

EVALUACION DE PARAMETROS AGROCLIMATICOS PARA PREDICIR ESTADOS DE DESARROLLO
DEL CULTIVO DE CARTAMO (*Carthamus tinctorius* L.)

Ma. Magdalena Villa Castorena, Ernesto A. Catalán Valencia

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera - Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuaria - Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos - Apartado Postal No. 41 Cd. Lerdo, Durango, México. CP 35150.

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar seis parámetros agroclimáticos para la predicción del desarrollo del cultivo de cártamo. Estos parámetros fueron: unidades calor, unidades heliotérmicas, unidades fototérmicas, unidades calor-humedad del suelo, unidades heliotérmicas-humedad del suelo y unidades fototérmicas-humedad del suelo. Se calcularon los requerimientos de estas unidades para seis periodos de desarrollo del cultivo. Los resultados señalan que no existe diferencia estadística entre los requerimientos agroclimáticos calculados para los distintos años, por lo cual pueden utilizarse los parámetros evaluados con fines predictivos. Asimismo destacan las unidades calor y las unidades fototérmicas como las de menor variación a través de los periodos de desarrollo y los años de estudio.

INTRODUCCION

La predicción del desarrollo de los cultivos en base a variables climáticas es esencial en la planeación de algunas actividades agrícolas como zonificación de cultivos, selección de fechas de siembra y definición de la oportunidad e intensidad de algunas otras labores agronómicas. El cártamo es un cultivo que presenta algunas ventajas como son: requerimientos hídricos bajos, buena adaptación a diferentes tipos de suelo, bajos costos de producción y buen precio en el mercado; por lo que es una buena opción para la solución del problema de escasez de aceite comestible.

El objetivo del presente estudio fue evaluar seis parámetros agroclimáticos para la predicción del desarrollo del cultivo de cártamo.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en el CENID-RASPA-INIFAP ubicado en Gómez Palacio, Durango, México; donde se estableció un experimento de campo en el año de 1988, cuyo análisis se complementó con información obtenida de trabajos realizados en el mismo lugar y con el mismo cultivo durante los años 1982 y 1983.

Los parámetros evaluados fueron: unidades calor (UC), unidades heliotérmicas (UH), unidades fototérmicas (UF), unidades calor-humedad del suelo (UC_{HS}), unidades heliotérmicas-humedad del suelo (UH-HS) y unidades fototérmicas-humedad del suelo (UF-HS). Estos parámetros fueron determinados mediante las siguientes metodologías:

Unidades calor. Se estimaron mediante la metodología curva seno modificada (Allen, 1976). Las temperaturas límite de crecimiento fueron: límite inferior 5°C y límite superior 35°C.

Unidades heliotérmicas. Fueron calculadas mediante el producto de los UC y la insolación dividido entre diez (Sastry y Chakravarty, 1982).

Unidades fototérmicas. Se obtuvieron mediante el producto de los UC y el fotoperíodo dividido entre diez. El fotoperíodo fue estimado a nivel diario con datos de latitud geográfica del lugar y el día del año (Torres, 1986).

Unidades calor-humedad del suelo. Este parámetro fue calculado de acuerdo a las expresiones siguientes (Kish y Ogle, 1980):

$$\begin{aligned} UC-HS &= UC(\psi/\psi_0) & \text{si } \psi < \psi_0 \\ UC-HS &= UC & \text{si } \psi \geq \psi_0 \end{aligned}$$

Donde ψ es el potencial de humedad del suelo (atm) y ψ_0 es el potencial de humedad del suelo óptimo para el desarrollo del cultivo (atm). Este último potencial tomó dos valores: 4 atm para el período de siembra a inicio de formación de capítulos y 12 atm para el período de inicio de formación de capítulos a madurez fisiológica; estos valores se obtuvieron de trabajos desarrollados en este Centro.

Unidades heliotérmicas-humedad del suelo. Fueron calculadas de manera análoga a los UC-HS.

Unidades fototérmicas-humedad del suelo. Se determinaron de manera análoga a los UC-HS.

Se consideraron seis fases de desarrollo: i) Siembra a inicio de ramificación, ii) I. de ramificación a inicio de formación de capítulos, iii) I. de formación de capítulos a inicio de floración, iv) I. de floración a inicio de llenado de grano, v) I. de llenado de grano a madurez fisiológica y vi) Siembra a madurez fisiológica. Los requerimientos agroclimáticos de las diversas etapas de desarrollo fueron determinados mediante la suma acumulada de los distintos parámetros. Se analizó la variabilidad de estos requerimientos a través de las diversas fases de desarrollo y los años de estudio. La variedad utilizada fue la Gila con un ciclo promedio de 160 días; es espinosa y de flores amarillas con un contenido de aceite en su semilla de 35%. Los datos de temperatura e insolación fueron tomados de la estación agroclimatológica del CENID-RASPA. Los datos de contenido de humedad del suelo fueron obtenidos mediante muestreo gravimétrico. El número de riegos y cantidad de agua aplicada al cultivo fue diferente en los años de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los requerimientos agroclimáticos fueron estadísticamente iguales en los tres años de estudio ($\alpha = .05$), por lo que pueden ser considerados para la predicción del desarrollo de esta variedad. Se detectó diferencia altamente significativa entre etapas fenológicas debido a los diferentes requerimientos agroclimáticos para pasar de un estado de desarrollo a otro (Cuadro 1). También se detectó diferencia altamente significativa entre los parámetros agroclimáticos ($\alpha = 0.000$), ya que éstos varían de acuerdo a las variables consideradas (temperatura, insolación, fotoperíodo, humedad del suelo).

Los parámetros considerados presentaron distintos niveles de variación a través de los años de estudio y de las etapas fenológicas estudiadas (Cuadro 1), resultando con menor variación la UC y UF con coeficiente de variación promedio de 7.6 y 12.1 por ciento respectivamente. De estos dos parámetros las UC son las de más fácil determinación. Las UH y UH-HS mostraron -

menor variación a través de los años de estudio en la primer etapa del cultivo indicando con esto que el período de siembra a inicio de ramificación es afectado en forma considerable por la insolación y la humedad del suelo, además de la variable temperatura del aire.

CUADRO 1. PARAMETROS AGROCLIMATICOS ACUMULADOS PROMEDIO DE TRES AÑOS EN SEIS ETAPAS FENOLOGICAS DEL CULTIVO DE CARTAMO.

ETAPA	UC	UH	UF	UC-HS	UH-HS	UF-HS
E ₁	474	390	515	492	407	536
C.V. (%)	18.2	8.7	19.5	15.1	5.5	16.2
E ₂	377	357	447	635	612	751
C.V. (%)	10.2	12.5	9.1	42.4	46.6	41.0
E ₃	334	316	417	343	326	428
C.V. (%)	4.0	11.4	3.3	2.0	14.7	1.4
E ₄	504	492	656	530	517	690
C.V. (%)	3.3	17.7	2.8	7.8	19.4	8.2
E ₅	797	813	1047	890	927	1199
C.V. (%)	8.4	15.1	11.0	18.7	24.8	18.8
E ₆	2466	2368	3083	2889	2789	3605
C.V. (%)	1.4	7.0	1.6	10.3	14.8	9.4
C.V. Promedio:	7.6	12.1	7.9	16.0	21.0	15.8

CONCLUSIONES

Los parámetros agroclimáticos que presentaron la menor variación en cada fase fenológica del cultivo de cartamo así como los requerimientos agroclimáticos dentro de ellos fueron:

Fase fenológica	Parámetro agroclimático
Siembra a inicio de ramificación	407 UH-HS, 390 UH
I. de ramificación a inicio de formación de capítulos	377 UC, 447 UF
I. de form. de capítulos a inicio de floración	334 UC, 428 UF-HS
I. de floración a inicio de llenado de grano	504 UC, 656 UF
I. de llenado de grano a madurez fisiológica	797 UC
Siembra a madurez fisiológica	2466 UC, 3083 UF

LITERATURA CITADA

- Allen, J.C. 1976. A modified sine wave method for calculating degree days. *Env. ent.* Vol. 5(3):388-396.
- Kish, A.J. and W.L. Ogle. 1980. Improving the heat unit system in predicting maturity date of snap beans. *Hortscience*, Vol. 15(2):140-141.
- Sastry, P.S.N and N.V.K. Chakravarty. 1982. Energy summations indices for wheat crop in India. *Agricultural Meteorology*, 27:45-48.
- Torres, R.E. 1986. *Agronometeorología*. Editorial Diana. México. pp. 39-80.