

# El Factor del **Clima** en los Programas de **Resiembra**

por **JAVIER GUTIÉRREZ GARCÍA**



Head Greenkeeper de  
Sotogrande Golf Services  
Ingeniero de Montes



La Reserva Club de Golf

**D**urante el verano del año 2.009 muchos de los greenkeepers que realizamos en nuestros campos programas de resiembra invernal de nuestra bermuda hemos padecido un lento y doloroso proceso de recuperación de la misma fruto de una mala transición primaveral así como de otros factores.

En este sentido años sucesivos de resiembras, realización de tareas fuera de las fechas adecuadas, el acortamiento del periodo necesario para la maduración de la bermuda o eliminación de la transición química entre otros, han producido en nuestros campos un debilitamiento importante de la bermuda que ha provocado que la transición de primavera se alargue en demasía mostrando una falta importante de densidad y por lo tanto siendo mucho más susceptible a otros problemas como puede ser el tráfico, la presencia de plagas o la aparición de malas hierbas.

A partir de esta experiencia muchos hemos tenido que ajustar nuestros programas de mantenimiento priorizando de nuevo el

estado del campo por encima de otros factores externos y replanteándonos la conveniencia o no de las políticas de resiembra.

En este sentido, el presente artículo, basado en *"Improved Overseeding Programs". The role of weather* de Wendy Gelernter y Larry Stowell y publicado en GCM en Marzo de 2.005, pretende proporcionar un modelo matemático de fácil aplicación para entender el papel del Clima en relación a nuestros programas de resiembra así como la conveniencia de los mismos.

## **El Factor de la Meteorología**

Los greenkeepers que resiembran sus campos de bermuda durante el otoño son conscientes de que uno de los factores que afectan de manera más importante al éxito de esta operación así como a su correspondiente transición primaveral es la meteorología. A pesar de que además están presentes otros factores tales como la calidad del suelo, del agua, la va-

riedad, las prácticas de manejo previas y las expectativas de éxito, la temperatura, es la clave.

Los agrónomos llevan años desarrollando modelos encaminados a ayudarnos en relación a la presencia potencial de enfermedades, al aumento de las poblaciones de insectos o a la presencia de malas hierbas. En esta línea, en el presente artículo se dan ciertas nociones con el fin de poder entender el papel que la meteorología tiene en el crecimiento tanto de las especies de clima frío (ECF a partir de ahora) como de las de clima cálido (ECC a partir de ahora) y de esta forma poder analizar los programas de resiembra de una forma más objetiva.

### El Crecimiento Potencial

Para poder entender como los resultados de la resiembra varían tanto de año a año y de un sitio a otro, es importante la revisión de la bibliografía en busca de información relativa a los requerimientos de crecimiento tanto de las ECF como de las ECC. Basándonos en esta información podemos generar un modelo de crecimiento propio que nos ayude a explicar la variabilidad de los programas de resiembra y transición.

Este modelo propio es la denominada Tasa de Crecimiento Potencial (TCP a partir de ahora y expresado en %), de modo que una ECF o una ECC ha alcanzado el 100% de TCP cuando las temperaturas alcanzan su punto óptimo e ideal para esa determinada especie. El crecimiento de nuestra cespitosa es aún óptimo por debajo del 100% de la TCP de forma que en general cualquier valor por encima del 50% nos representa un crecimiento adecuado y por lo tanto un estado correcto de nuestra cespitosa. Sin embargo, cuando las temperaturas se alejan de los óptimos (tanto por arriba como por abajo) empezamos a observar TCP<50% y por consiguiente comienzan los síntomas de estrés y debilitamiento. Valores extremos en torno al 10% indican que el crecimiento es extremadamente limitado mientras que TCP=0% representan crecimientos completamente detenidos.

Los valores generales en función de la temperatura pueden observarse en la **Figura 1** donde podemos comprobar como de forma general, para las ECF, la tasa de crecimiento potencial alcanza su máximo a los 20°C mientras que para las ECC este valor se sitúa en torno a los 31°C. Por otro lado, las ECF y las ECC presentan, además de la temperatura valores óptimos diferenciados tal y como se recoge en la **Tabla 1**.

La ecuación para la determinación de la Tasa de Crecimiento Potencial es la siguiente:

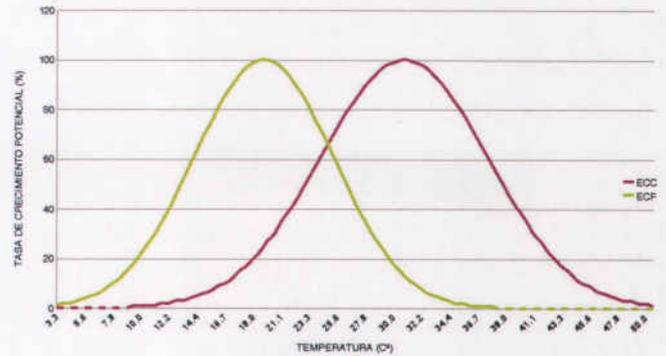
Donde:

$$GP=100 \left[ \frac{1}{e^{\left[ \frac{1}{2} \left[ \frac{(obs - opt)^2}{sd} \right] \right]}} \right]$$

- GP representa la Tasa de Crecimiento Potencial (%)
- obsT la temperatura observada (°C)
- optT la temperatura óptima para esa especie (°C)
- sd la desviación estándar (10 para especies de clima frío y 12 para las de clima cálido)

Teniendo en cuenta que salvo la temperatura, el resto de las variables son conocidas podemos resumir todos los cálculos en función de la naturaleza de la especie y únicamente en función de la temperatura (**Tabla 2**, representada en valores de Temperatura en °C para una utilización más sencilla)

**TASA DE CRECIMIENTO POTENCIAL VS TEMPERATURA EN ESPECIES DE CLIMA FRÍO Y CÁLIDO**



**Figura 1.** Tasa de Crecimiento Potencial de ECC y ECF en función de la temperatura

	CÉSPEDES DE CLIMA FRÍO	CÉSPEDES DE CLIMA CÁLIDO
<b>Ejemplos</b>	Agrostis stolonifera, Poa pratensis, Lolium perenne, Festucas, etc	Bermuda, Paspalum, Zoysia, etc.
<b>Tª optima</b>	15,5°C a 23,8°C	26,6°C a 35°C
<b>Tª fuera de rango</b>	El crecimiento se ralentiza por encima de los 26,6°C y por debajo de 10°C	El crecimiento se ralentiza hasta entrar en dormancia por debajo de los 12,7°C
<b>Optimo de Radiación Solar</b>	116-233 Watios/m2 día	390-465 Watios/m2 día
<b>Resistencia a estrés</b>	Sensibles al calor, la sequía y la salinidad	Buena resistencia al calor, la salinidad y la sequía
<b>Fijación de Carbono</b>	Plantas tipo C3	Plantas Tipo C4

**Tabla 1:** Principales características de crecimiento en relación a las Temperaturas Medias Ambientales

### Utilización de la Tasa de Crecimiento Potencial

Una vez calculados para los diferentes meses del año los valores de la TCP tanto para las ECF como para las ECC, podemos comenzar el diseño de nuestras curvas de crecimiento lo cual nos permitirá, de una manera muy sencilla e intuitiva, prever el comportamiento de nuestras cespitosas.

Además, a través de la comparativa de las diferentes curvas de crecimiento potencial podemos obtener información del posible comportamiento de las resiembras, del éxito de

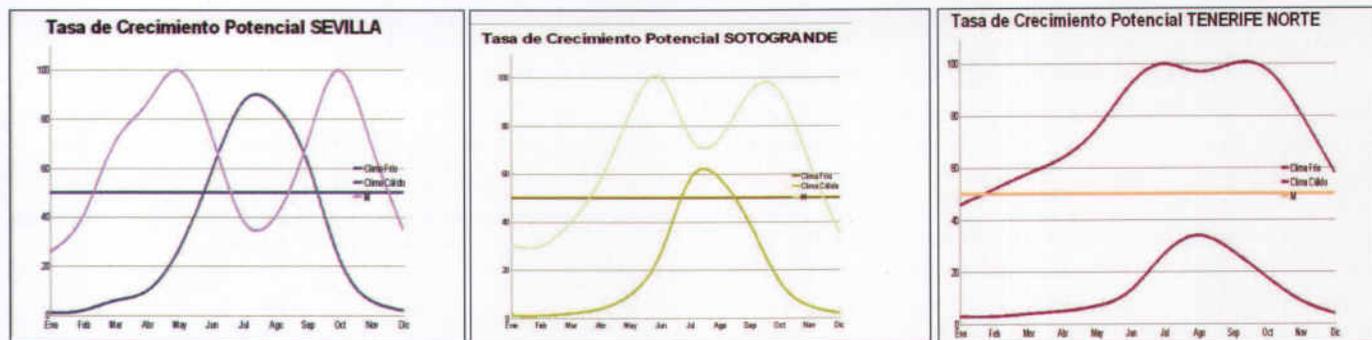


Figura 2. Tasa de crecimiento potencial para tres localizaciones diferentes en función del mes del año.

F	°C	ECC	ECF	F	°C	ECC	ECF
38	3,3	0	1	81	27,2	86	40
39	3,9	0	2	82	27,8	90	35
40	4,4	0	2	83	28,3	93	30
41	5,0	0	3	84	28,9	96	26
42	5,6	0	4	85	29,4	98	22
43	6,1	0	5	86	30,0	99	18
44	6,7	0	6	87	30,6	100	15
45	7,2	0	8	88	31,1	100	12
46	7,8	0	10	89	31,7	99	10
47	8,3	0	12	90	32,2	98	8
48	8,9	0	15	91	32,8	96	6
49	9,4	1	18	92	33,3	93	5
50	10,0	1	22	93	33,9	90	4
51	10,6	1	26	94	34,4	86	3
52	11,1	1	30	95	35,0	82	2
53	11,7	2	35	96	35,6	78	2
54	12,2	2	40	97	36,1	73	1
55	12,8	3	46	98	36,7	68	1
56	13,3	3	52	99	37,2	63	1
57	13,9	4	58	100	37,8	58	1
58	14,4	5	64	101	38,3	53	0
59	15,0	6	70	102	38,9	48	0
60	15,6	7	75	103	39,4	43	0
61	16,1	9	81	104	40,0	39	0
62	16,7	10	86	105	40,6	35	0
63	17,2	12	90	106	41,1	30	0
64	17,8	15	94	107	41,7	27	0
65	18,3	17	97	108	42,2	23	0
66	18,9	20	99	109	42,8	20	0
67	19,4	23	100	110	43,3	17	0
68	20,0	27	100	111	43,9	15	0
69	20,6	30	99	112	44,4	12	0
70	21,1	35	97	113	45,0	10	0
71	21,7	39	94	114	45,6	9	0
72	22,2	43	90	115	46,1	7	0
73	22,8	48	86	116	46,7	6	0
74	23,3	53	81	117	47,2	5	0
75	23,9	58	75	118	47,8	4	0
76	24,4	63	70	119	48,3	3	0
77	25,0	68	64	120	48,9	3	0
78	25,6	73	58	121	49,4	2	0
79	26,1	78	52	122	50,0	2	0
80	26,7	82	46	123	50,6	1	0

Tabla 2: Tasa de Crecimiento Potencial (TCP) para las especies de clima cálido (ECC) y las de clima frío (ECF) en función de la temperatura

la misma y sobre todo de la conveniencia de realizarlas así como del correcto programa de realización de tareas tanto resiembra como en transición. Como norma general, tras la realización de nuestra curva de Crecimiento Potencial podemos encontrarnos con uno de estos tres modelos (Figura 2) que se corresponderán con 3 escenarios completamente diferentes con distintas recomendaciones agronómicas.

### Modelo A: El Ambiente Teórico Ideal de Resiembra

Si tuviéramos que establecer un ambiente propicio para la realización de la resiembra este correspondería a localizaciones con las siguientes características:

- Las ECC dominan a las ECF al menos en 4 meses al año (Junio a Septiembre).
- Durante estos meses, la temperatura es excesivamente alta para el cultivo de especies tales como el Lolium perenne o la Poa trivialis, las cuales por norma general mueren o al menos ralentizan de forma significativa su crecimiento.
- Las ECF dominan al menos durante 6 meses (Noviembre a Abril) ya que durante estos meses hace suficiente



Figura 3. Bermuda debilitada por la competencia con la especie resemebrada.

Sevilla				
	F	°C	ECC	ECF
Ene	10.6	1	50	26
Feb	12.2	2	50	40
Mar	14.7	6	50	70
Abr	16.4	10	50	86
May	19.7	27	50	100
Jun	23.9	58	50	75
Jul	27.4	87	50	39
Ago	27.2	86	50	40
Sep	24.5	63	50	70
Oct	19.6	23	50	100
Nov	14.8	6	50	70
Dic	11.8	2	50	35
Año		18.6		

Sotogrande				
	F	°C	ECC	ECF
Ene	11.3	1	50	30
Feb	11.3	1	50	30
Mar	12.4	2	50	40
Abr	14.2	4	50	58
May	16.5	10	50	86
Jun	20.1	27	50	100
Jul	23.7	58	50	75
Ago	23.7	58	50	75
Sep	21.6	39	50	94
Oct	17.7	15	50	94
Nov	14.6	5	50	64
Dic	11.9	2	50	35
Año		16.6		

Tenerife Norte				
	F	°C	ECC	ECF
Ene	12.8	3	50	46
Feb	13.2	3	50	52
Mar	14.0	4	50	58
Abr	14.4	5	50	64
May	15.7	7	50	75
Jun	17.6	13	50	92
Jul	20.0	27	50	100
Ago	20.9	34	50	97
Sep	20.5	28	50	100
Oct	18.5	18	50	98
Nov	16.3	9	50	81
Dic	14.0	4	50	58
Año		16.5		

**Tabla 3.** Valores por localizaciones de la Tasa de Crecimiento Potencial. Datos obtenidos de la publicación denominada "Guía resumida del clima en España 1971-2000", de la AEMET.

frío para las ECC las cuales entran en dormancia aunque estas temperaturas son perfectas para el desarrollo de las ECF que son las que utilizamos para la resiembra.

□ La gran diferencia entre las tasas de crecimiento potencial de ambos tipos de especies nos permite que cuando una alcanza su máximo potencial (100%) la otra está en valores cercanos a 0% y viceversa lo que demuestra que la competencia entre ambas es muy limitada.

En este ambiente ideal para la resiembra, las curvas de crecimiento potencial se cruzan en Mayo-Junio y de nuevo en otoño en Septiembre. Estos momentos críticos son los

correspondientes a las transiciones de primavera y otoño en los que ambas especies podrían crecer de manera considerable lo cual debe ser manejado con cuidado para poder favorecer en cada momento a la especie deseada. Este tipo de localización son las correspondientes en nuestro país a los Campos de Golf situados en Sevilla (Datos de Temperaturas Medias procedentes de la Agencia Estatal de Meteorología. **Tabla 3**).

### Modelo B: El ambiente teórico ideal para NO resemar

En ciertas localizaciones de nuestro país nos encontramos una curiosa situación donde los datos climáticos y por lo tanto las TCP favorecen de forma significativa a las ECF durante todos los meses del año. En estas localizaciones las ECC crecen de forma moderada durante 5 o 6 meses aunque durante el resto del año su crecimiento se encuentra limitado.

Teniendo en cuenta estos datos parece evidente que la mayoría de los campos optarían por ser sembrados con especies de clima frío y sin embargo, la mayoría de los campos de estas localizaciones no tienen este tipo de especies en sus calles o rough sino que optan por otras especies de clima cálido tales como la Bermuda o el Paspalum debido a razones medioambientales tales como la ausencia de precipitaciones, la mala calidad de las aguas de riego, problemas de salinidad difícilmente soportables por especies de clima frío además de restricciones medioambientales en cuanto a la cantidad de agua a consumir.

La mayoría de los greenkeepers de estas zonas desarrollan programas para el mantenimiento de las especies de clima cálido durante todo el año prestando especial atención a aspectos tales como la sombra, el tráfico y los programas de abonado con el fin de modificar a su favor estas tasas de crecimiento potencial.

En estas situaciones, si el campo de golf es forzado a entrar en algún programa de resiembra, se está añadiendo un estrés adicional a una bermuda muy estresada (TCP < 50%) lo que puede dar graves daños y por lo que debe evaluarse de manera muy cuidadosa.

Un ejemplo en nuestro país de localizaciones donde podemos encontrar este tipo de modelos es el Norte de Tenerife (Datos de Temperaturas Medias procedentes de la Agencia Estatal de Meteorología. **Tabla 3**).



### Modelo C: El ambiente ideal para NO saber qué hacer

La peor situación en cuanto a la toma de decisiones relativas a la conveniencia o no de la realización de la resiembra es la que presenta las siguientes características:

- Las especies de clima frío dominan en relación a las de clima cálido en su tasa potencial de crecimiento durante todo el año.
- Las ECF presentan valores superiores al 50% al menos en 2/3 del año. Sin embargo también se observa una importante reducción en la TCP durante el periodo estival.
- Las ECC apenas muestran una TCP > 50% y cuando lo hacen es por periodos pequeños (uno o dos meses).

Aunque desde el punto de vista agronómico en alguna de estas localizaciones puede tener sentido el cultivo de especies de clima frío, la presencia de meses de verano con altas temperaturas en las que la TCP se ve adversamente afectada nos indica que durante estos periodos estas especies van a estar tremendamente estresadas. Además, en estos ambientes, las ECF son muy susceptibles a plagas tanto de insectos como fúngicas por lo que los costes de mantenimiento van a incrementarse considerablemente.

Teniendo esto en cuenta, si eliminamos los aspectos ambientales (tales como el consumo de agua y su impacto ambiental) y los económicos, la presencia de especies de clima frío puede representar la mejor opción ya que en balance representan las mejores condiciones medias a lo largo de todo el año.

La segunda estrategia para estas localizaciones es la de contar con especies de clima cálido para las calles y los rough con ausencia de resiembras invernales. El problema de este escenario es que durante varios meses al año estas especies estarán en dormancia con todos los problemas que esto representa.

El último y en teoría peor escenario es la utilización de especies de clima cálido junto con un programa de resiembras invernales ya que las transiciones serán problemáticas y tanto las especies de clima cálido como las de clima frío se verán adversamente afectadas por estas prácticas no ya sólo durante estos periodos de transición sino también más allá de los mismos. Esto es debido fundamentalmente a que las ECC no cuentan con una TCP muy elevada y por lo tanto los periodos de transición se alargan durante semanas.

En esta situación en la que nos encontramos con ECC y ECF ambas adversamente afectadas por la competencia es frecuente encontrar problemas asociados tales como la proliferación de malas hierbas así como la invasión de otras gramíneas, el ataque de enfermedades e insectos así como la mayor severidad de estos problemas (Figura 4).

Un ejemplo de localización con estos valores es el de los Campos de Golf de Sotogrande, Cádiz (Datos de Temperaturas Medias procedentes de la Agencia Estatal de Meteorología. Tabla 3).

Por todos estos factores, este tercer escenario es el más complicado ya que no existe estrategia ideal. En estas localizaciones, los campos se encuentran con unas condiciones en las que puede ser tan desaconsejable desde el punto de vista agronómico y medioambiental la siembra de especies de clima frío como la utilización de especies de clima cálido acompañadas de resiembras. Esta situación se hace aún más

complicada cuando a este dilema técnico se le añaden otros factores externos a la agronomía tales como:

- ¿En que fecha son las Temporadas Altas?
- ¿Qué tipo de campo es (público o privado)?
- ¿Cuales son las exigencias de los socios?
- ¿Cual es la estrategia de los campos con los que compete?

### Conclusiones

La información procedente de conceptos tales como la Tasa de Crecimiento Potencial (TCP) proporcionan a los greenkeeper herramientas útiles para a la hora de justificar sus estrategias frente a la gerencia y/o la propiedad de su campo de golf.

Estos modelos permiten:

- Demostrar por qué las especies de clima frío o cálido se comportan de forma diferente en diferentes lugares.
- Justificar por qué situaciones tales como la vida durante el verano de 2009 con temperaturas fuera de lo normal pueden afectar al crecimiento y al estado general de nuestro campo. Por este motivo es importante monitorizar los datos actuales para poder ver si la desviación respecto a los datos históricos es significativa y de esta forma poder realizar los cálculos de la Tasa de Crecimiento Potencial y adelantarnos a posibles problemas provocados por estas variaciones más frecuentes en los últimos años.
- Determinar en los estudios previos a la construcción que tipo de especie es más adecuada (clima frío o clima cálido).
- Justificar la conveniencia o no de realizar programas de resiembra en nuestra zona así como adelantar los posibles riesgos y consecuencias que estos programas de resiembras pueden producir.
- Determinar el momento más adecuado para la realización de las resiembras ya que basta con la determinación del periodo en el que la Tasa de Crecimiento potencial de las Especies de clima frío está por encima de las de clima cálido de forma consistente.
- Determinar cual es el momento adecuado para la realización de la transición de primavera con el objetivo de que esta sea lo más corta y suave posible.

