

Temperatura: limitante clave en el crecimiento de cultivos y praderas de la Región de Los Ríos

Editores/as:
Erika Vistoso G. (evistoso@inia.cl), INIA Remehue
Josué Martínez-Lagos, INIA Remehue

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INFORMATIVO INIA REMEHUE N° 284 – AÑO 2021

Introducción

El crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos y/o praderas (producción primaria) de la Región de Los Ríos requiere de diferentes recursos ambientales, como: luz solar, dióxido de carbono (CO_2), agua y nutrientes esenciales (Figura 1), los cuales deben estar disponibles en las cantidades necesarias para que las plantas agrícolas puedan expresar su máximo potencial productivo. Para lograr dicho potencial productivo es relevante comprender cómo funciona la planta y cómo responde a los diferentes factores internos (especie y variedad de la planta, hormonas y reguladores del crecimiento vegetal) y externos (agua, nutrientes esenciales, luz solar, restricciones edáficas, estrés biótico, existencia de malezas y, también, la temperatura) en forma individual o en interacción

con otro, incidiendo en su crecimiento, desarrollo y producción.

Conocer los estados de crecimiento de un cultivo o pradera es relevante para los productores y asesores técnicos de la Región de los Ríos ya que son responsables de tomar decisiones técnicas respecto al uso de prácticas de manejo agronómico de cultivos y/o praderas. La eficiencia en la aplicación de fertilizantes, riego y pesticidas depende del estado de desarrollo en que se encuentre la especie de cultivo y la presencia de malezas, respectivamente, pudiendo mejorar a través de la aplicación de prácticas y métodos validados a nivel nacional para mejorar la eficiencia en la aplicación, evitando o minimizando a la vez el riesgo de pérdidas de nutrientes esenciales al medio ambiente (lo que puede contribuir a los impactos ambientales

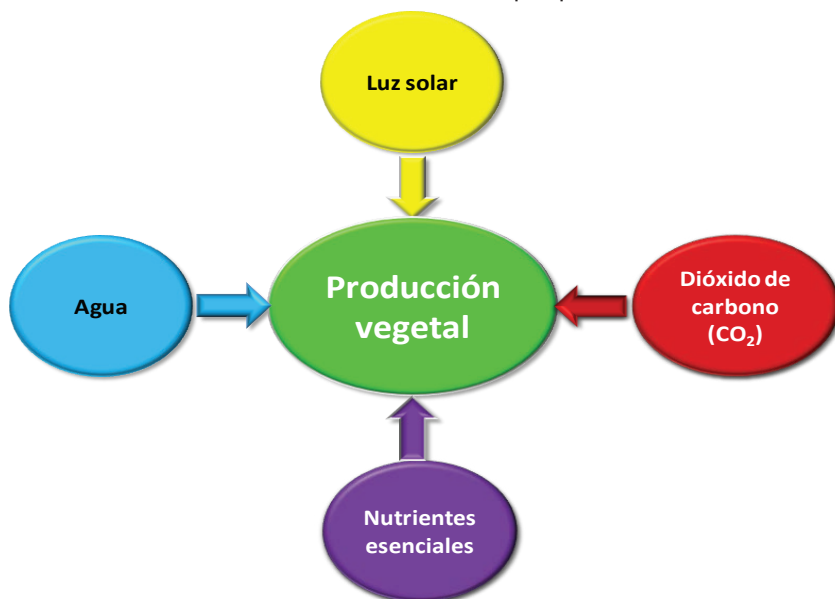


Figura 1. Recursos ambientales fundamentales para la producción primaria.

Fuente: Elaboración propia.

en el agroecosistema) y daños económicos para los productores de la región.

El estado de crecimiento y desarrollo de las especies de cultivo tradicionalmente se ha expresado en diferentes escalas numéricas de desarrollo (Feekes, Zadoks y Haun), en condiciones de campo, con finalidad de generar investigación científica o de manejo agronómico aplicable a la realidad predial. Sin embargo, debe existir una temperatura mínima que varía según la especie vegetal que determina tanto la germinación de semillas como el crecimiento y desarrollo de las diferentes especies de praderas o cultivos.

En este sentido, los grados día representan la acumulación de temperaturas medias por sobre la temperatura base de crecimiento y desarrollo de las especies de cultivo durante la temporada de crecimiento. Este indicador ha sido ampliamente adoptado para programar fechas de siembra/plantación, asegurar la oportuna entrega/incorporación de productos agrícolas en su óptimo estado de madurez, también para predecir el estado

de desarrollo de un cultivo y/o pradera, y programar las diferentes prácticas de manejo agronómico necesarias para la eficiente aplicación de fertilizantes minerales o enmiendas orgánicas en sistemas productivos agropecuarios de la Región de Los Ríos.

Temperatura

La temperatura es una de los principales factores externos que impulsan las tasas de crecimiento y los variados estados fenológicos, los cuales se refieren a cambios producidos desde la emergencia hasta la madurez de la cosecha, como la brotación, floración y fructificación en las especies vegetales. Cada fase fenológica (desde la emergencia hasta la primera hoja del tallo principal o flor completa) requiere de un mínimo de acumulación de cantidad de calor del sol por día o unidades térmicas (grados día) para lograr su término y que la especie vegetal pueda pasar a la siguiente fase. Por ejemplo, se requiere de la acumulación de ciertas unidades térmicas, para el proceso de fotosíntesis, el cual genera la producción de los carbohidratos

Cuadro 1. Temperaturas y grados días requeridos en algunas especies vegetales.

Planta	Temperatura °C			GD	
	G	B	C	S - C	Y - C
Arveja	15 - 25	5	15 - 20	450 - 650	-
Poroto	18 - 26	10	20 - 26	540 - 1.050	-
Garbanzo	18 - 26	7	18 - 25	450 - 700	-
Lenteja	15 - 25	5	18 - 22	370 - 570	-
Maíz	24 - 30	10 - 12	24 - 30	950 - 1.400	-
Papas	18 - 24	7	18 - 22	900 - 1.100	-
Ajo	14 - 20	8	18 - 25	650 - 900	-
Alfalfa	20	5	20 - 25	-	-
Ballica	20 - 30	5	20 - 25	-	-
Festuca	20 - 30	4 - 5	20 - 25	-	-
Pasto oville	20 - 25	5	20 - 25	-	-
Raps	15 - 25	5	15 - 25	350 - 550	-
Trébol blanco	20 - 30	4 - 5	15 - 20	-	-
Trébol rosado	20	4 - 5	20	-	-
Trébol subterráneo	15	4 - 5	15 - 20	-	-
Arándano	-	7	16 - 25	-	850 - 1.300
Frambuesa	-	8	16 - 25	-	450 - 850
Grosella	-	8	16 - 25	-	450 - 900
Zarzaparrilla	-	8	16 - 25	-	450 - 900
Avena	18 - 24	4	18 - 24	400 - 650	-
Trigo	18 - 24	4 - 5	18 - 24	550 - 850	-
Remolacha	15 - 25	7	17 - 22	900 - 1.100	-

Fuente: Adaptado de CIREN N° 85 "Requerimientos de clima y suelo chacras y hortalizas" 63p, CIREN N° 31 "Requerimientos de clima y suelo forrajeras y cultivos industriales" 63p, CIREN N° 84 "Requerimientos de clima y suelo frutales menores y de hoja persistente" 59p y CIREN N° 86 "Requerimientos de clima y suelo cereales, cultivos industriales y flores" 50p.

G: Germinación, B: Base, C: Crecimiento, S-C: Siembra-Cosecha, Y-C: Yema hinchando-Cosecha, Flo: Floración y Fru: Fructificación.

necesarios para el crecimiento, desarrollo y producción vegetal. De esta forma, la especie vegetal va midiendo el promedio de la temperatura de cada día y agrega el valor de ese día a un total (tiempo térmico o suma de calor) requerido para cada fase fenológica.

Grados día de crecimiento

Una forma simple y precisa de representar la duración de una fase fenológica es a través del tiempo térmico, expresado como la sumatoria de los grados día de crecimiento (GDC en °C).

Un GDC se acumula cuando la temperatura media diaria está sobre un grado por sobre la temperatura base o mínima de crecimiento en un día (24 horas), la cual se requiere para asegurar el normal crecimiento en cada etapa fenológica de la especie vegetal. Por debajo de la temperatura base, la especie vegetal sufre estrés y no se genera crecimiento. Por ejemplo, los cereales y especies prateras presentan mínimo crecimiento o desarrollo bajo temperaturas medias < 5 °C (Cuadro 1).

Los GDC pueden ser acumulados a través de un periodo corto o largo de tiempo. Es importante considerar que las condiciones frías y nubladas pueden implicar menos grados día y limitar el crecimiento desde fines de otoño hasta inicios de primavera. La metodología de los GDC requiere registros diarios de temperaturas máximas y mínimas del aire medidas en el periodo de 24 horas del día desde la media noche, para obtener la temperatura media. En este sentido la plataforma de la Red Agrometeorológica de INIA puede brindar información relevante respecto de esta variable (<https://agrometeorologia.cl/>)

¿Cómo calcular los grados día de crecimiento?

Los GDC se pueden calcular sumando las temperaturas medias (T° máxima + T° mínima) de cada día y

dividiéndolas por dos para dar una estimación de la cantidad de crecimiento estacional de una especie vegetal y obtener la temperatura promedio (ecuación 1). Luego, la temperatura promedio se resta de la temperatura base o mínima de crecimiento apropiada a la especie vegetal que está monitoreando. Si la temperatura promedio está por debajo de la temperatura base, o sea es un valor negativo, el valor del GDC para ese día es cero para efectos del cálculo de la ecuación 1:

$$\text{GDC} = ((T^\circ \text{ máxima diaria} - T^\circ \text{ mínima diaria})/2) - (T^\circ \text{ base})$$

Grados día de crecimiento acumulados

Un grado día corresponde a un día en el que la temperatura diaria promedio es al menos un grado por sobre la temperatura base (temperatura por debajo de la cual se detiene el crecimiento y desarrollo de una especie vegetal). En el Cuadro 2 se presenta un ejemplo del cálculo de GDC diarios y acumulados según dos temperaturas base (5°C y 10°C), considerando los datos entre 01 al 06 de noviembre de 2021 de la estación meteorológica Lago Verde, Paillaco. De este modo, considerando en el día 1 una temperatura máxima de 20°C y mínima de 6,8°C; se obtiene una temperatura promedio de 13,4°C; valor que corresponde al GDC y la suma de los GDC sobre un periodo determinado indica la acumulación de GDC. Los GDC negativos son tratados como valor 0, donde no se acumulan GDC para el día 3 y 4 (considerando T° base 10°C) y se asume que no se generó crecimiento esos días.

Los valores diarios de los GDC se suman desde el inicio de la temporada y se utilizan para comparar el avance de una temporada de crecimiento con el promedio de un periodo de largo plazo, constituyéndose en una herramienta para estimar las etapas fenológicas de crecimiento y desarrollo de cultivos y especies prateras y las fechas de madurez, independientemente de las diferencias de temperatura entre cada año agrícola.

Cuadro 2. Ejemplo del cálculo de grados día de crecimiento con diferentes temperaturas base.

Día	T° máxima	T° mínima	T° promedio	T° base = 5°C		T° base = 10°C	
				GDC	GDC acumulado	GDC	GDC acumulado
01/11/21	20,00	6,80	13,40	8,40	8,40	3,40	3,40
02/11/21	18,20	7,80	13,00	8,00	16,40	3,00	6,40
03/11/21	13,00	6,30	9,65	4,65	21,05	0	6,40
04/11/21	13,10	4,00	8,55	3,55	26,60	0	6,40
05/11/21	17,80	4,50	11,15	6,15	30,75	1,15	7,55
06/11/21	19,50	6,70	13,10	8,10	38,85	3,10	10,65

Fuente: Elaboración propia.

Con el registro diario de los datos de temperaturas máximas y mínimas para calcular los GDC y la posterior suma de ellas, se pueden generar curvas de acumulación de GDC que son utilizadas de acuerdo a la fecha de siembra del cultivo y/o pradera y, en conjunto, con los requerimientos de la variedad de la especie vegetal, pueden permitir a los productores predecir la velocidad de madurez de las especies vegetales o comparar el estado actual de desarrollo y así modificar las prácticas de manejo agronómico previamente planificadas.

Sin embargo, los GDC no es el único predictor de crecimiento de una especie vegetal en una temporada de crecimiento. Factores como la humedad del suelo, viento y suministro de nutrientes esenciales, entre otros, también influyen en el desarrollo funcional de una especie vegetal.

Requerimientos de grados día de especies vegetales

Considerando, los requerimientos de GD de algunas especies vegetales (Cuadro 1) y los GD acumulados en una determinada localidad (ver ejemplo en Cuadro 2 y Figura 2), se puede estimar que la fecha de cosecha de un cultivo de ajo sembrado a inicios de mayo, comenzaría a partir de fines de noviembre.

Por otro lado, en un cultivo de trigo al comparar el cálculo realizado de la etapa de quinta hoja utilizando los días del calendario y los GDC, ocurre en un promedio

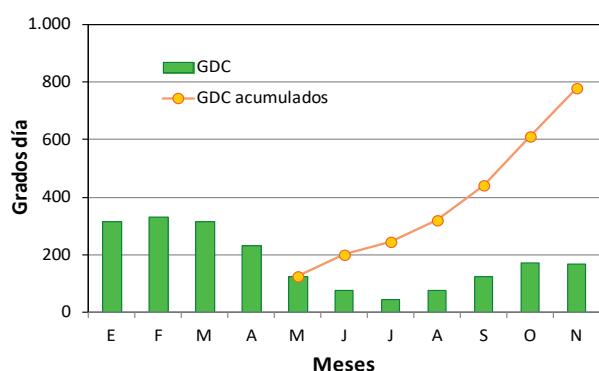


Figura 2. Grados día y grados día acumulados por mes para un cultivo de ajo, en base a los datos (01 de enero a 20 noviembre de 2021) de la estación meteorológica Laguna Verde, Paillaco.

Fuente: Elaboración propia.

de 21 día calendario *post* germinación o 350 GDC *post* germinación. Por lo tanto, tendría un error potencial de 9 días si utilizo los días calendario o 2 a 3 días si empleo los GDC. Esta diferencia es relevante al programar el control químico de malezas y la efectividad del herbicida con posterioridad a la etapa de quinta hoja.

Consideraciones finales

En la Región de Los Ríos, a nivel predial, la aplicación de los GDC en la fenología de las especies vegetales presenta un importante rol en el manejo de las prácticas agronómicas, los productores de la Región de Los Ríos pueden utilizarlos para mejorar el manejo de los recursos naturales para predecir eventos y también planificar/programar/ejecutar prácticas de manejo como las siguientes:

- ✓ Programar fechas de siembra/plantación.
- ✓ Colecta de muestras vegetales.
- ✓ Predecir la madurez y planificar/programar fechas de cosecha de cultivos y especies pratenses.
- ✓ Estimar el desarrollo del ciclo vegetativo y reproductivo de cultivos, especies pratenses, malezas e incluso las etapas del ciclo de los insectos, ayudando al control de plagas y enfermedades, en las diferentes localidades edafoclimáticas.
- ✓ Predecir el mejor momento de aplicación de fertilizantes minerales y enmiendas orgánicas. Además de agroquímicos en el periodo en que la plaga se encuentra más vulnerable.

Agradecimientos:

GTT Producción Ganadera Sustentable Los Lagos.