

2.31 - MODELOS BASADOS EN TIEMPO TÉRMICO E HIDROTÉRMICO PARA PREDECIR LA EMERGENCIA DE AVENA FATUA EN LOTES CON Y SIN LABRANZA ESTIVAL, EN ARGENTINA

R.C. Moschini¹, R.L. López², M.R. Vigna² y F. Damiano¹

¹ Instituto de Clima y Agua. CIRN INTA Castelar. Las Cabañas y Los Reseros. Hurlingham. Buenos Aires (1686) Argentina.

Email: rmoschini@cniia.inta.gov.ar

² EEA INTA Bordenave. Puan. Provincia de Buenos Aires. Argentina.

Resumen: *Avena fatua* es una maleza de importancia económica que afecta a cereales de invierno en el sudoeste de la región pampeana Argentina. Su producción abundante de semilla con distinto grado de dormición determina un patrón otoño-invernal de emergencia de plántulas, cambiante entre años. Este estudio simuló la emergencia de *A. fatua* (sitio: Bordenave, 1999-2006, recuentos semanales de plántulas: media de 3 cuadros de 1 m²) mediante funciones no lineales basadas en grados-día del aire (GD) e hidrogrados-día (HGD), en lotes con y sin labranza estival (alta densidad natural). Mediante registros diarios de temperatura máxima y mínima, precipitación (estación meteorológica) y un balance hídrico regional, se calcularon GD (distintos umbrales inferior: U_i y superior: U_s) y HGD (CH:condicional hídrico), para años con nulas (1999-01), moderadas (2002/04) y severas (2003/05/06) deficiencias hídricas. En lote con labranza, modelos de Weibull ajustados con GD (U_i:-0,8°C; U_s: 10°C) determinaron que, con el incremento del déficit hídrico, se necesitan 1041 a 1180 GD para la emergencia de 50% de plántulas. Modelos hidrotérmicos (CH: déficit<16mm a excesos) disminuyeron el rango a 12 HGD entre las situaciones hídricas extremas analizadas. Sin labranza la tendencia fue inversa, necesitando 1115 (1999-01) a 912 GD (2003/05/06). Modelos con HGD que minimizaron el rango (66 HGD) consideraron un CH que excluye días con más de 90% del agua útil edáfica o excesos (U_i:-1°C). Modelos hidrotérmicos generales (1999-06) que incluyeron efectos de limitaciones hídricas (falta o exceso) en lotes con (r²=0,974) y sin labranza (r²=0,975), podrían evaluar satisfactoriamente el impacto sobre la fenología de emergencia.

Palabras clave: Función de Weibull, grados día del aire, balance hídrico regional, hidrogrados día, condicional hídrico.

INTRODUCCIÓN

Factores extrínsecos como manejo agronómico y condiciones meteorológicas, producen variaciones a la curva típica logística de crecimiento poblacional de malezas. PAGE *et al.* (2006) y MARTINSON *et al.* (2007) utilizaron un modelo de Weibull en función del tiempo térmico (umbral inferior: U_i= 1°C), ajustado por el potencial hídrico (base:-1,2 y -0,6 MPa respectivamente), para explicar la variabilidad en la emergencia de *Avena fatua* L en condiciones de campo. En el SO de la provincia de Buenos Aires (Bordenave), la *A. fatua* produce semilla con distintos grados de dormición, determinando un amplio y variable período otoño-invernal de emergencia de plántulas. MOSCHINI *et al.* (2005) usaron modelos logísticos para estimar la emergencia acumulada en dos

fechas (en lapso de siembra de trigo) en base a variables meteorológicas otoñales. El objetivo de este trabajo fue simular la emergencia de *A. fatua* mediante funciones no lineales basadas en grados-día del aire (GD) e hidrogrados-día (HGD), en lotes con y sin labranza estival (alta densidad natural), en Bordenave, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Observaciones de emergencia de plántulas de *A. fatua* en lotes con labranza estival (con disco en enero, N=274) **y sin labranza** (N=272): cada 7 días se hicieron recuentos de plántulas emergidas en 3 cuadros de 1 m² (lotes con alta densidad natural de *A. fatua*) (1999-2006). Para desarrollar los modelos se utilizó la proporción de plántulas emergidas (EmAcObs) Validación: observaciones de 2007 y 2008 (N=76) (EEA INTA Bordenave: 37,1 S, 63,01 O)

Desarrollo de modelos basados en Tiempo térmico e hidrotérmico: de valores diarios de temperatura máxima (Tx), mínima (Tn) del aire y precipitación (Pr) registrados por estación meteorológica (a 300 m de lotes de recuento), se calcularon los GD (°CD) y los HGD (°CD). Para HGD se corrió un balance hídrico (FORTE LAY *et al.*, 1996) para el suelo dominante del área de Bordenave. Valores de capacidad de campo y punto de marchitez permanente se determinaron en 123 y 50 mm respectivamente. Cálculo de $GD = \sum_{i=1}^n Tm - Ui$, siendo i y n: fechas de inicio (7^{mo} día previo a la fecha de 1ras emergencias) y fin de acumulación de GD (fecha de fin de emergencia). Tm: temperatura media diaria del aire: $Tx + Tn / 2$; Ui: umbral inferior (Tm base). En lenguaje SAS, GD se procesa para el día d como: si $Tm > Ui$ (si $Tm > Us$ (umbral superior) entonces $Tm = Us$) entonces $GD_d = GD_{d-1} + (Tm - Ui)$. Cálculo de $HGD = CH \sum_{i=1}^n (Tm - Ui)$, siendo CH el condicional hídrico diario que debe cumplirse para acumular HGD. Se ajustó un modelo de Weibull (Marquardt): $EmAc(0 \text{ a } 1) = 1 - \text{Exp}[-\ln(2) \cdot (Var / a)^b]$, siendo Var las variables GD o HGD, a y b son los parámetros de forma (LEGUIZAMÓN *et al.*, 2005)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El balance hídrico indicó ausencia de deficiencias hídricas en 1999-2001, moderadas en 2002 y 2004 (9 y 1 días con déficit) y severas en 2003/2005/ 2006 (34, 128 y 136 días con déficit) y en 2007-2008 (validación: 6 y 44 días con déficit hídrico).

Con labranza estival, modelos de Weibull ajustados con GD ($Ui: -0,8^{\circ}C$; $Us: 10^{\circ}C$) determinaron que, con el incremento del déficit hídrico, se necesitan 1041 GD a 1180 GD para la emergencia de 50% de plántulas. Claramente el factor hídrico limitante lentificó el ritmo de emergencia, necesitando más GD para alcanzar el percentiles 50%. Cuando a la acumulación térmica se le impuso un condicional hídrico, los modelos hidrotérmicos (CH: déficit < 16mm a excesos) disminuyeron el rango a 12 HGD entre las situaciones hídricas extremas. En el lote sin labranza estival, en el cual se esperarían mayores niveles humedad edáfica (no captados por el balance de agua regional), la tendencia fue inversa, necesitando para el período sin déficit 1115 GD para alcanzar el percentil 50 %, contra solo 912 GD para los años con severo déficit de agua. Modelos hidrotérmicos que minimizaron el rango (66 HGD) consideraron un CH que excluye de la acumulación térmica a los días con más de 95% del agua útil o excesos, acordando con SHARMA *et al.* (1976) que encontraron nula emergencia de plántulas con humedad en capacidad de campo. Los modelos hidrotérmicos de Weibull ajustados para el 2003/05/06 en lotes con y sin labranza fueron satisfactoriamente validados con las observaciones de 2007 y 2008 (ajuste lineal: $r^2 > 0,88$ y RECM < 9,9 %). Sin embargo, especialmente para el año 2007 y el lote con labranza, los modelos no lograron explicar el fuerte ritmo de germinación inicial. De este estudio surge que modelos hidrotérmicos que incluyen efectos de disponibilidad hídrica por defecto o exceso, en lotes con y sin labranza, podrían evaluar apropiadamente el impacto sobre la fenología de emergencia de la *A. fatua*, a partir de información térmica del aire y un balance hídrico regional.

Tabla 1: Modelos de Weibull ajustados a las EmAcObs de *A. fatua* en función de GD o HGD (r^2 : coeficiente regresión, RECM: raíz cuadrada del error cuadrático medio, a y b con Desvíos S).

Años	N	a	B	r^2	RECM	%	EmAc Predicha Percentil 50%
Con Labranza: GD (UI=-0,8°C, US=10°C)							
1999-2001	102	1040,7 (11,2)	2,3414(0,1)	0,993	5,5		1041
2002/2004	68	1031,4 (16,3)	3,0967(0,2)	0,984	8,3		1031
2003/05/06	104	1179,8 (15,8)	3,1585(0,2)	0,977	9,2		1180
1999-2006	274	1092,4 (9,7)	2,783 (0,1)	0,980	8,9		1092
Con Labranza: HGD (Ui=-0,8°C, Us=10°C; CH déficit hídrico<16mm a exceso>0mm)							
1999-2001	102	1040,7 (11,2)	2,3414(0,1)	0,993	5,5		1041
2002/2004	68	995,3 (20,1)	2,9187(0,2)	0,977	10,1		995
2003/05/06	104	1028,6 (26,0)	2,1514(0,2)	0,954	12,8		1029
1999-2006	274	1017,1 (12,0)	2,3599 (0,1)	0,974	10,3		1017
Sin labranza: GD (UI=-0,8°C,US=10°C)							
1999-2001	104	1115,0(11,4)	2,5349(0,1)	0,992	5,7		1115
2002/2004	67	994,5 (31,2)	2,3067(0,2)	0,959	13,5		995
2003/05/06	101	911,6 (25,6)	1,7126(0,1)	0,977	11,5		912
1999-2006	272	1006,4 (14,0)	2,1027 (0,1)	0,970	11,2		1006
Sin labranza:HGD (Ui=-1,0°C,Us=10°C; CH agua almacenada<=119,35 mm, exceso=0 mm)							
1999-2001	104	992,9(11,9)	2,3951(0,1)	0,990	6,4		993
2002/2004	67	955,8 (25,3)	2,5212(0,2)	0,967	12,0		956
2003/05/06	101	926,7 (25,1)	1,7236(0,1)	0,971	11,1		927
1999-2006	272	958,2 (12,2)	2,143(0,1)	0,975	10,3		958

BIBLIOGRAFÍA

- FORTE LAY J.; AIELLO J.; KUBA J. (1996). Software Agroagua V.4.3. CONICET. BsAs.
- LEGUIZAMÓN E.; FERNÁNDEZ QUINTANILLA C.; BARROSO J.; GONZÁLEZ ANDUJAR J. (2005) Using thermal and hydrothermal time to model seedling emergence of *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* in Spain. *Weed Research* 45:149-156.
- MARTINSON K.; DURGAN B.; FORCELLA F.; WIERSMA J.; SPOKAS K.; ARCHER D. (2007). An emergence model for wild oat (*Avena fatua*). *Weed Science* 2007, 55:584-591
- MOSCHINI R.; LÓPEZ R.; VIGNA M.; DAMIANO F. (2005). Modelos logísticos basados en variables meteorológicas para estimar la emergencia de plántulas de *Avena fatua* en Bordenave, Argentina. Actas XVII Congreso de la ALAM. Varadero Cuba.
- PAGE E.R., GALLAGHER R.S., KERMANIAN A.R., ZHANG H., FUERST E.P. (2006). Modeling site-specific wild oat (*Avena fatua*) emergence across a variable landscape. *Weed Science* 2006, 54:838-846.
- SHARMA, M.P.; MCBEATH D.; VANDEN BORN W. (1976) Studies of the biology of wild oat. I Dormancy, germination and emergence. *Can. J. Plant Sci.* 56:611-618.

Summary: Thermal and hydrothermal time models for predicting *Avena fatua* emergence in summer tillage and non till fields in Argentina. *Avena fatua* is one of the most economically important weed affecting small grain crops in south-western Argentinean Pampas region. The weed produces an autumn-winter seedling emergence pattern, changing among years. This study tried to simulate observed weed emergence

curves (site: Bordenave, 1999-2006, mean weekly seedling emergence from 3 quadrants of 1 m²) through nonlinear functions based on air degree-days (DD) and hydrodegree-days (HDD), in summer tillage and no-till fields (highly naturally infested). From air daily maximum and minimum temperature and precipitation data (weather station) and a regional soil water balance, DD (different lower and upper thresholds: LT, UT) and HDD (WC: water conditional) were calculated for years with nil (1999-2001), moderate (2002/04) to severe (2003/05/06) soil water deficiencies. For the tillage field, from Weibull models adjusted for DD (LT:-0,8°C; UT: 10°C), 50% seedling emergence was reached accumulating from 1041 to 1180 DD, with increasing soil water limitations. Using HDD models (WC: soil water deficit<16 mm to water excess), the range between extreme water situations decreased to 12 HDD. For the no-till field, 1115 (1999-01) to 912 DD (2003/05/06) needed accumulate (inverse tendency). HDD models that minimized the range (66 HDD) considered a WC excluding days with more than 90 % of the available soil water or excess (LT:-1°C). General hydrothermal models (1999-06) taking into account the effect of lacking or exceeding soil water, in tillage and no-till fields, could satisfactorily assess the impact on the weed emergence phenology .

Key words: Weibull function, air degree-days, regional water balance, hydrodegree-days, water conditional