

ANALISIS ESTADISTICO PARA LA DETERMINACION DE LA VARIABILIDAD O INVARIABILIDAD CLIMATICA EN DIVERSAS LOCALIDADES ARGENTINAS

POR PEDRO BURD¹ Y MARCELO G. KRAUSE²

SUMMARY

On the evidence of climatic variability on long periods of time, it was made a statistic analysis on short periods (decades) with the purpose of finding out climatic trends or rhythms that would serve to determine future forecasts.

The mean monthly temperature, relative humidity, and precipitation data were taken from the S.M.N. climatological statistics (decades: 1928/1937, 1941/1950 and 1951/1960 respectively) which were compared with the 1901/1950 statistical climatological records (Estadística Climatológica) used as reference.

For de stadistic analysis the "t" test for small samples was employed.

It was verified the climatic invariability for short periods of time in every locality considered.

1. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Los textos de climatología física incluyen generalmente algún capítulo sobre inestabilidad o variabilidad climática a través de milenios, cien milenios o más largos períodos de tiempo.

Los datos para esos estudios climáticos geocronológicos fueron obtenidos a través de "registradores" o fuentes naturales de información tales como:

- a) el estudio de los anillos de los árboles vivos (longevos) o fósiles y Palinogía;
- b) el análisis de los sedimentos en el fondo de los lagos y consecuente interpretación estratigráfica;
- c) la distribución de huesos y restos de mamíferos de zonas árticas con respecto a su actual habitat;
- d) reconstrucciones históricas de climas en base a buenas y malas cosechas, períodos de sequía, migraciones, etc. 3.

¹ Prof. Adj. Cátedra Meteorología y Fen. Agrícolas. F.C.A., U.N.C.

² Prof. Tit. Cátedra Meteorología y Fen. Agrícolas. F.C.A., U.N.C.

³ Physical Climatology by HELMUT LANDSBERG.

Tomando todo ello en consideración se ha podido demostrar que las temperaturas medias anuales tienden a aumentar sensiblemente con el tiempo, notándose una disminución gradual y progresiva de la frecuencia e intensidad de las bajas temperaturas invernales.

Asimismo se comprobó que las precipitaciones habían disminuido en general siguiendo la misma tendencia, a partir del último período glacial.

Los estudios climatológicos basados en datos registrados por instrumental meteorológico estandarizado, con una antigüedad de 150 años aproximadamente, tales como los de New Haven y Vermont en EE. UU., Edimburgo en Inglaterra y Berlín en Alemania, muestran fehacientemente una tendencia hacia los inviernos más atemperados con disminución en las precipitaciones para todo el Hemisferio Norte ⁴.

Estos cambios o ciclos periódicos pueden deberse al azar o ser regulados por una ley. En este último caso, tendríamos una tendencia que nos serviría de base para la realización de pronósticos de tiempo.

Con esta idea y tomando como guía los datos registrados en las estadísticas climatológicas de los años 1901/1950 del S.M.N., hemos intentado el análisis de algunos elementos meteorológicos correspondientes a varios decenios, con el objeto de encontrar tendencias o ritmos climáticos para la realización de futuros pronósticos de tiempo en Mendoza y otras localidades del país.

2. MATERIAL Y METODOS

De las estadísticas climatológicas se tomaron solamente los promedios de los registros de: temperatura media, precipitación media y humedad relativa media mensuales por considerarlos los más importantes desde el punto de vista bioclimático.

Tal como se expresara antes, estos datos extraídos de la estadística 1901/1950 S.M.N., se tomaron como valor verdadero o más probable en nuestros cálculos, comparándolos con los registros promedio de los decenios 1928/1937, 1941/1950 y 1951/1960 respectivamente que estuvieron a nuestro alcance.

La elección de las 10 localidades estudiadas, incluyendo a Mendoza, se basó en su conveniente distribución en los puntos extremos y medios del país.

Como la comparación de medias es en muestras pequeñas, hemos adoptado la prueba de "t", según la conocida expresión:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{Sd} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

⁴ Climate and Man Yearbook of Agriculture, 1941.

\bar{x}_1 = media aritmética de la muestra 1.

\bar{x}_2 = media aritmética de la muestra 2.

Sd = desviación standard de la diferencia de medias.

n_1 y n_2 = número de observaciones para cada muestra.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

El análisis estadístico de los valores obtenidos y consignados en los cuadros adjuntos, nos indican que:

- a) en muy pocos casos el valor de "t" obtenido, fue significativo;
- b) en esos pocos casos, la significancia sólo se registra en la humedad relativa media de algunas poblaciones con excepción de Ushuaia; allí la variación se da en la precipitación media;
- c) en los escasos ejemplos en que el valor de "t" resulta significativo, su valor apenas sobrepasa el guarismo límite de la tabla correspondiente;
- d) la temperatura en ningún caso sufre variaciones y la diferencia entre medias aritméticas son muy pequeñas.

4. CONCLUSION

En los casos analizados con los registros de los únicos tres elementos meteorológicos considerados, no se notan diferencias significativas con respecto a las medias de referencia, salvo las excepciones antes apuntadas.

De ello se puede inferir que el clima de Mendoza, Mar del Plata, San Luis, Córdoba, La Rioja, Buenos Aires, Ceres, Azul, Tucumán y Ushuaia, pueden considerarse como invariables para los períodos o decenios estudiados.

Las pocas excepciones significativas: en humedad relativa media, tales como Mendoza, Tucumán, Ceres y en precipitación media Ushuaia, no indican en ningún caso tendencia determinada sino más bien variaciones accidentales.

En el caso particular de Mendoza que muestra diferencias significativas de humedad relativa media en dos decenios continuados: 1941/1950 y 1951/1960 respectivamente, es interesante hacer notar que a partir del año 1944, el Observatorio Meteorológico Nacional trasladó sus instalaciones e instrumental a su emplazamiento actual en el Parque Gral. San Martín, donde podría haber influido la topografía circundante.

En síntesis: se comprueba una vez más la invariabilidad climática para pequeños períodos de tiempo (relativos).

Cuadros con las diferencias entre medias, significancia y « t » de algunos decenios, para 3 elementos meteorológicos

Período de tiempo (Decenio)	Diferencia entre medias	« t »	Significancia
M E N D O Z A			
Temperatura media :			
1928/1937	0,21	0,073	No.
1941/1950	0,65	0,269	No.
1951/1960	0,17	0,073	No.
Precipitación media :			
1928/1937	3,70	1,053	No.
1941/1950	0,63	0,191	No.
1951/1960	3,20	0,808	No.
Humedad relativa media :			
1928/1937	3,83	1,375	No.
1941/1950	6,33	2,202	Sí
1951/1960	6,17	2,205	Sí
A Z U L			
Temperatura media :			
1928/1937	0,22	0,539	No.
1941/1950	0,15	0,367	No.
1951/1960	0,17	1,151	No.
Precipitación media :			
1928/1937	2,73	0,343	No.
1941/1950	3,60	0,441	No.
1951/1960	3,17	0,318	No.
Humedad relativa media :			
1928/1937	1,25	0,267	No.
1941/1950	2,25	0,710	No.
1951/1960	2,75	0,882	No.
T U C U M A N			
Temperatura media :			
1928/1937	0,35	0,176	No.
1941/1950	0,65	9,074	No.
1951/1960	0,47	0,245	No.
Precipitación media :			
1928/1937	4,53	0,174	No.
1941/1950	7,79	0,294	No.
1951/1960	10,10	0,343	No.
Humedad relativa media :			
1928/1937	1,41	0,465	No.
1941/1950	7,00	2,401	Sí
1951/1960	2,50	0,784	No.

Período de tiempo (Decenio)	Diferencia entre medias	« t »	Significancia
U S H U A I A			
Temperatura media :			
1928/1937.....	0,06	0,046	No
1941/1950.....	0,21	0,090	No
1951/1960.....	0,35	0,269	No
Precipitación media :			
1928/1937.....	9,63	2,254	Sí
1941/1950.....	3,05	0,955	No
1951/1960.....	0,21	0,095	No
Humedad media :			
1928/1937.....	1,59	0,686	No
1941/1950.....	2,50	1,249	No
1951/1960.....	1,58	0,833	No
B U E N O S A I R E S			
Temperatura media :			
1928/1937.....	0,13	0,063	No
1941/1950.....	0,40	0,193	No
1961/1930.....	0,48	0,237	No
Precipitación media :			
1928/1937.....	0,87	0,112	No
1941/1950.....	0,43	0,051	No
1961/1930.....	9,03	1,178	No
Humedad relativa media :			
1928/1937.....	0,17	0,083	No
1941/1950.....	2,83	1,104	No
1951/1960.....	2,75	1,102	No
C E R E S			
Temperatura media :			
1928/1937.....	0,23	0,110	No
1941/1950.....	0,27	0,132	No
1951/1930.....	0,10	0,049	No
Precipitación media :			
1928/1937.....	1,40	0,073	No
1941/1950.....	6,27	0,392	No
1951/1960.....	0,71	0,042	No
Humedad relativa media :			
1928/1937.....	0,17	0,080	No
1941/1950.....	5,59	2,139	No
1951/1960.....	3,17	1,210	No

Periodo de tiempo (Decenio)	Diferencia entre medias	« t »	Significancia
C O R D O B A			
Temperatura media :			
1928/1937.....	0,25	0,120	No
1941/1950.....	0,38	0,191	No
1951/1960.....	0,10	0,049	No
Precipitación media :			
1928/1937.....	3,13	0,206	No
1941/1950.....	4,66	0,318	No
1951/1960.....	3,49	0,205	No
Humedad relativa media :			
1928/1937.....	0,08	0,034	No
1941/1950.....	2,58	0,980	No
1951/1960.....	0,42	0,176	No
L A R I O J A			
Temperatura media :			
1928/1937.....	0,04	0,017	No
1941/1950.....	0,01	0,004	No
1951/1960.....	0,35	0,142	No
Precipitación media :			
1928/1937.....	5,86	0,637	No
1941/1950.....	0,40	0,039	No
1951/1960.....	3,22	0,318	No
Humedad relativa media :			
1928/1937.....	0,17	0,416	No
1941/1950.....	4,34	1,375	No
1951/1960.....	1,00	0,318	No
M A R D E L P L A T A			
Temperatura media :			
1928/1937.....	0,19	0,098	No
1941/1950.....	0,10	0,051	No
1951/1960.....	0,24	0,122	No
Precipitación media :			
1928/1937.....	5,33	1,176	No
1941/1950.....	6,23	1,151	No
1951/1960.....	4,46	0,808	No
Humedad relativa media :			
1928/1937.....	1,50	0,906	No
1941/1950.....	1,83	1,127	No
1951/1960.....	0,041	0,269	No

Periodo de tiempo (Decenio)	Diferencia entre medias	« t »	Significancia
S A N L U I S			
Temperatura media :			
1928/1937	0,01	0,004	No
1941/1950	0,04	00017	No
1951/1960	0,25	0,105	No
Precipitación media :			
1928/1937	6,57	0,441	No
1941/1950	0,95	0,066	No
1951/1960	3,40	0,230	No
Humedad relativa media :			
1928/1937	2,01	0,931	No
1941/1950	1,16	0,441	No
1951/1960	3,83	1,543	No

RESUMEN

Comprobada la variabilidad climática en muy largos períodos de tiempo, se realizó un análisis estadístico en pequeños períodos (decenios), con el objeto de encontrar tendencias o ritmos climáticos que servirían para la determinación de pronósticos futuros de tiempo.

Los datos de temperatura media, humedad relativa media y precipitación media mensuales considerados, se obtuvieron de las estadísticas Climatológicas del S.M.N.: decenios 1928/1937, 1941/1950 y 1951/1960 respectivamente, que se comparan con los registros de la Estadística Climatológica de 1901/1950, tomados como referencia.

Para el análisis estadístico se adoptó la prueba de "t" para pequeñas muestras.

Se comprobó la invariabilidad climática para pequeños períodos de tiempo en todas las localidades consideradas.

RECONOCIMIENTO

Los autores manifiestan su agradecimiento al Profesor de la Cátedra de Cálculo Estadístico y Biometría de esta Facultad: Ing. Agr. ERNESTO MAVRICH, por sus valiosas indicaciones.