

# DETERMINACION DEL PERIODO LIBRE Y ESTIMACION DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE HELADAS EN LA ZONA CENTRAL Y SUR DEL PARAGUAY

Juan S. DELGADO-ROJAS<sup>1</sup>, Valter BARBIERI<sup>2</sup>

## RESUMEN

Con el análisis de 33 años de datos de temperaturas mínimas diaria de la Estación Meteorológica del Instituto Agronómico Nacional, Lat.: 25° 24' S., Long.: 57° 06' W., Alt.: 228 m y 30 años de datos de la estación meteorológica del Centro Regional de Investigación Agrícola, Lat.: 27° 17' S., Long.: 55° 49' W., Alt.: 280 m. se llegó a determinar el Período Libre de Heladas y su probabilidad de ocurrencia para la zona Central y Sur del Paraguay. influenciado por cada una de las estaciones sobre las zonas respectivas.

## INTRODUCCION

Paraguay está dividido en dos regiones con características bien marcadas, la oriental y la occidental. La región oriental como está ubicada en latitudes más altas, sufre con mayor frecuencia la helada agrícola. Ese fenómeno agrometeorológico, cada año ocasiona pérdidas incalculable a los productores rurales, en muchos casos éstas son inevitables pero en muchos otros ocurren por falta de una buena planificación.

Como resultado de largas observaciones, en especial de **Bertoni (1926)**, se tienen numerosas obras referente al efecto de la helada sobre la gricultura, lucha directa e indirecta, resistencia de las plantas, entre otros. Esos datos son muy valiosos por que permite conocer mejor ese fenómeno tan común de esta región; sin embargo, hasta el presente no se tienen trabajos estadísticos claros en la que uno puede basarse para realizar ciertas planificaciones referente a época de mayor o menor peligro de ocurrencia de dicho fenómeno.

Con el presente se pretende paliar de alguna manera dicha carencia, con el fin de contribuir con los agricultores modernos para realizar sus planes de actividades rurales en período invernal.

## MATERIAL Y METODOS

Para determinar el período libre de heladas, en la Zona Central se analizaron 33 años de datos de temperaturas mínimas diaria correspondiente a la estación meteorológica del Instituto Agronómico Nacional, Caacupé. Lat. 25° 24' S; Long. 57° 06' W y .Alt. 228 m; igualmente, para la Zona Sur, se analizaron 30 años de datos correspondiente a la estación meteorológica del Centro Regional de Investigación Agrícola, Itapúa. Lat.27° 17' S, 55° 49' Long W. y 280 m de Altitud (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1996).

En casi todas las estaciones meteorológicas se tropieza con el problema de la anotación de los eventos de **helada agrícola** propiamente dicha, éste es el caso de las dos estaciones mencionadas. Al respecto, según **Bertoni (1926)**, dependiendo de las condiciones ambientales, en una noche fría, la diferencia de temperatura entre 10 cm sobre el suelo colocado a la intemperie, y a nivel de 1.5 m. de altura en abrigo, puede variar entre 0 y 8° C. **Sentelhas et alii (1995)** para el estado de San Pablo, Brasil, experimentó que entre 5 cm sobre el suelo y 1,5 m de altura colocado en casilla meteorológica, la temperatura, cuando ocurre helada agrícola, tiene una diferencia media de 4,1° C.

Autores, como **Mota (1986)**, recomienda la utilización de temperaturas mínimas igual o menor a 2° C. anotada en casilla meteorológica a 1,5 m de altura, como mínima condición para considerar la ocurrencia de helada. Para éste trabajo en particular se tomó como base dicha recomendación , osea igual o menor a 2° C para considerar de que ha ocurrido una helada en aquel día.

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, Estudiante de Maestría en Agrometeorología, Departamento de Física y Meteorología, ESALQ-USP. Dirección Electrónica: jsdrojas@carpa.ciagri.usp.br

<sup>2</sup> Profesor Doctor, Departamento de Física y Meteorología, ESALQ-USP. Dirección Electrónica: vbarbier@carpa.ciagri.usp.br

Considerando el isoterma normal del Paraguay, según **Presidencia de la República (1986)**, se estableció arbitrariamente el Centro y Sur como zonas de influencia de las dos estaciones mencionadas.

Los datos son asentados en un cuadro, siguiendo los pasos descrito por **Fina et al (1972)** :

- Se anota la fecha de ocurrencia de la primera y última helada para cada año y para facilitar los cálculos, posteriormente se convierten esas fechas en días Julianos.
- Se procede a contar el número de día transcurrido entre la última helada de ese año y la primera del año siguiente; de igual manera para todos los años.
- Obtenidos los 33 valores, para el caso de la estación de la Zona Central, de períodos sin heladas se suman y se dividen por 33; el número resultante representa el **PERIODO LIBRE DE HELADAS** correspondiente a la Zona Central.

De igual manera se procede con los datos de la estación del CRIA hasta obtener el resultado correspondiente.

Utilizando el método descrito por **Mota (1986)**, y usando los mismos datos anteriores, se procede a determinar la **PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE HELADAS** de la siguiente manera:

- Primeramente se crea una tabla en donde se ordenan las fechas de primeras y últimas heladas en orden creciente

- Se determina H que es la función que da la probabilidad: así:

$$H = I.p, \text{ siendo } I = (m + 1 - K) / (m + 1), \text{ y } p = m/n$$

Donde: n = número de años de observación... m = número de años en que ocurrió heladas.

K= número de orden de fecha de ocurrencia, ordenando las fechas de cada año en orden creciente.

- El valor de H calculado se construye en una figura ploteando con las fechas de ocurrencia, se unen esos puntos obteniendo así la curva de probabilidades. A partir de ahí es fácil de obtener la probabilidad de ocurrencia entre dos fechas escogidas.

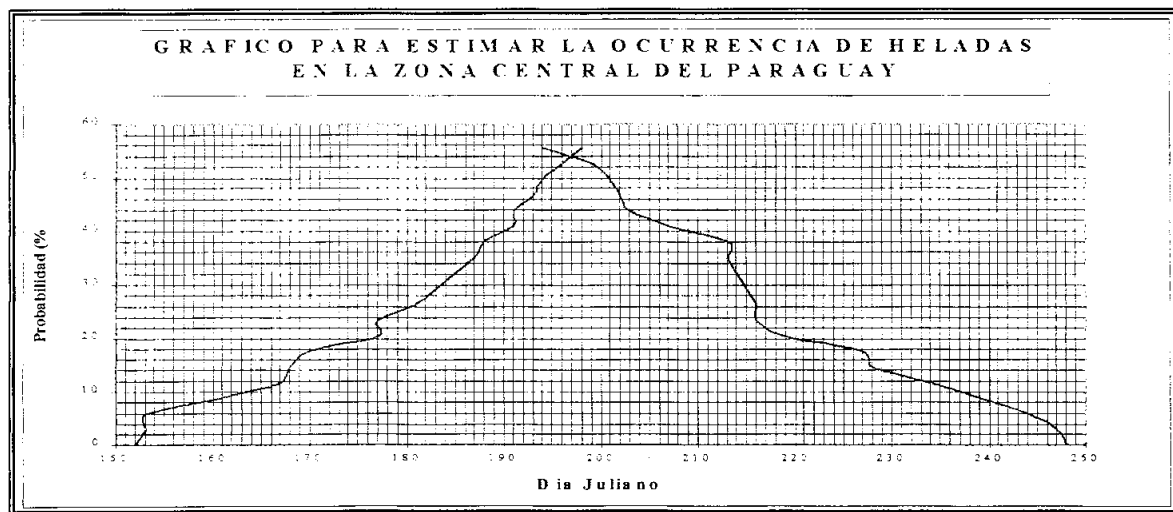
### RESULTADOS Y DISCUSION

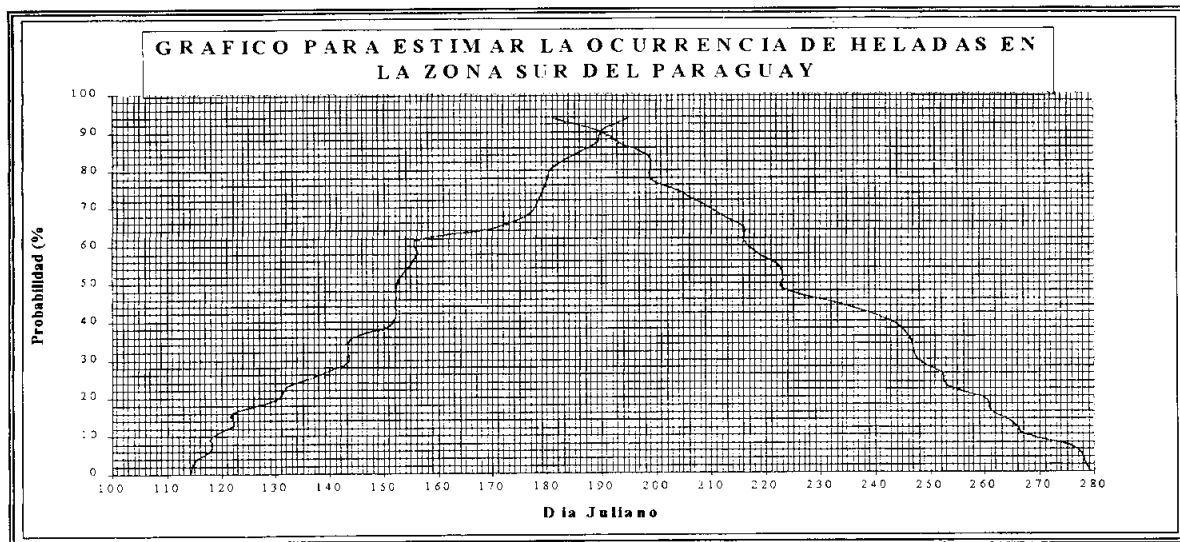
El siguiente cuadro es el resultado obtenido en la determinación del período libre de heladas.

	ZONA CENTRAL	ZONA SUR
Período libre de heladas (días)	350	293
Fecha media de ocurrencia	5 al 24 de Julio	4 de Junio - 15 de Agosto
Fecha extrema de ocurrencia	1 de Junio - 3 de Setiembre	24 de Abril - 4 de Octubre

Como se ha dicho anteriormente, debido principalmente a la diferencia de latitud, la zona sur se ve afectada mucho más por la helada que la zona central, con una diferencia notable de 57 días. En cuanto a fecha extrema de ocurrencia, se puede observar que la diferencia es mucho más notable todavía.

Seguidamente se presentan los gráficos para estimar la probabilidad de ocurrencia de heladas.





Para realizar las estimaciones entre cualquier fecha, se puede utilizar tanto la curva que haciendo hacia la derecha como la que haciendo hacia la izquierda o ambos, con la salvedad de que si se hiciese de ésta última manera se deberá sumar los resultados obtenidos: con ésto se obtendrá la probabilidad total de que ocurra helada agrícola entre dos fechas de interés.

Como ejemplo se puede estimar la probabilidad entre el 8 y el 18 de Julio, 190 y 200 según calendario Juliano; se observa que existe 22 % de probabilidad que haya helada en esa década. Dicho calendario es un complemento necesario para realizar dicha estimativa.

### CONCLUSIONES

Este trabajo es una herramienta valiosa para el agricultor de la región mencionada por que le permite elegir el grado de riesgo que puede asumir. Aparte de mostrar las fechas donde comienza y termina el riesgo de heladas, permite a la vez estimar en términos porcentuales el peligro que existe durante un periodo considerado de interés para el agricultor.

### BIBLIOGRAFIA

- BERTONI, M. S. Agenda mentor agrícola. 3 ed. Puerto Bertoni, Py. Impr. EX SYLVIS, 1926. 448p.
- FINA, A. L. DE; RAVELO, A. C. Climatología y fenología agrícola. Bs.As. Arg. EDITORIAL UNIVERSIDARIA DE BUENOS AIRES. 1972, p. 210-216.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Dirección de investigación agrícola. Boletín de datos meteorológicos. Caacupé. Py, 5(6), 1996, 12 p.
- MOTA, F. S. DA. Meteorología agrícola. 1 ed. São Paulo, Br, Nobel., 1986.
- PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. SECRETARIA TÉCNICA DE PLANIFICACION. AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL. Perfil ambiental del Paraguay. Asunción, Py., 1986. 575p.
- SENTELHAS, P.; ORTOLANI, A. A.; PEZZOPANE, J. R. M. Estimativa da temperatura mínima de relva e da diferença de temperatura entre o abrigo e a relva em noites de geadas. Bragantia, Campinas, 54(2):437-445, 1995.