

## Aplicación práctica del concepto

En términos generales, la temperatura determina la distribución geográfica de las especies, el desarrollo de los cultivos y el rendimiento. En particular, los cambios en la temperatura inciden sobre la velocidad con que ocurren los eventos fenológicos, según el tiempo calendario. Así, un mismo cultivo en diferentes localidades y altitud sobre el nivel del mar, tiene un crecimiento diferente, lo cual a la vez influye en prácticas agrícolas tales como:

- La duración del ciclo de cultivo en diferentes localidades, épocas y genotipos.
- La determinación de las fechas de siembra, madurez fisiológica y cosecha.
- El pronóstico del rendimiento.
- El pronóstico de los coeficientes de evapotranspiración de cultivos.
- El pronóstico de la aparición de plagas y enfermedades.

Establecer la demanda energética de cada fase fenológica o de un ciclo de cultivo, permite al técnico y al productor proyectar el crecimiento de una planta cuando se cultiva en condiciones de temperatura diferente, en especial considerando el efecto del desajuste climático. Entonces, sería posible predecir la duración del ciclo, la floración, la fructificación o el rendimiento, bajo nuevas condiciones.

La limitante para el uso de este modelo, es la falta de información específica de los GDA necesarios para completar las fases de un determinado cultivo; por tanto, el productor con el apoyo del técnico, puede comenzar a hacerlo en su siguiente ciclo. Para facilitar su uso, se pueden usar los valores de un cultivo de su misma familia botánica. Es necesario contar con datos de la temperatura para la zona en la cual se desea aplicar este modelo, por lo que un termómetro de 'máxima y mínima' es una herramienta muy útil.

Este material fue aportado por el Ing. Carlos Méndez Soto, Programa de Hortalizas de la Universidad de Costa Rica. Información adicional puede obtenerse escribiendo a [carlos.mendez@ucr.ac.cr](mailto:carlos.mendez@ucr.ac.cr)

Noviembre de 2015

El ProNAP es una unidad adscrita al Despacho Ministerial del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica

Para comunicarse con la Gerencia llamar al teléfono 2232-1949 o escribir a la dirección de correo electrónico [framathi@costarricense.cr](mailto:framathi@costarricense.cr)



Este documento ha sido impreso gracias al aporte de la Fundación para el Fomento de la Investigación y la Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Costa Rica, mediante el proyecto F-04-15



Tels: 2255-4067 • 8382-2312  
Fax: 2256-8201



EDAD FISIOLÓGICA  
DE LOS CULTIVOS:  
EL USO DE GRADOS DÍA

Programa Nacional Sectorial  
de Producción Agrícola  
bajo Ambientes Protegidos  
ProNAP

APB-094

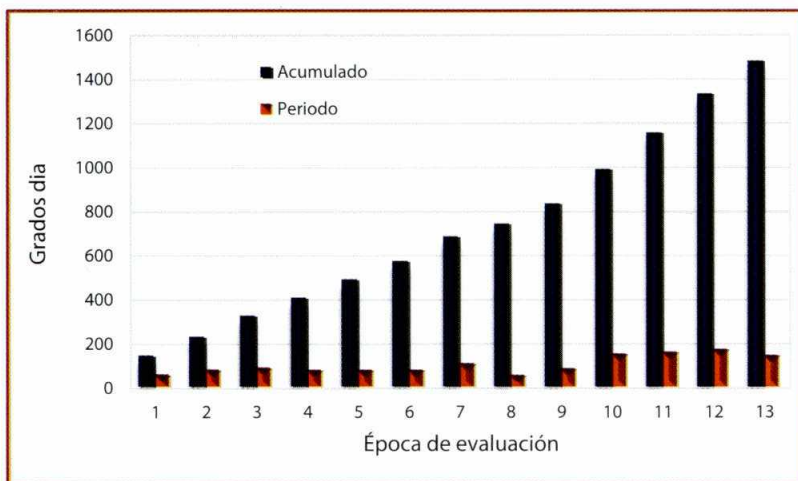
## El tiempo fisiológico

Con la agricultura de precisión se ha impulsado una nueva forma de evaluar el desarrollo de los cultivos, pasando de una evaluación empírica a una **evaluación cuantitativa**. La evaluación empírica es cuando se define el crecimiento en función de los eventos fenológicos del cultivo: germinación, emergencia, desarrollo vegetativo, floración, fructificación, cosecha y senescencia. La evaluación cuantitativa es cuando se mide el crecimiento en términos de la acumulación de la materia o peso seco de los órganos de la planta.

Otro concepto que se ha incorporado es la forma de evaluar el tiempo, pasando de usar el tiempo cronológico (días) al **tiempo fisiológico**, pues el tiempo cronológico se ve influenciado por todas las variables ambientales; mientras que el tiempo fisiológico, expresado en **Grados Día (GD)**, es determinado únicamente por la temperatura, ya que esta variable controla la velocidad de las reacciones bioquímicas.

El tiempo fisiológico se basa en la premisa de que un organismo necesita una cantidad dada de energía, representada por la suma de grados día necesarios para alcanzar una determinada fase fenológica o incluso el ciclo completo, ya que hay una relación lineal entre la temperatura y el crecimiento del organismo.

La ventaja del tiempo fisiológico, es que los 'grados día acumulados' (GDA) para los 'eventos' fenológicos en un genotipo, son relativamente constantes e independientes de la fecha de siembra y la localidad.



Representación gráfica de Grados Día y del Grados Día Acumulados

El efecto de la temperatura en el crecimiento y desarrollo, se mide mediante la acumulación de calor a partir de una temperatura base que es propia de cada cultivo. La temperatura base es aquella en que el cultivo no crece y el modelo asume que la tasa de desarrollo del organismo ocurre en el rango de la temperatura óptima. Si la temperatura está fuera de ese rango, la tasa de desarrollo se reduce.

## El modelo de 'grados día acumulados'

El grado día (GD) es la diferencia entre la temperatura media del día para una localidad dada y una temperatura base; y se puede calcular para un período de tiempo (día, semana, mes, año), una parte o todo el ciclo de cultivo.

Los grados día acumulados (GDA) son la suma de los grados de cada día en un período de tiempo; es como una "suma del calor" que expresa la cantidad total de energía a que la planta estuvo sometida durante un parte o todo el ciclo de crecimiento y que se requiere para alcanzar su maduración. Los GDA permiten calcular la demanda energética necesaria para avanzar a la próxima etapa de crecimiento; representan una forma de expresar la demanda de energía.

## Cómo calcular los grados día

Para establecer los grados día de un cultivo en una localidad, hay que obtener las temperaturas mínima y máxima diarias y la temperatura base o mínima que requiere ese cultivo para crecer.

La información de las temperaturas se utiliza en la siguiente ecuación:

$$\text{Grados Día Diario} = \text{GD} = \frac{(T_{\min} + T_{\max})}{2} - T_{\text{base}}$$

En donde:

**T min** = Temperatura mínima diaria

**T max** = Temperatura máxima diaria

**T base** = Temperatura base, por debajo de la cual se detiene el crecimiento

Los 'grados día acumulados' para una determinada fase fenológica o para el ciclo de un cultivo, es la suma de todos los grados día del periodo evaluado

$$\text{Grados Día Acumulados} = \text{GDA} = \sum \text{GD}_{1 \rightarrow n}$$

En donde:

**GD** = es el grado día diario

$\sum$  = es la sumatoria, o suma de los eventos

**n** = el número de días del periodo evaluado (sea para fase o todo el ciclo)