

Fenología en cultivos anuales para empresas tamberas

Trabajo final de
Agromática II: Modelos matemáticos agronómicos
08 de agosto de 2008

Ing. Alejandro Lucas Banchio
Pasante del PICTO UNL 2005
"Aplicación de la Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC)
para Contribuir a la Competitividad Microeconómica de la
Producción Lechera en la Cuenca Central Santafesina".

Ing. Daniel A. Grenón
dgrenon@fca.unl.edu.ar
Profesor Asociado Cátedra de Agromática
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional del Litoral

Introducción.

En este trabajo se utiliza el término "Fenología" como el estudio de los fenómenos periódicos que presentan los organismos vivos, en nuestro caso las plantas, y su relación con los procesos meteorológicos, es decir las condiciones ambientales tales como temperatura, luz, humedad, etc.

Las observaciones fenológicas son muy importantes ya que el conocimiento de las necesidades climáticas de una especie vegetal permite una mejor elección del tipo de producción a implementar en una zona o localidad.

El ciclo biológico cambia con el genotipo y con los factores del clima, esto quiere decir, que las plantas del mismo genotipo sembradas bajo diferentes condiciones climáticas pueden presentar diferentes estados de desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico.

Objetivos.

El siguiente trabajo tiene como finalidad conocer cómo se van desarrollando los diferentes cultivos, es decir, su fenología, en distintas localidades, en función de la fecha de siembra, de sus necesidades térmicas y de la oferta climática del lugar en donde se siembran, además el poder estimar la dinámica de acumulación de materia seca.

El poder estimar la fenología de los distintos cultivos de acuerdo a la fecha de siembra, nos permite realizar luego un análisis de riesgo climático en los períodos críticos propios de los cultivos y también evaluar el momento óptimo de utilización como alimento para los animales.

Metodología.

Para comenzar, es importante señalar, que el proceso de trabajo se inició tomando como punto de partida los datos de Temperatura Media en paso decadal (10 días) de la serie de años de 1971-2000¹ de las localidades de Reconquista (SF), Rafaela (SF), Oliveros (SF), Marcos Juárez (Cba), Pergamino (Bs. As.), 9 de Julio (Bs. As.), Concepción del Uruguay (ER), Paraná (ER) y Anguil (LP), como así también los datos de requerimientos térmicos de los cultivos en estudio.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	dia	Rafaela	Reconquista	Oliveros	Marcos Juárez	Pergamino	9 de Julio	Anguil	Paraná	Conc. Del Uruguay
2	01-Ene	24,8	26,2	24,5	24,3	23,7	23,3	22,6	24,9	24,7
3	02-Ene	24,8	26,2	24,5	24,3	23,7	23,3	22,6	24,9	24,7
4	03-Ene	24,8	26,2	24,5	24,3	23,7	23,3	22,6	24,9	24,7
5	04-Ene	24,8	26,2	24,5	24,3	23,7	23,3	22,6	24,9	24,7
6	05-Ene	24,8	26,2	24,5	24,3	23,7	23,3	22,6	24,9	24,7
7	06-Ene	24,8	26,2	24,5	24,3	23,7	23,3	22,6	24,9	24,7
8	07-Ene	24,8	26,2	24,5	24,3	23,7	23,3	22,6	24,9	24,7
9	08-Ene	24,8	26,2	24,5	24,3	23,7	23,3	22,6	24,9	24,7
10	09-Ene	24,8	26,2	24,5	24,3	23,7	23,3	22,6	24,9	24,7
11	10-Ene	24,8	26,2	24,5	24,3	23,7	23,3	22,6	24,9	24,7
12	11-Ene	24,9	26,2	24,6	24,5	23,8	23,4	22,6	25,3	24,9
13	12-Ene	24,9	26,2	24,6	24,5	23,8	23,4	22,6	25,3	24,9
14	13-Ene	24,9	26,2	24,6	24,5	23,8	23,4	22,6	25,3	24,9
15	14-Ene	24,9	26,2	24,6	24,5	23,8	23,4	22,6	25,3	24,9
16	15-Ene	24,9	26,2	24,6	24,5	23,8	23,4	22,6	25,3	24,9
17	16-Ene	24,9	26,2	24,6	24,5	23,8	23,4	22,6	25,3	24,9
18	17-Ene	24,9	26,2	24,6	24,5	23,8	23,4	22,6	25,3	24,9
19	18-Ene	24,9	26,2	24,6	24,5	23,8	23,4	22,6	25,3	24,9
20	19-Ene	24,9	26,2	24,6	24,5	23,8	23,4	22,6	25,3	24,9
21	20-Ene	24,9	26,2	24,6	24,5	23,8	23,4	22,6	25,3	24,9
22	21-Ene	24,7	26,1	24,6	24,4	23,6	23,3	22,7	25	25
23	22-Ene	24,7	26,1	24,6	24,4	23,6	23,3	22,7	25	25
24	23-Ene	24,7	26,1	24,6	24,4	23,6	23,3	22,7	25	25
25	24-Ene	24,7	26,1	24,6	24,4	23,6	23,3	22,7	25	25
26	25-Ene	24,7	26,1	24,6	24,4	23,6	23,3	22,7	25	25
27	26-Ene	24,7	26,1	24,6	24,4	23,6	23,3	22,7	25	25
28	27-Ene	24,7	26,1	24,6	24,4	23,6	23,3	22,7	25	25

Se utilizó una planilla de cálculo Excel, en donde las variables de entrada son: Estación Meteorológica, Cultivo, Fecha de Siembra y Producción máxima del cultivo en la zona de estudio.

	A	B	C
1	Estación Meteorológica	Marcos Juárez	
2	Cultivo	Avena "buck t"	
3	Fecha Siembra	06-May	
4	Máx acum MS ha ⁻¹	3400	

Mediante el desarrollo de fórmulas específicas, se logra interactuar los datos, obteniéndose como resultado los GD (grados días) desde la Fecha de Siembra hasta Madurez Fisiológica, mediante la siguiente ecuación:

$$GD = \sum_{i=1}^n (T_i - T_b)$$

donde GD es el tiempo térmico o suma térmica o grados día acumulados en los n días del período; T_i es la temperatura media diaria del aire ($^{\circ}\text{C}$) y T_b es la temperatura base.

¹ Rodríguez, R y otros. "Estadística Agroclimática Decadal Interactiva serie 1971-2000". INTA, Marzo 2004.

Posteriormente, se fueron acumulando dichos GD y a medida que se llega a una determinada DT (duración termal), se efectúa el cambio de fase del proceso fenológico (estadio fenológico).

D	E	F	G	H	I	J
292	1	Rafaela				
18-Oct	2	Soja GM VI				
		2	2			
		Tm °C	GD	GD acum	fase	estadio
18-Oct	292	18,7	8,7	8,7	1	Siembra
19-Oct	293	18,7	8,7	17,4	1	
20-Oct	294	18,7	8,7	26,1	1	
21-Oct	295	19,8	9,8	35,9	1	
22-Oct	296	19,8	9,8	45,7	1	
23-Oct	297	19,8	9,8	55,5	1	
24-Oct	298	19,8	9,8	65,3	1	
25-Oct	299	19,8	9,8	75,1	2	Emergencia
26-Oct	300	19,8	9,8	84,9	2	
27-Oct	301	19,8	9,8	94,7	2	
28-Oct	302	19,8	9,8	104,5	2	
29-Oct	303	19,8	9,8	114,3	2	
30-Oct	304	19,8	9,8	124,1	2	
31-Oct	305	19,8	9,8	133,9	2	
01-Nov	306	20	10	143,9	2	
02-Nov	307	20	10	153,9	2	
03-Nov	308	20	10	163,9	2	
04-Nov	309	20	10	173,9	2	
05-Nov	310	20	10	183,9	2	

Por otro lado, la Materia Seca durante el período de crecimiento fue estimada mediante la función logística asíntota siguiente:

$$Y = \frac{A}{1 + b^{-ax}}$$

donde:

A: Máxima acumulación de materia seca (kg MS ha⁻¹), dependiendo del ambiente en el cual se desarrolla el cultivo.

a : Pendiente de la regresión lineal

b : Ordenada al origen o intercepto

x : Tiempo (días)

La derivada con respecto al tiempo (x) permitió obtener la tasa de crecimiento del cultivo (TCC)

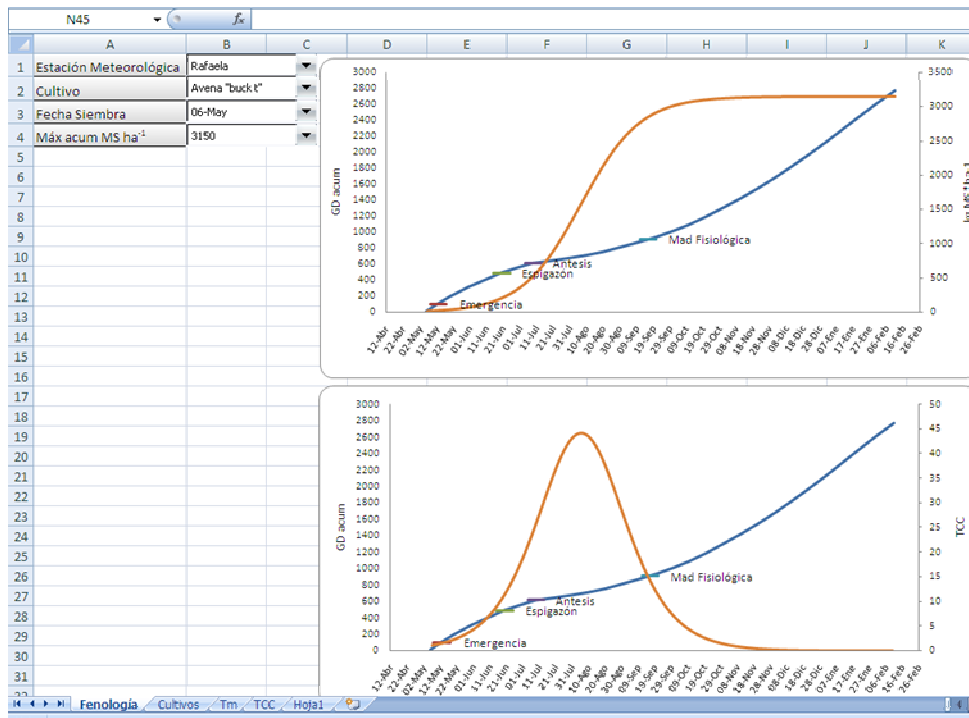
$$TCC = \frac{dx}{dt}$$

	A	B	C	D
1	Fecha	DDS	kg MS*ha-1 día-1	TCC
2	06-May	0	18,42	
3	07-May	1	19,48	1,114
4	08-May	2	20,59	1,178
5	09-May	3	21,77	1,245
6	10-May	4	23,01	1,315
7	11-May	5	24,33	1,390
8	12-May	6	25,72	1,468
9	13-May	7	27,19	1,552
10	14-May	8	28,74	1,639
11	15-May	9	30,38	1,732
12	16-May	10	32,11	1,829
13	17-May	11	33,94	1,932
14	18-May	12	35,87	2,041
15	19-May	13	37,91	2,156
16	20-May	14	40,07	2,277
17	21-May	15	42,34	2,404
18	22-May	16	44,75	2,539
19	23-May	17	47,29	2,680
20	24-May	18	49,97	2,830
21	25-May	19	52,80	2,987
22	26-May	20	55,78	3,153
23	27-May	21	58,94	3,328
24	28-May	22	62,26	3,511
25	29-May	23	65,78	3,705
26	30-May	24	69,48	3,909

Por último, los datos son presentados para una mejor visualización e interpretación en forma de gráficos de dispersión, en cuyo eje horizontal se ubican los días en que transcurre el ciclo, en el eje vertical principal se sitúan los datos de acumulación térmica, para ambos gráficos, diferenciándose en que, en el eje vertical secundario del

	Fecha	DDS
Siembra	06-May	0
Emergencia	13-May	8
Espigazón	20-Jun	46
Antesis	09-Jul	65
Mad Fisiológica	16-Sep	134

primero, se emplazan los valores de acumulación de materia seca ($\text{kg de MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) a lo largo del ciclo del cultivo; y en el segundo, la Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC). Además se presenta una tabla que hace referencia a los principales estados fenológicos, a la fecha aproximada y los días después de la siembra de ocurrencia de los mismos.



Conclusiones.

Este programa es de gran utilidad, muy sencillo de utilizar y de fácil análisis de los resultados. Además es una herramienta que posibilita a los profesionales asesores de las empresas tamberas el cálculo de fechas probables de los diversos estados fenológicos para las pasturas implantadas y del comportamiento de las mismas en los distintos ambientes.

Bibliografía básica.

- Cátedra de Agromática. FCA. UNL.
- Cátedra de Cultivos Extensivos. Práctico "Elección de fecha de siembra" FCA. UNL.
- Rodríguez, R y otros. "Estadística Agroclimática Decadial Interactiva serie 1971-2000". INTA, Marzo 2004.