983	0	0	0	7	148	182	90	121	160	185	166	93	1152
1984	0	0	0	0	136	141	136	83	278	171	154	29	1128
1985	0	15	0	0	43	137	56	159	97	180	77	91	835
1986	0	0	0	90	116	154	40	165	219	329	240	51	1434
1987	0	0	0	3	79	119	119	139	173	115	67	123	937
1988	0	0	0	0	101	244	81	70	107	234	89	55	981
1989	32	0	0	0	29	76	204	175	111	138	122	100	987
1990	49	0	0	23	68	241	70	164	63	125	91	43	955
1991	15	0	35	0	191	100	93	61	220	139	103	120	1078
1992	20	0	0	18	43	92	74	137	104	318	139	19	964
1993	48	0	0	83	130	108	122	165	95	67	259	25	1102
1994	6	0	27	81	246	139	57	187	95	255	171	30	1294
1995	6	0	0	15	192	161	256	66	85	131	210	47	1179
1996	107	44	0	0	329	121	219	77	184	212	140	78	1511
1997	0	0	0	0	38	143	157	13	99	156	100	0	705
1998	0	0	0	9	171	181	145	80	70	70	161	228	1116
1999	35	5	22	13	233	229	61	77	218	216	111	52	1272
2000	87	20	10	16	111	76	82	296	91	50	49	35	923
Promedio Mensual 22 años	18.4	3.8	4.3	21.8	127.4	149.3	109.7	127.0	129.3	173.0	136.8	69.7	1066
D.S± mm	31.9	10.4	9.1	10.5	17.3	77.7	38.0	115.2	76.3	95.1	52.6	32.0	222.4
C.V %	173.3	274.2	212.6	48.2	13.6	52.0	34.6	90.7	59.0	55.0	38.5	45.8	20.9

CUADRO 12. PORCENTAJE DE PROBABILIDAD DE LLUVIA MENSUAL EN RÍO HATO, PANAMÁ.

Rango de lluvia en mm	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
0-50	91	100	100	77	23	0	9	9	5	5	4	41
51-100	5	0	0	23	14	22	46	41	41	9	32	46
101-150	4	0	0	0	32	32	27	14	18	27	23	9
151-200	0	0	0	0	18	32	4	27	18	23	18	0
201-300	0	0	0	0	9	14	14	5	18	27	23	4
301-400	0	0	0	0	4	0	0	4	0	9	0	0
401-500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
501-600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
601-700 +	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

comparar los días de lluvia y los mm de precipitación se encuentra más uniformidad en la época seca indicando que la variabilidad en esta época es menor que en la húmeda. Las épocas secas tienden a ser siempre secas, esto es, mantienen las características de poca precipitación y pocos días de lluvia. El (C.V.) coeficiente de variación es otro parámetro que nos da la D.S. en porcentaje de la media indicando ésta, que entre más pequeña, más uniformidad de los días de lluvia y de los mm de precipitación a través de los meses y de los años. Generalmente los C.V. obtenidos son más pequeños, por lo tanto indican más uniformidad, en la época húmeda, tanto para los días de lluvia como los mm de precipitación. Esto permite concluir que en la época húmeda tanto los días de lluvia como los mm de precipitación tienden a mantenerse dentro de los márgenes tabulados para cada mes a través de los años. Es más probable encontrar en un año, un coeficiente de variación alta en la época seca que en la de lluvia.

En la Figura 1 se compara la precipitación anual total en las es-

taciones experimentales de Guarumal, Calabacito y Río Hato. Se observa claramente que la cantidad de lluvia anual es muy superior en Guarumal seguido de Calabacito y Río Hato. Los años del Niño de 1982 y 1997 se manifiestan más fuertemente en Río Hato coincidiendo con la disminución en la precipitación, aunque en las otras zonas se nota el mismo comportamiento. Sin embargo, aún en años en que se presenta El Niño, se observa suficiente cantidad de lluvia como para desarrollar cultivos o pasturas.

En la Figura 2, se compara la cantidad anual de días de lluvia en las tres áreas estudiadas. Se puede verificar que al igual que la precipitación total, la frecuencia de lluvias fue muy afectada por los años en que se presentó El Niño. Igualmente en 1999, cuando se presentó el fenómeno de La Niña, se observa un aumento en la frecuencia de estas. En todos los años la frecuencia de lluvias es menor en la estación de Río Hato.

Las Figuras 3 y 4 indican que los meses que presentan la ma-

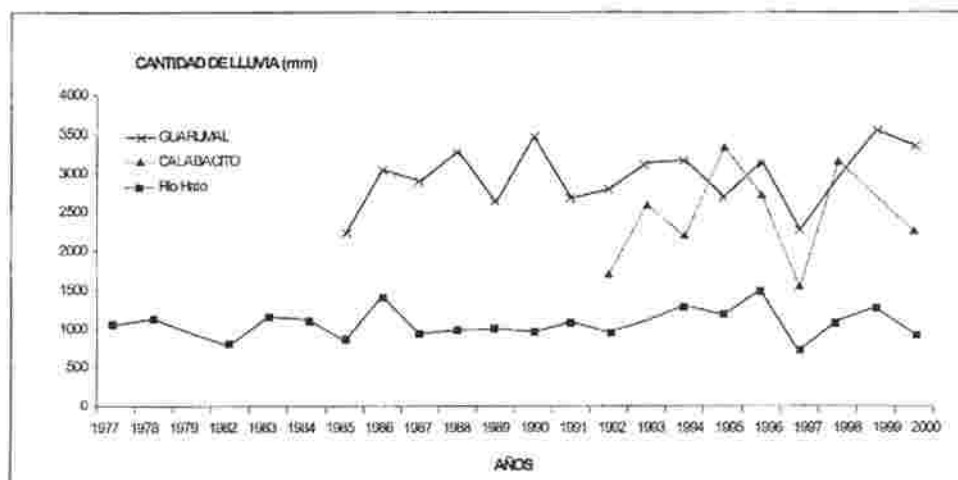


FIGURA 1. PRECIPITACIÓN ANUAL EN LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.

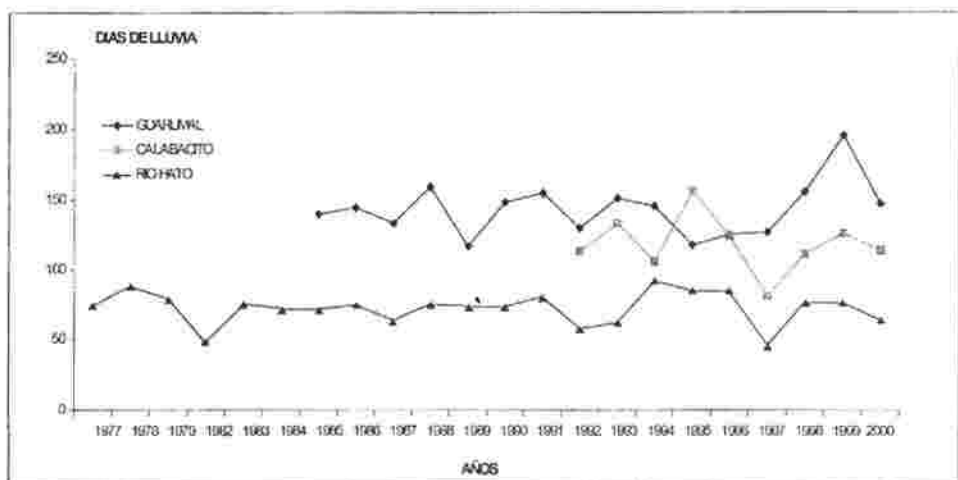


FIGURA 2. DÍAS DE LLUVIA EN LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.

yor frecuencia de lluvias y precipitación son junio, septiembre y octubre, lo que se puede observar que se repite en todas las zonas del estudio.

La Figura 5 nos indica que en la Estación de Guarumal, desde junio hasta noviembre tenemos 100% de probabilidad de tener más de 10 días de lluvia, igualmente en la Estación de Calabacito en los meses de junio, septiembre y noviembre. En la Estación de Río Hato, sin embargo, se encuentra apenas un 40% de probabilidades de obtener la misma frecuencia de lluvias.

La Figura 6 deja claro que en la Estación de Guarumal entre mayo y noviembre podemos esperar que haya más de 100 mm de precipitación en la zona. Igualmente, en la estación de Calabacito se puede esperar una probabilidad de obtener igual precipitación entre junio y noviembre, indicando esto que, en estas dos zonas no debe existir problemas de déficit de humedad para los cultivos. En Río Hato, por el contrario, solamente en el mes de octubre nos acercamos a un 80% de probabilidad de obtener esta cantidad de lluvia. Esta zona presenta serio

riesgo para algunos cultivos más exigentes como el arroz.

CONCLUSIONES

- El estudio climático permite diferenciar zonas con comportamiento diferentes en días y milímetros de precipitación.
- Para la recomendación de cultivos y épocas de siembras se requiere de este tipo de estudio que permite diferenciar el comportamiento histórico de las condiciones de clima por zonas.
- De las zonas estudiadas, Guarumal, históricamente, ha presentado mayor cantidad de días de lluvia y de milímetros de precipitación que Calabacito y, éste, a su vez, más que Río Hato.
- En las tres zonas estudiadas, los meses de febrero y marzo registran el menor número de días de lluvia.
- El efecto de los años niños en Guarumal presenta menor severidad que en Calabacito y Río Hato.

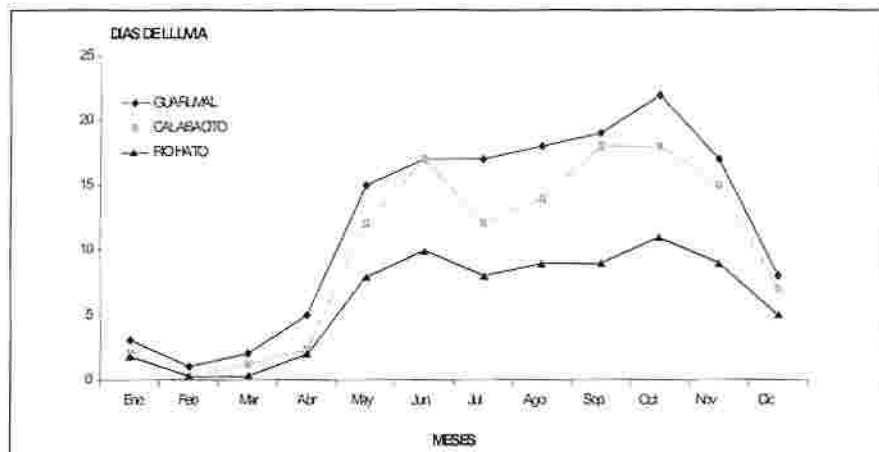


FIGURA 3. DÍAS DE LLUVIA MENSUAL EN LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.

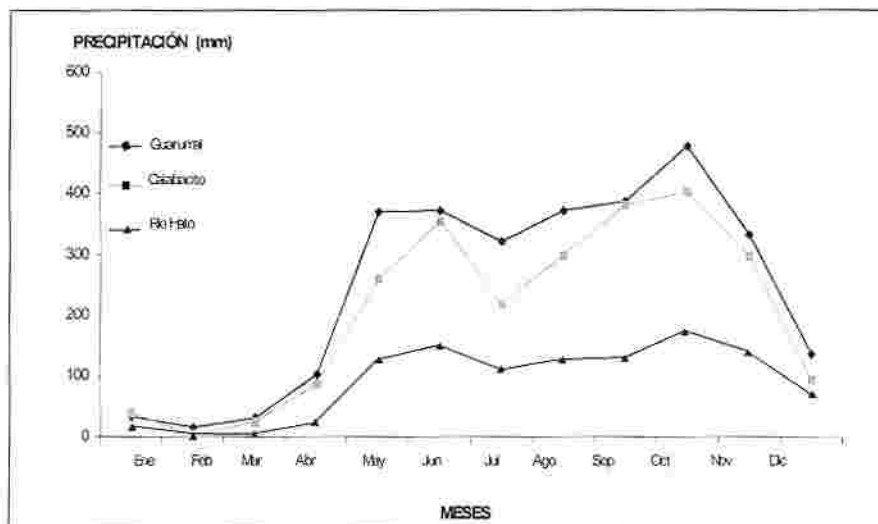


FIGURA 4. PRECIPITACIÓN MENSUAL PROMEDIO EN ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.

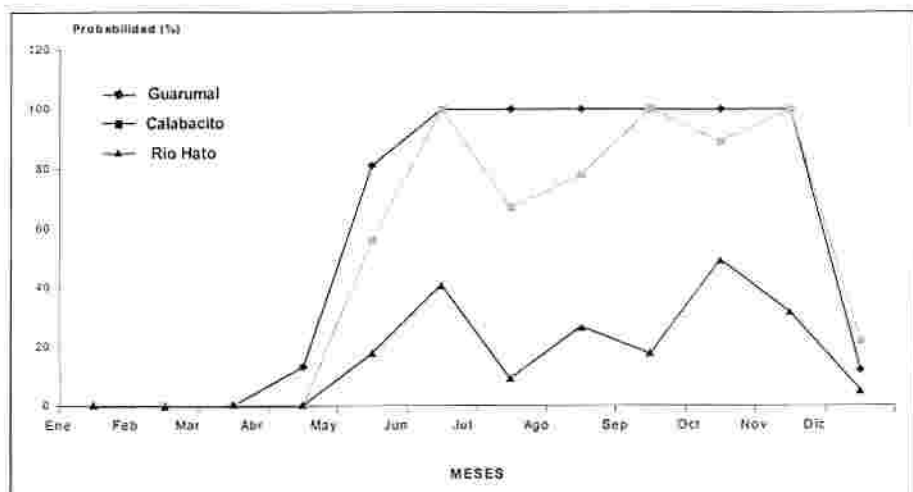
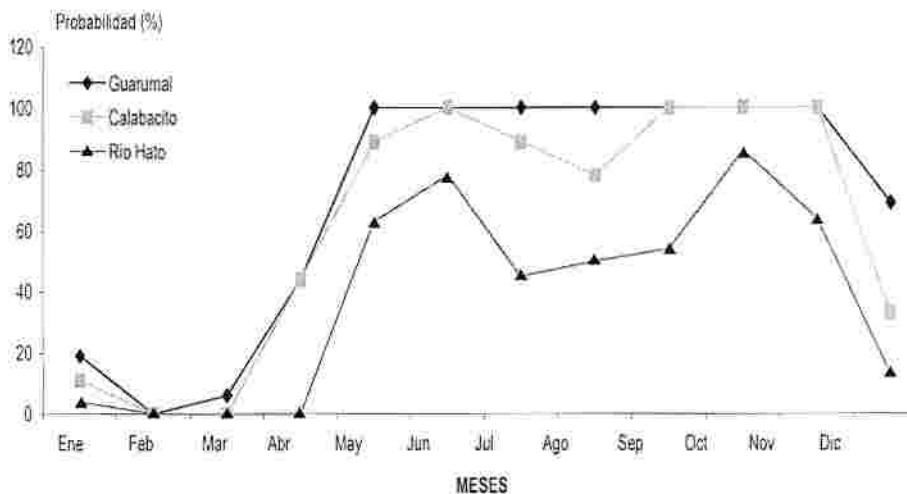


FIGURA 5. PROBABILIDAD DE OBTENER MÁS DE 10 DÍAS DE LLUVIA EN LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.



EN LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES DE GUARUMAL, CALABACITO Y RÍO HATO, PANAMÁ.

- A pesar de mantener las mismas tendencias en el comportamiento de las épocas secas y de humedad las diferencias marcadas en cantidad de días de lluvias y de cantidad de agua en mm de lluvia nos obligan a diferenciar zonas para la selección de épocas de siembras, selección de cultivos y el uso del seguro agropecuario.

RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- Establecer estaciones meteorológicas completas para el análisis climático a largo plazo en todas las estaciones experimentales del IDIAP.
- Realizar el análisis de datos climáticos históricos del IRHE - ETESA para el resto del país para buscar tendencias y comparar zonas.
- Asociar el análisis de datos climáticos a tipo de suelo y rendimiento de cultivo.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al personal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Panamá, en Río Hato, quienes a través de 22 años consecutivos tomaron las lecturas de precipitación y que gentilmente proporcionaron los datos. Igualmente, al personal de campo del IDIAP en las estaciones de Calabacito y Guarumal.

BIBLIOGRAFÍA

- ARCE, C.; ALFARO, R.; CAICEDO, A. 1992. Análisis y utilización de la Información de Lluvia en el Centro de Investigación Nataima. Revista ICA. Vol. 27, Octubre - Diciembre 1992.
- BACSÓ, N. 1967. Introducción a la Agrometeorología. Instituto del Libro, La Habana, Cuba. 322 p.
- BATISTA, G.L.; TEIXEIRA, M.; FERREIRA, E. 2000. Tendencias Climáticas para os tabuleiros costeiros da

região de Cruz das Almas,
Bahia. Bahia Agric. 4 (1): 1-3.

CENTELLA, C. 2001. Descripción general del clima en Panamá. Gerencia de Hidrometeorología y Estudios, ETESA. Boletín Técnico.

COMISIÓN INTERINSTITUCIONAL DEL FENOMENO LA NIÑA. 1998. Efecto del Fenómeno sobre los diferentes sectores y las acciones para su recuperación. Panamá. Seminario Taller ETESA.

FRAGA, R. de C.; ALMEIDA, C.F.; VIJAGRAN, M.; MOREIRA, N. M. 1996. Análise da frequência hidrológica dos dados de precipitação pluvial de algumas estações agroclimatológicas da região sul do Rio Grande Do Sul. Ciencia Rural, Santa Maria 26(3): 351-355.

FUENTES YAGÜE, J. L. 1996. Iniciación a la Meteorología Agrícola. Secretaría General Técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Mundi-Prensa. Madrid, España. 225 p.

HOLDRIDGE, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center (Revised edition), San José, Costa Rica.

JARAMILLO, S. 1991. Pedones de Campo y Estaciones Experimentales del IDIAP. Boletín Técnico N° 38. IDIAP

KWIECINSKI, B. 1999. Las Manifestaciones de "El Niño" y "La Niña" en Panamá. Red de Investigación Biológica sobre eventos El Niño (RIBEN). Seminario Taller, Universidad de Panamá. Memorias. pp. 99-09.

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. 1984. La Climatología Urbana y sus aplicaciones, con especial referencia a las Regiones Tropicales. OMM. Boletín Técnico N° 652.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, P.B. 1998. Metodo-

logía de la Investigación. 2a. ed. McGraw-Hill Companies, México. 501 p.

ZÚÑIGA, E. 1993. Evaluación de un modelo predictivo de lluvias en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 17(1): 49-54.

WOOD MAN, R. 1999. Modelo estadístico de pronóstico de las precipitaciones en la Costa Norte del Perú. Publicado en: *El Fenómeno de El Niño, investigación para una prognosis*, 1er. Encuentro de Universidades del Pacífico Sur; Piura – Perú. *Memorias*. pp-91–108.