

FENOLOGIA DE LA PAPA (Solanum tuberosum) Y SU RELACION
CON LA TEMPERATURA EN LIPINGÜE (DECIMA REGION, CHILE)

PHENOLOGY OF POTATO (Solanum tuberosum) AND ITS RELATIONSHIP
WITH TEMPERATURE IN LIPINGÜE (DECIMA REGION, CHILE)

Julio R. Gutiérrez^{1,4)}

Alonso Bravo²⁾

Nelson Jaeger³⁾

Ernst R. Hajek¹⁾

- 1) Depto. de Biología Ambiental, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 2) Depto. de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 3) Instituto de Educación Rural, Lipingüe, X Región.
- 4) Actualmente, Depto. de Biología, Universidad de La Serena, Chile.

SUMMARY

Cultivation of potato in Chile is pre-hispanic and the management of this resource has improved the techniques and yields along time. Based on old empirical knowledge sowing and harvesting dates have been established.

The purpose of this investigation was to determine growing degree-days of potatoes (Solanum tuberosum) in Lipingüe (Décima Región, Chile) in 1977, 1978 and 1979.

Phenological and meteorological observations were made. Heat sums were calculated using 7° C as threshold temperature. The curve describing the temperature distribution at the above-mentioned locality was calculated and calendar dates of maturity and length of growing season at different sowing dates were determined.

It was concluded that a technique like that of heat sums could contribute to a better management of agricultural schedules.

INTRODUCCION

El cultivo de la papa (Solanum tuberosum) en Chile se remonta a tiempos anteriores a la llegada de los españoles y varios autores plantean que la papa se habría originado en Sudamérica y desde allí habría sido llevada al resto del mundo (Smith 1977, Rhoades 1982). Por lo tanto, la domesticación de la papa lleva varios siglos en los cuales ha sido posible obtener un producto de alto valor alimenticio y que constituye la base de la dieta de muchos pueblos.

El manejo de este recurso ha permitido ir mejorando las técnicas usadas y obtener un mayor rendimiento por superficie sembrada. Sobre la base de este conocimiento, que es esencialmente empírico, se han establecido las épocas más adecuadas para la siembra y cosecha. Sin embargo, con el progreso experimentado por la agricultura en los últimos tiempos, se ha podido establecer, con mayor precisión, los períodos para realizar estas prácticas culturales.

Un método que ha tenido bastante éxito, particularmente en los países desarrollados, es el de las sumas térmicas o grados-día de crecimiento (de Fina y Ravelo, 1973; Holmes y Robertson 1959). Este método relaciona el desarrollo o fases fenológicas de la planta de cultivo con la temperatura. Se ha demostrado experimentalmente que las plantas sólo crecen cuando la temperatura sobrepasa un cierto umbral térmico durante

el tiempo que demora en completar su ciclo de desarrollo, es constante de año en año, e independiente de la ubicación geográfica del cultivo. Por lo tanto, conociendo los requerimientos térmicos de la planta y las características climáticas del lugar donde está el cultivo, es posible predecir la extensión del período vegetativo y la fecha de maduración a contar de un determinado día de siembra (Holmes y Robertson 1959). Este conocimiento es de gran importancia para la planificación agrícola, ya que permite la implementación de infraestructuras de cosecha, de mercadeo y de llegada de los productos a las plantas industriales sin acumulación que pudiera ocasionar pérdidas.

A pesar de los beneficios evidentes que conlleva este tipo de estudios para la agricultura, en Chile son muy escasas las investigaciones que se han hecho en este sentido. Este trabajo es un aporte de una serie de estudios que se realizaron durante los años 1977, 1978 y 1979 en las localidades comprendidas entre Ovalle y Castro, relacionando fenología de plantas de cultivo y temperatura. El objetivo del presente trabajo es determinar los grados-día acumulados por el cultivo de la papa durante su período de crecimiento en la localidad de Lipingüe (X Región). Esta información se usará para construir un calendario con fechas de maduración y extensión del período de crecimiento de la papa, cuando es sembrada en diferentes fechas, mediante el uso de una función matemática que describe la distribución de la temperatura en Lipingüe.

MATERIALES Y METODOS

Las observaciones sobre fenología de la papa se hicieron en el Instituto de Educación Rural de Lipingüe (Los Lagos, X Región) durante dos períodos: noviembre de 1977 a abril de 1978 y noviembre de 1978 a abril de 1979. En ambos períodos se usó las variedades Pimpernel y Ginecke. Las técnicas agronómicas usadas (fertilizantes, riego) fueron similares en ambos períodos. Se hicieron observaciones diarias, en una parcela de 10 x 10 m y se distinguieron las siguientes etapas de crecimiento de la papa:

- a) Fecha de siembra (S) hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas emergió (E)
- b) 50% E hasta que el 50% de las plantas floreció (F).
- c) 50% F hasta que el 50% de las plantas maduró (M).

Se consideró que las plantas estaban maduras cuando las hojas cambiaban desde un color verde a amarillo verdoso.

Para determinar el porcentaje de plantas en una determinada fase de crecimiento, se contaron las plantas que estaban en esa fase y se dividió por el total de plantas presentes en la parcela de observación. Para el período 1977 la siembra de la parcela se hizo el 23 de noviembre de 1977. Los tubérculos fueron sembrados cada 50 cm de distancia. La cosecha del ensayo fue iniciada el 27 y terminada el 28 de abril de 1978.

La siembra en el período 1978-79 se inició el 9 de noviembre y se terminó el 11 de noviembre de 1978. El 27 de abril de 1979 se hizo la cosecha.

Simultáneamente, se registraron los datos de temperatura diaria (máxima, mínima y media) en una estación meteorológica cercana perteneciente a la Universidad Austral de Chile.

Para el cálculo de las sumas térmicas se usó 7°C como la temperatura base para la papa (Smith 1977). Se determinó la curva que describe la distribución de temperaturas de Lipingüe (detalles del método están en Gutiérrez y Hajek 1980) y mediante el uso de un computador PDP 8/L se construyó un calendario de fechas de maduración y extensión de los períodos de desarrollo de la papa para diferentes fechas de siembra.

RESULTADOS Y DISCUSION

La cantidad de grados-día acumulados en la temporada 1977-78 fue 200 grados-día mayor comparada a la temporada 1978-79 (Cuadro 1). Para la etapa siembra a 50% de emergencia hubo 77,3 grados-día más en la temporada 1977-78 que en la segunda temporada. Para la fase 50% de emergencia a 50% de floración hubo 114,1 grados-día más en la temporada 1977-78. En cambio, para la fase 50% de floración a 50% de madurez hubo sólo 1,8 grados-día más en la primera temporada. El ritmo de las diversas fases fenológicas se muestra en las figuras 1 y 2 para el período 1977-78, 1978-79, respectivamente.

Los resultados sugieren que las fases comprendidas entre la siembra y la floración son más sensibles a variaciones de otros factores, distintos a la temperatura, comparada con la fase entre la floración y la madurez donde se observa una notable constancia entre períodos. Diferencias en la humedad del suelo, ya sea por riego o precipitaciones, podrían estar dando cuenta de la diferencia observada en la fase comprendida entre la siembra y 50% de emergencia en ambos períodos. Además, habría que considerar que no necesariamente la temperatura del aire puede estar reflejando la temperatura del suelo en ambos períodos, es decir, una misma temperatura del aire puede representar distintas temperaturas del suelo, que son realmente el factor importante para la germinación de los tubérculos. Durante el período comprendido entre el 50% de emergencia y el 50% de flo-

ración la planta ha estado creciendo (produciendo biomasa) y por lo tanto, utilizando nutrientes. Variaciones en la tasa de fertilizantes pueden dar cuenta de las diferencias observadas entre períodos. Aparentemente, una vez que las plantas ya han crecido, el factor más importante en la maduración de las plantas es la temperatura. Esto daría cuenta de la similitud observada entre períodos para la última fase. A pesar de las diferencias observadas, éstas no son demasiado grandes como para invalidar la técnica de grados-día, la que ha sido ampliamente utilizada en países desarrollados. Indudablemente, una mayor cantidad de años de observación llevaría a disminuir la variación observada debido a otros factores distintos a la temperatura. Este estudio muestra que, a pesar del escaso período de observación, las variaciones entre años no son grandes, lo que nos permitiría hacer predicciones acerca del período de posible cosecha, conociendo la fecha de siembra y el curso de la temperatura del lugar.

A manera de ejemplo se hizo una simulación para diferentes épocas de siembra y se determinó la fecha de maduración (Cuadro 2). Para tal efecto se usó los grados-día acumulados por la papa en el período 1977-78 (1300 grados-día) y la curva de distribución de temperatura, previamente calculada, para el período comprendido entre octubre de 1977 y julio de 1978 (Fig. 3). El área bajo la curva y sobre 7° C representa los grados-día acumulados. La simulación se hizo a contar del 1° de agosto que es el punto de inicio de la curva de temperaturas (Cuadro 2). En estos cálculos se determinó que al sembrar entre los días 91-105 la ex-

tensión del período necesario para acumular los 1300 grados es el más corto. Estas fechas corresponden al 3-15 de noviembre, fechas bastante cercanas a la fecha en la cual efectivamente se hizo la siembra. Se ve también en la Fig. 3 que si se siembra después del 15 de diciembre no se alcanzaría la acumulación de los 1300 grados-día. Simulaciones de este tipo permitirían la delimitación de aquellos períodos en los cuales ocurre la mayor acumulación calórica y por consiguiente cual es el menor período en el cual el cultivo podría completar su ciclo de crecimiento. Un conocimiento de este tipo contribuiría a una mejor planificación agrícola.

RESUMEN

El cultivo de la papa (Solanum tuberosum) en Chile es pre-hispánico y el manejo del recurso ha permitido ir mejorando las técnicas y el rendimiento. A base del conocimiento esencialmente empírico se han establecido las épocas más adecuadas para la siembra y cosecha.

Objetivo del trabajo fue la determinación de los grados-día acumulados por el cultivo de la papa durante su período de crecimiento en la localidad de Lipingüe (X Región). El estudio se hizo durante los años 1977, 1978, 1979. Para el desarrollo del trabajo se hicieron observaciones fenológicas en las plantas y observaciones meteorológicas en una Estación cercana. Para las sumas térmicas se usó una temperatura base de 7° C y se determinó la curva que describe la distribución de temperaturas en la localidad. Se construyó un calendario de fechas de maduración y extensión de los períodos de desarrollo de la papa para diferentes fechas de siembra.

Se concluye que el uso de una técnica como lo es la de las sumas térmicas tendría grandes proyecciones en el ámbito de la planificación agrícola.

A G R A D E C I M I E N T O S

Los autores agradecen al Dr. Anton Huber, Universidad Austral de Chile, por los datos climatológicos del área de estudio, a la señora Emilia García por la transcripción dactilográfica del manuscrito y a la Dirección de Investigación, Pontificia Universidad Católica de Chile por el apoyo a los proyectos DIUC 78/77 y 119/84.

LITERATURA CITADA

- FINA DE A. y A. C. RAVELO. 1973. Climatología y fenología agrícola. Eudeba. Buenos Aires.
- GUTIERREZ, J.R. y E. R. HAJEK. 1979. Curvas de distribución anual de las temperaturas máximas y mínimas en Chile. Ciencia e Investigación Agraria 6: 177-183.
- GUTIERREZ, J. R. y E. R. HAJEK. 1980. Una nueva técnica para calcular sumas térmicas en Chile. Ciencia e Investigación Agraria 7: 67-75.
- HOLMES, R. M. y G. W. ROBERTSON. 1959. Heat units and crop growth. Publ. 1042. Canada Dept. Agriculture. Ottawa.
- RHOADES, R. E. 1982. The incredible potato. The National Geogr. Mag. 1616 (5): 668-694.
- SMITH, O. 1977. Potatoes: production, storing, processing. 2nd. ed. The Avi. Publ. Co. West Port. Connecticut. 776 pp.

C U A D R O 1

Grados-días acumulados (base 7° C) para tres fases fenológicas de las variedades de papa Pimpernel y Ginecke, en dos temporadas. Lipingüe (X - Región).

Accumulated degree-days (base 7° C) for three phenological phases of potato cultivars Pimpernel and Ginecke, for two growing seasons.

	Temporada season	
	1977-78	1978-79
Fases	Grados - días	
Phases	Degree - days	
S - 50% E*	261,4	184,1
50% E - 50% F	482,8	368,7
50% F - 50% M	556,0	554,2
	1.300,2	1.107,0

- * S = Siembra, Sowing
 E = Emergencia, Emergence
 F = Floración, Flowering
 M = Madurez, Maturity

C U A D R O 2

Proyección del número de días de siembra a madurez y duración del período vegetativo para diferentes fechas de siembra de papa. Zona Los Lagos.

Duration of period from planting to maturity for various dates of planting. Los Lagos zone.

Día de siembra	Día de maduración	Días de siembra a madurez
Planting day	Day of maturity	Days from planting to maturity
0	203	203
7	203	196
14	204	190
21	205	184
28	205	177
35	207	172
42	208	166
49	210	161
56	213	157
63	216	153
70	219	149
77	223	146
84	228	144
91	234	143
98	240	142
105	248	143
112	258	146
119	270	151
126	287	161
133	327	194
140		

Día 0: 1° de agosto

Day 0: August 1st.

SOLANUM TUBEROSUM
var. Pimpernel y Ginecke
1977-78

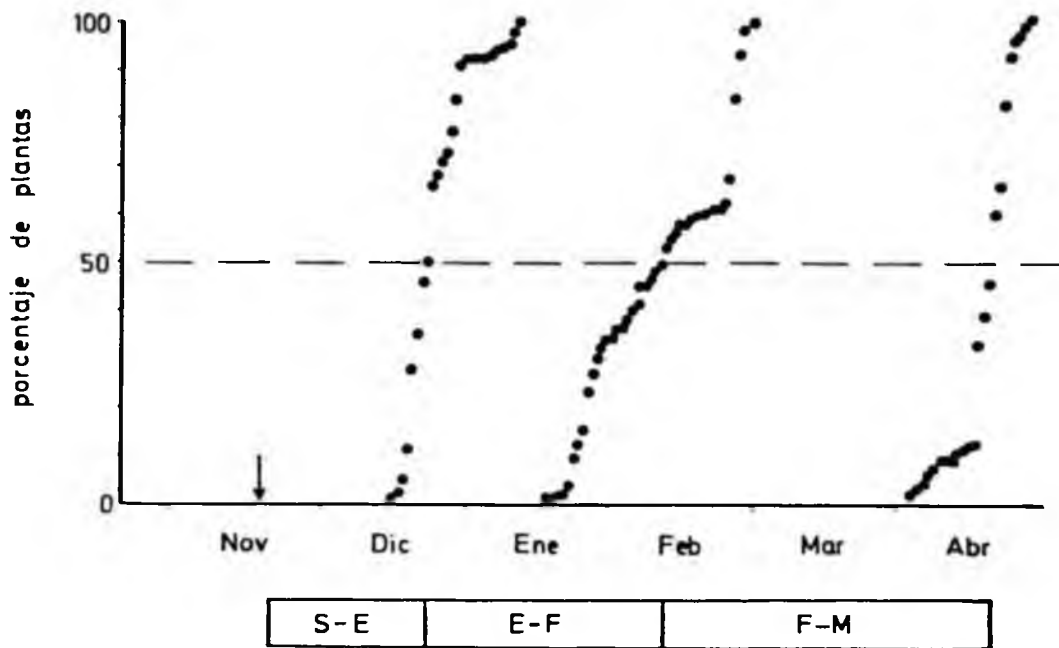


Fig. 1:

Ritmo de fases fenológicas para la papa en Lipingüe (X Región). Variedades Pimpernel y Ginecke periodo 1977-78. Con una flecha se indica la fecha de siembra. Las fases fenológicas siembra (S) a 50% de emergencia (E), emergencia a 50% floración (F) y floración a 50% de maduración (M) se indican en los recuadros.

Rythm of phenological phases for potato in Lipingüe (X Región, Chile), for Pimpernel and Ginecke cultivars period 1977-78. Date of sowing is shown by an arrow. Phenological phases of sowing (S) to 50% emergence (E), emergence to 50% flowering (F) and flowering to 50% maturity (M) are shown in frames.

SOLANUM TUBEROSUM
var. Pimpernel y Ginecke
1978-79

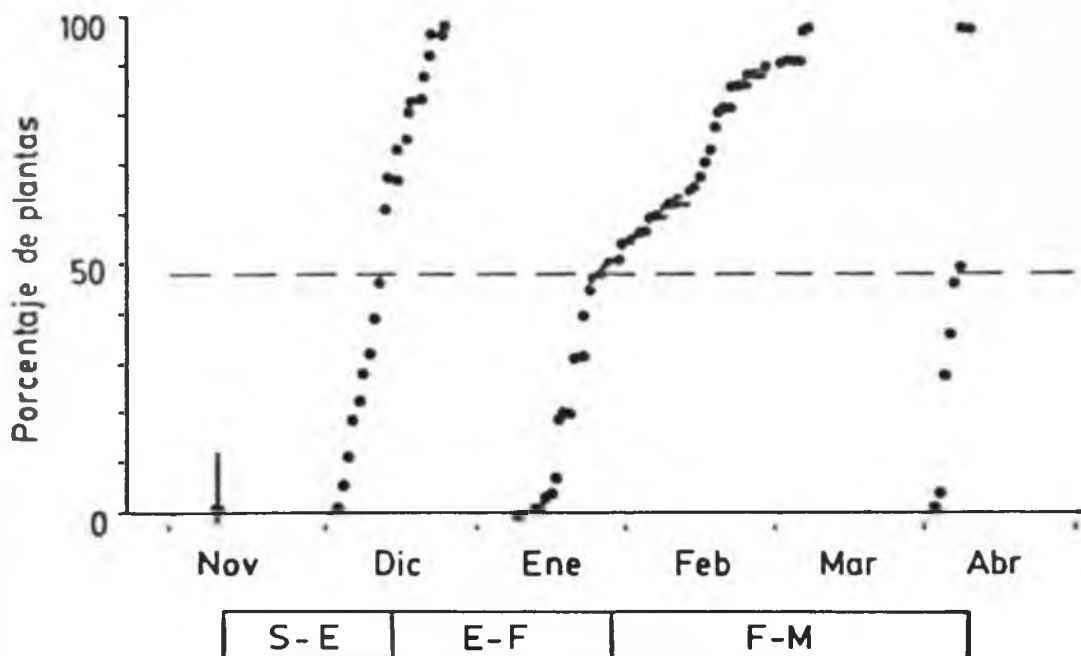


Fig. 2:

Ritmo de fases fenológicas para la papa en Lipingüe (X Región). Variedades Pimpernel y Ginecke período 1978-79. Con una flecha se indica la fecha de siembra. Las fases fenológicas siembra (S) a 50% de emergencia (E), emergencia a 50% floración (F) y floración a 50% de maduración (M) se indican en los recuadros.

Rythm of phenological phases for potato in Lipingüe (X Región, Chile), for Pimpernel and Ginecke cultivars period 1978-79. Date of sowing is shown by an arrow. Phenological phases of sowing (S) to 50% emergence (E), emergence to 50% flowering (F) and flowering to 50% maturity (M) are shown in frames.

LOS LAGOS
1977-78

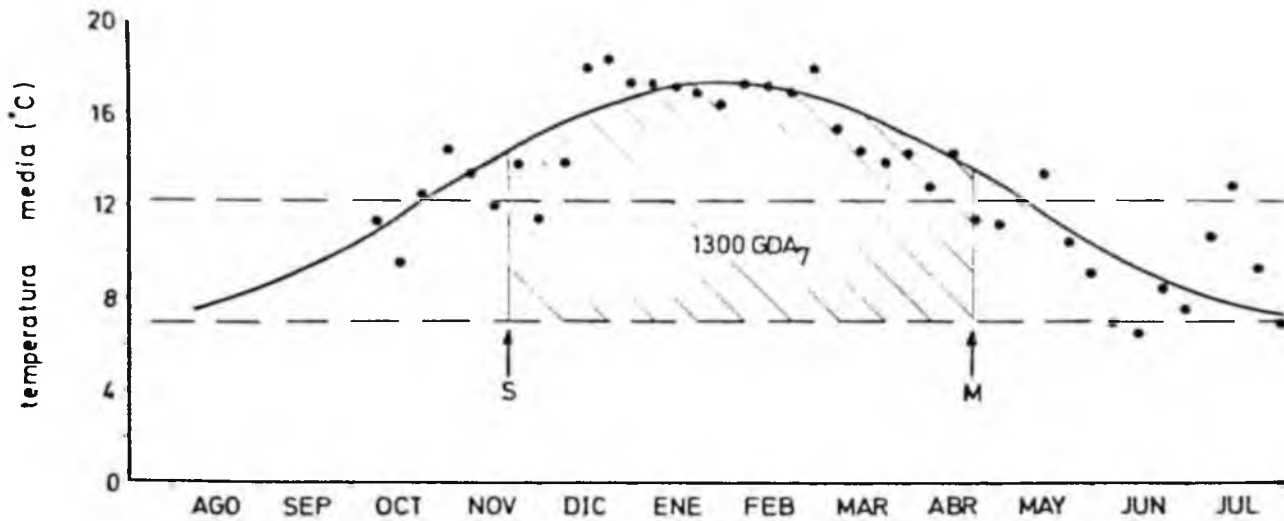


Fig. 3:

Temperaturas medias semanales de la localidad de Los Lagos, Chile, periodo 1977-78. La curva de temperatura corresponde al ajuste realizado de acuerdo al método propuesto por Gutiérrez y Hajek 1980. Se indica el período correspondiente entre la siembra (S) y la maduración de la papa (M). El área achurada corresponde a la acumulación térmica del periodo entre siembra y maduración, equivalente a 1300 grados-día acumulados, base 7° C.

Mean weekly temperatures of Los Lagos, Chile, period 1977-78. The temperature curve was adjusted according to Gutiérrez and Hajek, 1980. The period from sowing (S) to maturity (M) of potato is indicated. Hatched area corresponds to thermal accumulation for the period from sowing through ripening which is equivalent to 1300 growing-degree-days, base 7° C.