



TC/50/22

ORIGINAL: Inglés

FECHA: 30 de enero de 2014

UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES

Ginebra

COMITÉ TÉCNICO

Quincuagésima sesión Ginebra, 7 a 9 de abril de 2014

REVISIÓN DEL DOCUMENTO TGP/8: PARTE II: TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL EXAMEN DHE,
SECCIÓN 9: EL CRITERIO COMBINADO INTERANUAL DE HOMOGENEIDAD (COYU)

Documento preparado por la Oficina de la Unión

*Descargo de responsabilidad: el presente documento no constituye
un documento de política u orientación de la UPOV*

1. El propósito del presente documento es informar acerca de las novedades relativas al método de cálculo del COYU.
2. En el presente documento se utilizan las siguientes abreviaturas:

TC:	Comité Técnico
TC-EDC:	Comité de Redacción Ampliado
TWA:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Plantas Agrícolas
TWC:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Automatización y Programas Informáticos
TWF:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Plantas Frutales
TWO:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Plantas Ornamentales y Árboles Forestales
TWP:	Grupos de Trabajo Técnico
TWV:	Grupo de Trabajo Técnico sobre Hortalizas

ANTECEDENTES

3. En su vigésima sexta sesión, celebrada en Jeju (República de Corea) del 2 al 5 de septiembre de 2008, el TWC examinó el documento TWC/26/17 "*Some consequences of reducing the number of plants observed in the assessment of quantitative characteristics of reference varieties*" (Algunas consecuencias de la reducción del número de plantas observadas en la evaluación de los caracteres cuantitativos de variedades de referencia)¹ así como una ponencia del Sr. Kristian Kristensen (Dinamarca), de la que se reproduce una copia como documento TWC/26/17 Add.

4. En el documento TWC/26/17 se estipula lo siguiente acerca del método combinado interanual de cálculo de la homogeneidad (método del COYU):

"Conclusiones

"18. De lo anterior, cabe concluir que las varianzas calculadas mediante el sistema actual no reflejan el valor esperado de la varianza verdadera, dado que son demasiado pequeñas, en parte debido a que el valor esperado del RMS [cuadrado de la media residual] del análisis de la varianza es menor que el valor

¹ La expresión "reference varieties" (variedades de referencia) se refiere aquí a variedades establecidas que se han incluido en el ensayo en cultivo y cuya expresión de los caracteres objeto de investigación es comparable.

esperado de $Var(Y_v)$, y en parte porque únicamente el número de variedades utilizadas en el ajuste local influye en esta varianza (y no el número total de variedades de referencia). No obstante, el método actual probablemente compensa este sesgo utilizando un valor t elevado (utilizando un valor α pequeño). Además, puede concluirse que el cuadrado de la media residual (RMS) puede depender significativamente del número de observaciones registradas, ya que el componente del RMS dependiente del número de observaciones (grados de libertad) no era despreciable.”

5. El TWC señaló las medidas siguientes, que se podrían adoptar para tener en cuenta el sesgo del actual método de cálculo del COYU, planteadas y comentadas por el Sr. Kristensen:

- i) Hacer caso omiso de los sesgos
(observación: muy probablemente, el ensayo será demasiado amplio);
- ii) Corregir únicamente el sesgo introducido por los tamaños de muestra menores
(observación: el ensayo será demasiado amplio, pero comparable con los realizados en el pasado);
- iii) Corregir únicamente el sesgo actual
(observación: el ensayo será menos amplio, pero no será comparable con los del pasado);
- iv) Corregir todos los sesgos
(observación: no habrá sesgos, pero los ensayos no serán comparables con los del pasado).

6. El TWC acordó que Dinamarca y el Reino Unido elaboraran un documento nuevo que incluyera una simulación utilizando el método de suavizado mediante *splines*. Se señaló que eso concedería además a los expertos más tiempo para reflexionar sobre la situación y sobre las posibles soluciones.

7. En su cuadragésima quinta sesión, celebrada en Ginebra del 30 de marzo al 1 de abril de 2009, el TC solicitó al TWC que formulara recomendaciones al TC sobre las propuestas planteadas en el párrafo 4 del presente documento.

8. En los párrafos 6 al 17 del documento TC/49/11 “Método de cálculo del COYU” (disponible en: http://upov.int/meetings/es/details.jsp?meeting_id=28343), se informa sobre las novedades acaecidas entre 2009 y 2012.

NOVEDADES ACAECIDAS EN 2013

9. En su cuadragésima novena sesión, celebrada en Ginebra del 18 al 20 de marzo de 2013, el TC acordó solicitar al TWC que prosiga su labor con miras a formular recomendaciones al TC respecto de las propuestas planteadas para corregir el sesgo del actual método de cálculo del COYU y señaló que se elaboraría un documento sobre las posibles propuestas de mejora del método COYU para la sesión del TWC en 2013 (véase el párrafo 113 del documento TC/49/41 “Informe sobre las conclusiones”).

10. El TWO, el TWF, el TWV y el TWA, en sus sesiones de 2013, examinaron los documentos TWO/46/15, TWF/44/15, TWV/47/15 y TWA/42/15, respectivamente.

11. El TWO, el TWF, el TWV y el TWA tomaron nota de que:

a) el TC había solicitado al TWC que prosiga su labor con miras a formular recomendaciones al TC respecto de las propuestas planteadas para corregir el sesgo del actual método de cálculo del COYU; y

b) se elaboraría un documento sobre las posibles propuestas de mejora del método COYU para la sesión del TWC en 2013 (véanse el párrafo 34 del documento TWO/46/29 “Report”; el párrafo 37 del documento TWF/44/31 “Report”; el párrafo 37 del documento TWV/47/34 “Report”, y el párrafo 37 del documento TWA/42/31 “Report”, respectivamente).

12. En su trigésima primera sesión, celebrada en Seúl del 4 al 7 de junio de 2013, el TWC examinó el documento TWC/31/15 Corr., en particular las propuestas de mejora del método COYU elaboradas por expertos del Reino Unido y Dinamarca, que se adjuntan como Anexo I del presente documento, y asistió a una ponencia de un experto del Reino Unido, que figura en el documento TWC/31/15 Add. y que se reproduce como Anexo II del presente documento.

13. El TWC tomó nota de que el actual método de cálculo del COYU es demasiado riguroso, debido al método de suavizado usado y de que, para compensarlo, se aplican niveles de probabilidad muy bajos (p. ej., $p=0,1\%$). El TWC convino en que el sesgo del actual método de cálculo del COYU se puede corregir cambiando el método de suavizado de “medias móviles” por un suavizado mediante “splines cúbicos” (véase el párrafo 91 del documento TWC/31/32 “Report”).
14. El TWC agradeció el ofrecimiento de los expertos del Reino Unido de escribir un programa informático en FORTRAN para integrar el método COYU propuesto en el programa DUST y presentar una versión de demostración de este programa con el método COYU propuesto en la trigésima segunda sesión del TWC (véase el párrafo 92 del documento TWC/31/32 “Report”).
15. El TWC convino en que los niveles de probabilidad que habrán de utilizarse en el método COYU propuesto deberán debatirse basándose en la experiencia de los miembros de la UPOV en el uso del método propuesto (véase el párrafo 93 del documento TWC/31/32 “Report”).
16. El TWC convino en que un experto del Reino Unido debía elaborar una circular que la Oficina enviaría a los representantes del TC con el fin de averiguar qué miembros de la Unión utilizan el actual método COYU y qué programas informáticos utilizan a tal efecto (véase el párrafo 94 del documento TWC/31/32 “Report”).
17. El TWC convino en que un experto del Reino Unido debía resumir el documento en el que figura la propuesta de mejora del método COYU y que debía presentarse al TC, en su quincuagésima sesión, y a los TWP, en las sesiones que se celebrarán en 2014. En el documento debía explicarse el sesgo del procedimiento actual que justificó las modificaciones propuestas (véase el párrafo 95 del documento TWC/31/32 “Report”).
18. El TWC acordó que debía proporcionarse orientación sobre el número mínimo de variedades adecuado para aplicar el método COYU (véase el párrafo 96 del documento TWC/31/32 “Report”).
19. El TWA acordó proseguir la labor de la TWC para mejorar el método COYU y tomó nota de que el TWC informaría sobre las modificaciones del método COYU propuestas y sobre las consecuencias que tendrían en el examen DHE (véase el párrafo 38 del documento TWA/42/31 “Report”).

ENCUESTA SOBRE EL USO DEL MÉTODO COYU

20. El 4 de noviembre de 2013, la Oficina de la Unión envió la Circular E_13/268 a las personas designadas de los miembros de la Unión en el TC, invitándolas a informar sobre el uso del actual método COYU y sobre los programas informáticos utilizados a tal efecto.
21. El cuestionario y los resultados de la encuesta figuran como Anexo III del presente documento.
22. Se adjunta como Anexo IV del presente documento un resumen de las mejoras propuestas del COYU, en el que se basará una ponencia que ofrecerá al TC un experto del Reino Unido.

23. *Se invita al TC a:*

a) *tomar nota de las novedades en la labor relativa a las propuestas para corregir el sesgo del actual método de cálculo del COYU, según se expone en los párrafos 8 a 21 del presente documento, y*

b) *considerar el resumen que figura en el Anexo IV y la ponencia sobre las mejoras del método COYU propuestas que se expondrá ante el TC, en su quincuagésima sesión, según se expone en el párrafo 22 del presente documento.*

[Siguen los Anexos]

PROPUESTAS DE MEJORA DEL MÉTODO COYU

*Documento elaborado por expertos del Reino Unido y Dinamarca
y presentado en la trigésima primera sesión del TWC, celebrada en Seúl del 4 al 7 de junio de 2013*

Introducción

En el presente documento, informamos sobre los avances en el desarrollo de una versión mejorada del COYU. En particular, hemos investigado el desempeño y la viabilidad de un método de suavización mediante *splines* cúbicos.

El procedimiento COYU actual se describe en el Capítulo 9 de la Parte II del documento TGP/8/1. En breve, consiste en comparar la homogeneidad de las variedades candidatas con la de las variedades de referencia. La medida de la homogeneidad es el desvío (o desviación) estándar (DE) de las mediciones realizadas en plantas individuales en una parcela. Estos valores se transforman sumando 1 y después tomando logaritmos neperianos (naturales). A menudo existe una relación entre la variabilidad de la medición y el nivel de expresión del carácter. En el procedimiento COYU esta relación se calcula y ajusta mediante un método de medias móviles. Según se puso de manifiesto los documentos anteriores antes mencionados, este método de ajuste produce un sesgo inherente en los umbrales del COYU, que se compensa en la práctica usando valores de probabilidad (valores p) menores de lo habitual.

En los documentos anteriores analizamos diferentes métodos para el ajuste de la relación entre la variabilidad y el nivel de expresión: la regresión lineal, la regresión cuadrática y el suavizado mediante *splines*. En el documento TWC/29/22 demostramos que el suavizado mediante *splines* es el que mejor ajuste proporciona con datos reales. El método de suavizado mediante *splines* cúbicos proporciona un ajuste de los datos al menos tan bueno como el obtenido con estos métodos y es menos sensible a las observaciones atípicas.

En trabajos anteriores, observamos que es preferible calcular umbrales del COYU particulares para cada variedad candidata. Esto se debe a que, sea cual sea el método utilizado, el ajuste de la curva es más confiable para las variedades con niveles de expresión medios que para las que presentan niveles más extremos. Previamente determinamos que el uso de un umbral único para todas las variedades candidatas suele generar tasas de rechazo de variedades mayores de lo deseado, con un nivel de probabilidad dado, sobre todo cuando hay pocas variedades de referencia.

Por tanto, hemos investigado más a fondo la idea de sustituir en el método COYU el ajuste de las medias móviles por uno basado en un *spline* cúbico. Hemos programado en R (un programa informático estadístico libre y potente) una versión revisada del método COYU y lo hemos puesto a prueba con conjuntos de datos simulados y reales. Hemos analizado los problemas que presenta su aplicación y hemos formulado algunas reflexiones iniciales sobre los programas informáticos y los niveles de probabilidad.

¿Qué es el suavizado?

El suavizado es un procedimiento utilizado comúnmente para el ajuste de relaciones de las que se desconoce la forma, según se ilustra en la figura 1.

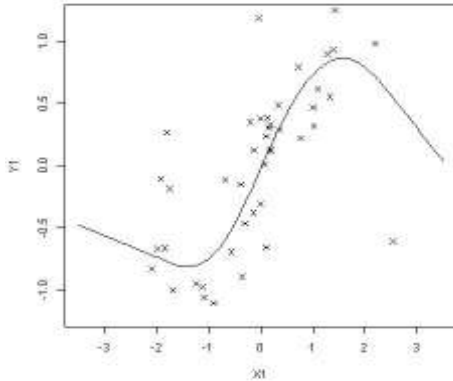


Figura 1: Ejemplo de ajuste suavizado de datos simulados mediante un spline cúbico (con 4 grados de libertad). Las "x" representan observaciones y la línea representa el ajuste suavizado.

Hay muchos métodos de suavizado diferentes; uno de ellos es el método de medias móviles, aplicado en el COYU actual. En la regresión lineal o cuadrática se ajusta una curva con una forma particular al conjunto de los datos; en cambio, al aplicar un método de suavizado el ajuste en un punto determinado depende más de las observaciones cercanas a ese punto. Por lo general, el grado de suavizado se puede controlar por medio de un parámetro. Téngase en cuenta que los ajustes más suaves se obtienen aplicando pocos grados de libertad.

Los métodos de suavizado se describen en detalle en varios libros de texto, por ejemplo en Hastie y Tibshirani (1990) y en Hastie *et al.* (2001).

¿Por qué se propone el suavizado mediante *splines* cúbicos?

Según se ha mencionado antes, hay muchos métodos de suavizado. Uno de los utilizados comúnmente, conocido como "método de suavizado mediante *splines* cúbicos", se describe en el capítulo 5.4 de Hastie *et al.* (2001). Se basa en cálculos matemáticos bastante complejos, de modo que no los reproduciremos aquí. No obstante, los *splines* cúbicos de suavizado tienen algunas propiedades útiles. En particular, se han seleccionado para uso en el COYU debido a las ventajas siguientes:

- Flexibilidad.
- El grado de suavidad puede controlarse directamente por medio de los grados de libertad efectivos.
- En el método se utilizan *splines* naturales (véase el epígrafe 5.2.1 de Hastie *et al.*, 2001), que tienen la ventaja de que el comportamiento en los extremos del conjunto de datos es más razonable que el de otros métodos de suavizado; de hecho, para esos datos el ajuste es lineal.
- Se trata de un método bien conocido y bien descrito, lo que facilita su aplicación en diferentes programas informáticos.
- Hay disponible código en FORTRAN para el suavizado mediante *splines* cúbicos, lo que facilita su aplicación en el programa DUST.

Pormenores sobre la metodología y la aplicación en R

Diversos programas informáticos cuentan con funciones y procedimientos para el suavizado mediante *splines* cúbicos; en particular:

- SAS, mediante el procedimiento GAM (PROC GAM)
- R, que cuenta con diversas funciones, como `smooth.spline`, `gam` en la biblioteca `gam`, `gam` en la biblioteca `mgcv` y `sreg` en la biblioteca `fields`
- GenStat, mediante la directiva REG con la función S
- FORTRAN

Sin embargo, la mayoría no proporcionan acceso a los errores estándar para el ajuste de observaciones nuevas (diferentes de las utilizadas para el ajuste de la curva). Por consiguiente, hemos desarrollado la metodología necesaria, que permite una ejecución sencilla, al menos en R y FORTRAN.

Como se indica en el documento TWC/28/27 y en Büsche *et al.* (2007), lo ideal quizá sea aplicar el método COYU en un solo paso. En estos dos documentos, se utilizó un modelo mixto. Sin embargo, esto introduciría mayor complejidad, dificultando la ejecución del método. Observamos, en cambio, que puede utilizarse un modelo equivalente en el que se determinen, de forma independiente, curvas de ajuste suavizadas diferentes para los datos de cada año (véase el epígrafe 9.5.2 de Hastie y Tibshirani, 1990; lo hemos comprobado para la regresión lineal). Esto simplifica la programación considerablemente.

En el suavizado, adoptamos el siguiente modelo de la relación entre una variable de respuesta, \mathbf{y} (en nuestro caso “log(DE+1)”), y una variable explicativa, \mathbf{x} .

$$\mathbf{y} = f(\mathbf{x}) + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (1)$$

donde f es una función suave y $\boldsymbol{\varepsilon}$ es un error (con distribución normal, idéntica e independiente, con varianza σ^2).

En el caso de los *splines* cúbicos de suavizado, se puede demostrar (véase el epígrafe 5.4.1 de Hastie *et al.*, 2001) que la curva suave ajustada corresponde a la fórmula siguiente:

$$\hat{\mathbf{f}} = N(N^T N + \lambda \Omega_N)^{-1} N^T \mathbf{y} = S_\lambda \mathbf{y} \quad (2)$$

donde λ es un parámetro que controla el grado de suavizado, N es un spline natural con nudos en cada una de las observaciones \mathbf{x} y S_λ se conoce como matriz de suavizado. Obsérvese que el número efectivo de grados de libertad está determinado por $\text{trace}(S_\lambda)$ (la suma de los elementos de la diagonal de la matriz de suavizado).

Para cada una de las observaciones utilizadas para ajustar la función suavizada (correspondientes a las variedades de referencia), se pueden calcular los errores estándar para el punto correspondiente de $\hat{\mathbf{f}}$. Hay dos fórmulas distintas:

- la clásica, dada por el elemento de la diagonal que corresponde a la observación de $S_\lambda S_\lambda^T \sigma^2$.
- la bayesiana (Wahba, 1983), dada por el elemento de la diagonal que corresponde a la observación de $S_\lambda \sigma^2$.

Estas dos fórmulas se describen en la sección 3.8.1 de Hastie y Tibshirani (1990). Los autores señalan que, en la práctica, hay escasa diferencia entre las dos. Sin embargo, comprobamos en la práctica que, aunque los errores estándar son muy similares en la mayor parte del intervalo de observaciones, en los extremos del intervalo comienza a haber diferencias que pueden ser considerables a efectos de la extrapolación (véase infra).

Para las observaciones nuevas (es decir, las correspondientes a variedades candidatas), se aplica la siguiente fórmula de predicción:

$$\mathbf{n}_0 N^- S_\lambda \mathbf{y} \quad (3)$$

donde \mathbf{n}_0 es el vector de base proyectado para la observación nueva y el superíndice “ $-$ ” denota una inversa generalizada.

Para una observación nueva (es decir, correspondiente a una variedad candidata), el error estándar de la predicción responde a las fórmulas siguientes:

$$\text{a) clásica: } (\mathbf{n}_0 N^- S_\lambda S_\lambda^T (N^-)^T \mathbf{n}_0^T + 1) \sigma^2. \quad (4a)$$

$$\text{b) bayesiana: } (\mathbf{n}_0 N^- S_\lambda (N^-)^T \mathbf{n}_0^T + 1) \sigma^2. \quad (4b)$$

Basándonos en lo anterior, exponemos a continuación un algoritmo básico para nuestra propuesta de procedimiento COYU mejorado. En la columna de la derecha se indican las funciones de R que podrían utilizarse.

Admitimos que algunos de los cálculos podrían realizarse de un modo más eficiente, en términos computacionales, que el indicado por estas fórmulas. No obstante, el problema se compensará probablemente por la limitada entidad de las matrices utilizadas. En particular, el uso de la inversa generalizada puede ralentizar los cálculos en conjuntos de datos con muchas variedades de referencia. En tales circunstancias, una forma de reducir el costo computacional es usando menos nudos.

Cuadro 1: Algoritmo para el COYU con suavización mediante splines cúbicos

Paso	Procedimiento	R
1	Calcúlense las medias y los desvíos estándar intraparcelarios	
2	Calcúlense los promedios de las medias [$\rightarrow M_{ij}$] y los desvíos estándar [$\rightarrow DE_{ij}$] intraparcelarios de las diversas parcelas de un ensayo para obtener un valor para cada combinación de año (j) y variedad (i).	
3	Transfórmese el DE_{ij} sumando 1 y tomando después el logaritmo neperiano [$\rightarrow \log DE_{ij}$]	
4	Divídanse los datos en dos conjuntos: los datos de las variedades de referencia y los de las variedades candidatas.	
5	Para cada año, ajústese un <i>spline</i> de suavizado, con un número establecido de grados de libertad ($d=3$ ó 4), al conjunto de datos de las variedades de referencia y guárdese el valor del parámetro de suavización [$\rightarrow \lambda$], el conjunto de nudos, y las sumas de los cuadrados de los residuos [$\rightarrow SC_j$].	smooth.spline(x=M,Y=logSD, all.knots = TRUE, df = d), donde "logSD" es logDE y "df" es grados de libertad
6	Para cada año, utilícese este <i>spline</i> ajustado para predecir los valores logDE de las variedades de referencia y las variedades candidatas [$\rightarrow \log \overline{DE}_{ij}$]	predict.smooth.spline (función de predicción del spline de suavizado)
7	Para cada año, calcúlese la media de los valores logDE de las variedades de referencia únicamente [$\rightarrow \log \overline{DE}$]	
8	Para cada año, calcúlense los valores logDE ajustados: $\log \overline{DE} + \log DE_{ij} - \log \overline{DE}_{ij}$ [$\rightarrow \log aj DE_{ij}$]	
9	Para cada año, calcúlese la matriz de base para las variedades de referencia, utilizando el parámetro de suavizado λ y los nudos del paso 5 [$\rightarrow N$]	función ns de la biblioteca de <i>splines</i>
10	Para cada año, calcúlese la matriz de base para las variedades candidatas. utilizando el parámetro de suavizado λ y los nudos del paso 5 [$\rightarrow N_0$]	función ns de la biblioteca de <i>splines</i>
11	Para cada año (y cada variedad candidata), calcúlese un factor de varianza: $(N_0 N^{-1} S_\lambda S_\lambda^T (N^{-1})^T N_0^T)$ para la fórmula clásica o $N_0 N^{-1} S_\lambda (N^{-1})^T N_0^T$ para la fórmula bayesiana) [$\rightarrow f_{ij}$]	función ginv de la biblioteca MASS
12	Calcúlense los grados de libertad residuales totales $k(n_r - d)$, donde k es el número de años y n_r es el número de variedades de referencia [$\rightarrow d_r$]	
13	Calcúlese el valor estimado del error residual $\frac{\sum_j SC_j}{d_r}$ [$\rightarrow \sigma^2$]	
14	Tómese la media de los valores $\log aj DE_{ij}$ de los diversos años y variedades (solo las variedades de referencia) [$\rightarrow \log aj \overline{DE}$]	
15	Calcúlense las medias interanuales de los factores de varianza de las variedades candidatas [$\rightarrow \overline{f}_i$]	
16	Para cada variedad candidata, tómese la media interanual de los valores $\log aj DE_{ij}$: [$\rightarrow \log aj \overline{DE}_i$]	
17	Para cada variedad candidata, calcúlese el umbral del COYU: $\log aj \overline{DE}_i + t_{\alpha, d_r} \sqrt{\frac{\sigma^2}{k} (1 + \overline{f}_i)}$ donde t_{α, d_r} es el percentil $100(1-\alpha)$ de la distribución t de Student con d_r grados de libertad [$\rightarrow UC_i$]	
18	Compárense los valores $\log aj \overline{DE}_i$ de cada variedad candidata con el umbral correspondiente UC_i . Las variedades candidatas con valores superiores al umbral no cumplen el criterio COYU.	

Selección de los grados de libertad

Se puede establecer el grado de suavidad del *spline* cúbico de suavizado fijando el número efectivo de grados de libertad de la curva. El número de grados de libertad debe ser suficiente para ofrecer la flexibilidad necesaria para ajustar la curva a relaciones no lineales, pero no tan alto que el ajuste

corresponda a una relación excesivamente complicada no respaldada por los datos. En particular, si hay pocas variedades de referencia, será sin duda mejor contar con menos grados de libertad.

En principio, la suavidad de la curva ajustada podría determinarse por los propios datos, por ejemplo mediante una validación cruzada. Sin embargo, esto es arriesgado, sobre todo con conjuntos de datos pequeños y cuando sea poco probable que el usuario examine los resultados.

Según se describe en el documento TWC/29/22, se comprobó que un *spline* de suavizado cúbico, con 4 grados de libertad, produce ajustes razonables con datos reales. En la sección siguiente se ofrecen los resultados de pruebas del desempeño realizadas con datos simulados, con 3 y 4 grados de libertad.

Desempeño en conjuntos de datos simulados

Hemos comparado el desempeño del método de los *splines* con el de una regresión lineal utilizando los ocho conjuntos de datos simulados descritos en el documento TWC/28/27, obtenidos mediante combinaciones de los 3 parámetros siguientes:

- número de variedades de referencia: 10 o 50
- interacción entre año y variedad: componente de varianza 0 o 100
- pendiente de la relación lineal entre los DE y la media: 0 o 0,1

En la simulación original se generaron datos a nivel de plantas dentro de cada parcela con $k=3$ años, 3 bloques al año y 20 plantas en cada parcela. Sin embargo, aquí usamos únicamente las medias de las variedades y los DE agregados al nivel del ensayo. En cada conjunto de datos había 10 variedades candidatas, simuladas con las mismas distribuciones que las variedades de referencia. Para cada uno de los ocho conjuntos de datos hay 500 conjuntos de datos simulados.

En el Cuadro 2 se compara la proporción de variedades candidatas rechazadas utilizando el método COYU con los dos métodos de ajuste: mediante regresión lineal y mediante *splines*. Se fijó un nivel de probabilidad del 0,05 (es decir, una probabilidad de aceptación del 95 %) por lo que —puesto que las variedades candidatas se simularon de la misma manera que las variedades de referencia— cabía esperar un nivel de rechazo del 5 %. En el método de regresión lineal se utiliza la fórmula $k(n_r - 2)$ para calcular los grados de libertad del residuo. Para el método de los *splines*, se comparan las fórmulas clásica y bayesiana del error estándar y el uso de tres o cuatro grados de libertad.

Cuadro 2: Proporción de variedades candidatas que superan el umbral del COYU utilizando como métodos de ajuste la regresión lineal y el ajuste mediante splines (nivel de probabilidad $\alpha=0,05$): relación lineal de los datos simulados.

Conjunto núm.	Supuestos en las simulaciones			Método				
	Número de variedades de referencia, n_r	Variedad, σ_v^2 / pendiente	Interacción, σ_{yv}^2	lineal	splines			
					fórmula clásica		fórmula bayesiana	
					3 gl	4 gl	3 gl	4 gl
1	50	0/0	0	0,044	0,046	0,048	0,045	0,046
2	10	0/0	0	0,049	0,055	0,058	0,046	0,046
3	50	125/0,1	0	0,047	0,046	0,048	0,046	0,047
4	10	125/0,1	0	0,048	0,055	0,058	0,048	0,047
5	50	0/0	100	0,045	0,046	0,047	0,045	0,045
6	10	0/0	100	0,050	0,058	0,063	0,049	0,049
7	50	125/0,1	100	0,054	0,055	0,056	0,054	0,054
8	10	125/0,1	100	0,054	0,060	0,066	0,053	0,054

El desempeño del método lineal fue muy similar al obtenido con el método de los *splines* con error estándar bayesiano. En ambos casos la tasa de rechazo fue ligeramente menor que la esperada, excepto en los conjuntos de datos 7 y 8, que generaron tasas de rechazo ligeramente mayores que la esperada. Sin embargo, la correspondencia con el nivel de probabilidad fijado parece aceptable. El número de grados de libertad influye poco. Con el método de los *splines* con errores típicos clásicos la desviación con respecto a la tasa objetivo fue mayor, sobre todo en los casos con menor número de variedades de referencia.

En la simulación anterior, el buen desempeño del método lineal era previsible dado que la relación subyacente es lineal. Para generar un desafío mayor, simulamos nuevos conjuntos de datos con relaciones lineales, cuadráticas y sinusoidales entre el logDE y las medias, siendo la relación la misma todos los años. En este caso examinamos conjuntos de datos con 10 o 50 variedades de referencia, ensayándose 10 variedades candidatas en 3 años. En la figura 2 se muestran ejemplos de cada tipo de función y los *splines* con 4 grados de libertad correspondientes a conjuntos de datos de 10 y 50 variedades. Sometimos a examen conjuntos independientes de datos simulados para cada combinación de grados de libertad, forma de función y número de variedades de referencia. Los resultados para 3 grados de libertad se muestran en el cuadro 3 y los correspondientes a 4 grados de libertad en el cuadro 4. En los casos con 10 variedades de referencia se analizaron 100 000 conjuntos de datos simulados y 10 000 en los casos con 50 variedades de referencia (ya que el cálculo era más lento). Ha de tenerse en cuenta que los datos están sujetos a errores de muestreo en la simulación, lo cual explica, por ejemplo, que los resultados correspondientes a la regresión lineal con 10 variedades de referencia con una función sinusoidal difieran ligeramente entre los dos cuadros.

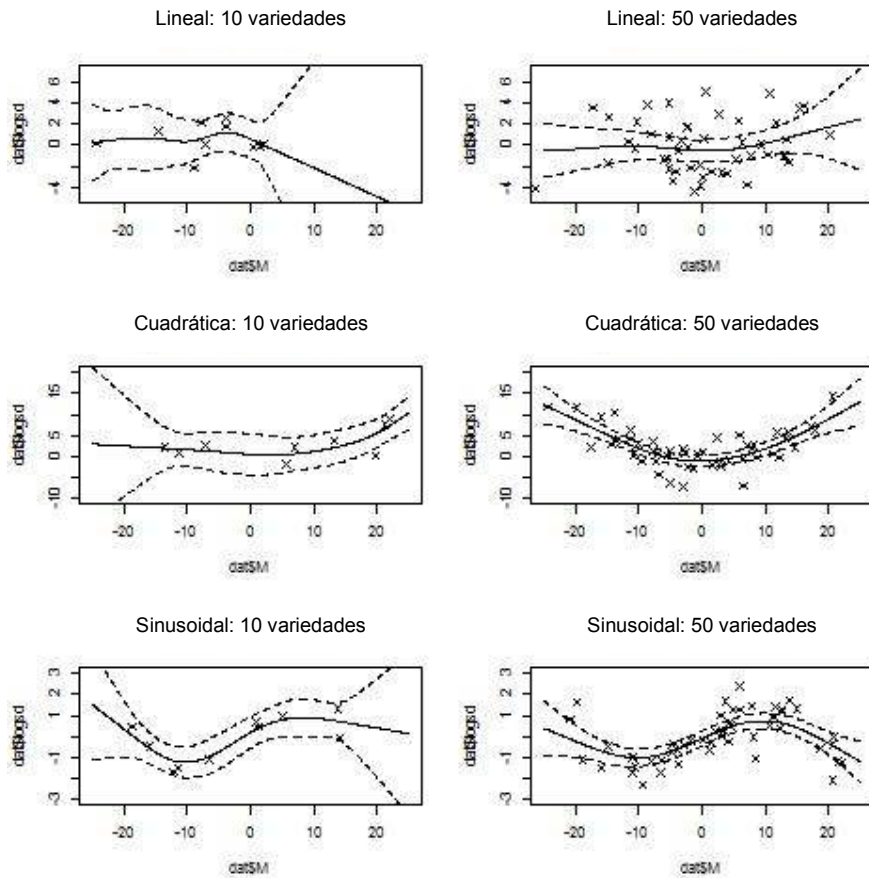


Figura 2: Ejemplos de conjuntos de datos simulados de un año con relaciones con formas diferentes. En cada gráfico se representa la curva de ajuste (línea continua) con suavizado mediante splines cúbicos (con 4 grados de libertad). Las líneas discontinuas representan los intervalos de confianza al 95 % del ajuste para los diversos datos (aplicando la fórmula bayesiana).

Cuadro 3: Proporción de variedades candidatas que superan el umbral del COYU utilizando como métodos de ajuste la regresión lineal y el ajuste mediante splines (3 grados de libertad; nivel de probabilidad $\alpha=0,05$): relaciones con formas diferentes.

Relación	Número de variedades de referencia	Método		
		lineal	splines	
			fórmula clásica	fórmula bayesiana
Lineal	10	0,050	0,055	0,047
Cuadrática	10	0,141	0,096	0,077
Sinusoidal	10	0,115	0,108	0,097
Lineal	50	0,050	0,051	0,049
Cuadrática	50	0,109	0,078	0,076
Sinusoidal	50	0,118	0,105	0,103

Cuadro 4: Proporción de variedades candidatas que superan el umbral del COYU utilizando como métodos de ajuste la regresión lineal y el ajuste mediante splines (4 grados de libertad; nivel de probabilidad $\alpha=0,05$): relaciones con formas diferentes.

Relación	Número de variedades de referencia	Método		
		lineal	splines	
			fórmula clásica	fórmula bayesiana
Lineal	10	0,050	0,058	0,047
Cuadrática	10	0,141	0,077	0,056
Sinusoidal	10	0,114	0,084	0,069
Lineal	50	0,050	0,052	0,050
Cuadrática	50	0,110	0,062	0,059
Sinusoidal	50	0,117	0,078	0,076

Los datos anteriores muestran que, en términos generales, el método de los *splines* con la fórmula bayesiana del error estándar es el que genera tasas de rechazo más próximas a la tasa objetivo. Como era de esperar, en el caso de las relaciones no lineales el desempeño de la versión con cuatro grados de libertad fue mejor que el de la versión con tres grados de libertad. Un análisis de los resultados de las simulaciones sinusoidales muestra que el método de los *splines* con cuatro grados de libertad genera un ajuste a la curva sinusoidal claramente deficiente, con una tasa de rechazo ligeramente superior a la deseada. No obstante, los resultados que figuran en el documento TWC/29/22 demuestran que el ajuste con cuatro grados de libertad es adecuado en la práctica.

Aplicación a conjuntos de datos reales

Comprobamos el método propuesto (con 4 grados de libertad) en un conjunto de datos de tres años de *Lolium perenne* suministrado por cortesía del Agri-Food and Biosciences Institute, responsable del Centro de exámenes DHE de cultivos pratenses del Reino Unido (DUS Centre for Herbage Crops). Este conjunto incluye datos de tres años de ensayos de 63 variedades de referencia y 2 variedades candidatas. Analizamos los datos de los caracteres 8 (época de la despuntadura de las inflorescencias en el 2.º año) y 9 (planta: altura en la época de la despuntadura de las inflorescencias).

En primer lugar mostramos, en las figuras 3 y 4, las relaciones entre los valores logDE y las medias correspondientes a las variedades de referencia. En estos gráficos representamos también el *spline* ajustado (línea gruesa) y una media móvil (línea más delgada).

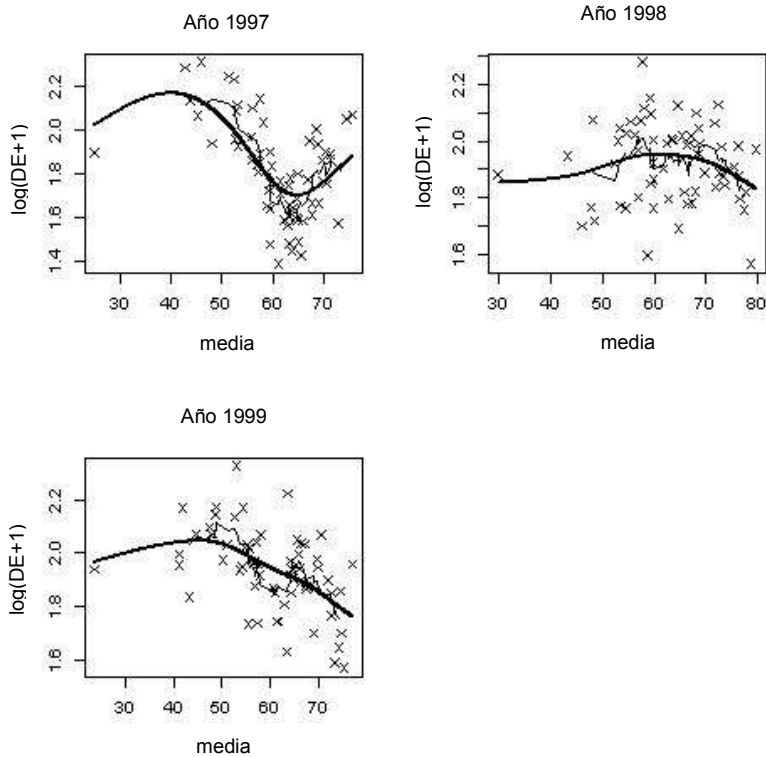


Figura 3: Relación entre los valores $\log DE$ y las medias para los tres años en el ejemplo del carácter 8 en *Lolium perenne*. En cada gráfico se representa la curva de ajuste (línea continua) con suavizado mediante splines cúbicos (con 4 grados de libertad). Las líneas más delgadas representan un promedio móvil de nueve puntos, conforme al procedimiento COYU actual.

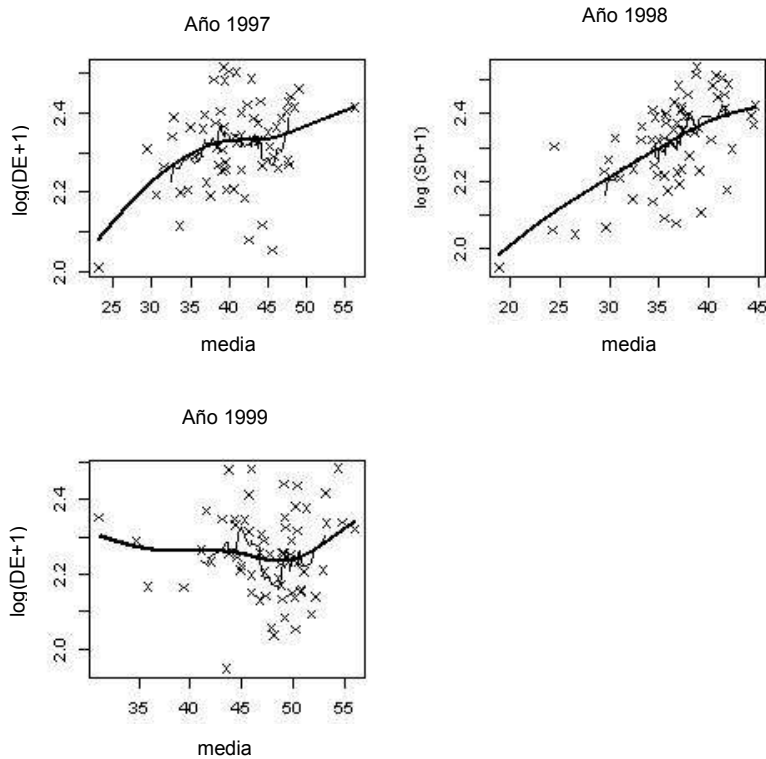


Figura 4: Relación entre los valores $\log DE$ y las medias para los tres años en el ejemplo del carácter 9 en *Lolium perenne*. En cada gráfico se representa la curva de ajuste (línea continua) con suavizado mediante splines cúbicos (con 4 grados de libertad). Las líneas más delgadas representan un promedio móvil de nueve puntos, conforme al procedimiento COYU actual.

En el cuadro 5 se resumen los resultados de la aplicación de las versiones del COYU actual y propuesta. Se comprueba que los valores logDE ajustados de ambos métodos son similares en este pequeño ejemplo. La variedad candidata B, con un valor p de 0,071, es la que más cerca está de no cumplir el criterio COYU con el nuevo método. Los umbrales para el método COYU actual (con $\alpha=0,001$) son más altos que los del método propuesto, aunque sólo un poco cuando el valor α del método nuevo es 0,05. A continuación se describe el establecimiento de las probabilidades de aceptación.

Cuadro 5: Resumen de los resultados de la aplicación de las versiones del COYU actual y propuesta.

Variedad candidata	Carácter 8		Carácter 9	
	A	B	A	B
Media	48,36	67,71	45,83	42,41
logDE	2,03	1,97	2,34	2,27
<i>COYU actual</i>				
LogDE ajustado	1,90	1,99	2,32	2,25
Umbral con $\alpha=0,001$	2,13	2,13	2,49	2,49
¿Homogénea con $\alpha=0,001$?	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>COYU con spline (4 gl)</i>				
LogDE ajustado	1,90	2,01	2,31	2,26
Umbral con $\alpha=0,05$	2,03	2,03	2,40	2,40
¿Homogénea con $\alpha=0,05$?	Sí	Sí	Sí	Sí
Umbral con $\alpha=0,01$	2,09	2,09	2,45	2,45
¿Homogénea con $\alpha=0,01$?	Sí	Sí	Sí	Sí
Valor p	0,438	0,071	0,392	0,699

Selección de la probabilidad de aceptación

En el Capítulo 9.11 de la Parte II del documento TGP/8/1 se proporciona orientación sobre las probabilidades de aceptación para la versión actual del COYU. Para un régimen de ensayos de tres ciclos de cultivo, pueden establecerse diferentes niveles de probabilidad: p_{u2} para declarar a una variedad candidata como homogénea después de dos ciclos de cultivo, p_{uu2} para declarar a una variedad candidata como no homogénea después de dos ciclos de cultivo y p_{u3} para la decisión tomada después de tres ciclos de cultivo. A tenor de los resultados anteriores parece razonable establecer un valor α (o p_{u3}) de 0,01 para las decisiones tomadas tras tres años de ensayos, ya que el umbral obtenido con este valor es próximo al determinado con el método actual. Sin embargo, antes de tomar una decisión final acerca de los diferentes valores p (p_{u2} , p_{uu2} y p_{u3}) para un cultivo concreto, es preferible realizar comparaciones directas entre el método actual y el nuevo con series históricas de datos, con el fin de asegurarse de que la transición del método actual al método nuevo será suave.

Aplicación en programas informáticos

Aunque muchos programas informáticos de estadística cuentan con una función para el ajuste de *splines* cúbicos de suavizado, no suelen calcular los errores estándar necesarios para las observaciones nuevas. Si no puede realizarse este cálculo, para poner en práctica el método COYU con *splines* se requiere un programa informático potente adecuado o con capacidad de interactuar con un programa en FORTRAN. Aún no hemos examinado en profundidad todos los programas informáticos utilizados por los Estados miembros. A continuación ofrecemos algunas consideraciones preliminares sobre algunos de los principales programas informáticos disponibles.

R

Para configurar y probar una versión inicial del código informático para el COYU mejorado se ha utilizado el programa R, en particular las funciones “smooth.spline”, en la biblioteca “stats”, y “ns”, en la biblioteca “splines”; otra posibilidad es utilizar la función “gam”, en la biblioteca “mgcv”.

FORTRAN

Existen subrutinas en FORTRAN que pueden utilizarse para la función especial requerida. De hecho, los autores de las funciones del programa R han hecho público el código fuente en FORTRAN (Hastie y Tibshirani —gamfit— <http://www.stanford.edu/~hastie/swData.htm>; Fields Development Team —css— <http://www.image.ucar.edu/Software/Fields/index.shtml>).

DUST

El programa DUST cuenta con una interfaz para el uso de módulos de FORTRAN en Windows. Si puede desarrollarse código FORTRAN para el nuevo método COYU, debería ser sencillo integrarlo posteriormente en DUST.

GenStat

Pueden calcularse *splines* de suavizado mediante la directiva REG (con la función SSPLINE). Sin embargo, este método no permite, al parecer, realizar predicciones. El programa cuenta también con una función para calcular las bases de los *splines* (procedimiento SPLINE). También es posible ajustar *splines* mediante las directivas de modelos mixtos (VCOMPONENTS y REML) y pueden realizarse predicciones con errores estándar para observaciones nuevas usando la directiva VPREDICT. Sin embargo, el grado de suavizado se estima a partir de los datos en lugar de fijarse en función de los grados de libertad necesarios. Esta limitación del programa quizá pueda corregirse mediante algunos ajustes (esencialmente fijando el componente de la varianza correspondiente al *spline*), pero no lo hemos probado. En general, no somos partidarios de aplicar un modelo mixto de ajuste de los *splines*, ya que sería difícil aplicarlo en el programa DUST. Para aplicar el método COYU en GenStat resultaría más fácil establecer una interfaz con un programa en FORTRAN o en R.

SAS

En SAS/STAT, pueden ajustarse *splines* mediante los procedimientos TRANSREG y GAM. Sin embargo, creemos que no generarán directamente errores estándar para las observaciones nuevas. Posiblemente pueda programarse esta operación en el lenguaje de macros de SAS o mediante el procedimiento IML, pero no hemos investigado estas posibilidades a fondo. Resultaría más fácil establecer una interfaz con un programa en FORTRAN o en R.

Conclusiones y cuestiones pendientes

Hemos desarrollado una nueva versión del COYU en la que se aplica un ajuste mediante *splines* en lugar del método actual de medias móviles. Consideramos que constituye una mejora respecto de la versión actual.

El método de los *splines* evita el problema del sesgo que presenta el método de medias móviles y, sin embargo, permite un mejor ajuste de las relaciones no lineales entre la variabilidad y el nivel de expresión que el de los otros métodos examinados.

Consideramos que debe establecerse un grado de suavizado fijo. Esto evita complicaciones en la aplicación y dificultades en la selección del nivel de suavizado para conjuntos pequeños de datos. Recomendamos un nivel de suavizado equivalente a cuatro grados de libertad, el cual proporciona, según se ha constatado, una flexibilidad suficiente para el ajuste de las relaciones observadas en la práctica, sin sobreajustar. La fórmula bayesiana para los errores estándar ofrece mejores resultados que la fórmula clásica.

Una cuestión que no hemos abordado en el presente documento es la extrapolación. Es claramente desaconsejable ajustar valores logDE para una variedad candidata cuyo nivel de expresión queda fuera del intervalo observado en las variedades de referencia. Esto es tan cierto para otros métodos, en particular para el utilizado en el COYU actualmente, como para el método de los *splines*. Pensamos que en tales casos debería aparecer una advertencia. Sin embargo, todavía no hemos estudiado de qué modo podría evaluarse la homogeneidad en estos casos. Esta cuestión deberá analizarse más a fondo, pero podría ser difícil encontrar un método generalmente aceptable en estos casos.

Solicitamos al TWC que considere el presente documento e indique si debe modificarse el método COYU para utilizar *splines*. En tal caso, deberá acordarse un procedimiento para la puesta en práctica de la modificación.

Creemos que no será muy difícil programar el método en FORTRAN para su posterior integración en el programa DUST. También será fácil aplicar el método mediante el programa R (un programa informático de estadística libre). Sin embargo, su aplicación en otros programas informáticos, como SAS o GenStat, puede ser más difícil; quizá sea más fácil simplemente establecer una interfaz con el programa FORTRAN.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero recibido de la Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales (Unión Europea), el DEFRA (Departamento de medio ambiente, alimentación y asuntos rurales del Reino Unido), el SASA (Organismo escocés de investigación agrícola, Reino Unido) y el Departamento de Agroecología de la Universidad de Aarhus (Dinamarca), así como el asesoramiento de Zhou Fang (BioSS) sobre los *splines*.

Referencias

Büsche, A.; Piepho, H.-P.; Meyer, U. (2007). Examination of statistical procedures for checking uniformity in variety trials. *Biuletyn Oceny Odmian (Boletín de examen de cultivares)* 32: 7-27.

Hastie, T. y Tibshirani R. (1990). *Generalized additive models*. Chapman and Hall.

Hastie, T., Tibshirani, R. y Friedman, J. (2001). *The elements of statistical learning*. Capítulo 5. Springer. Puede consultarse una versión gratuita y actualizada (en inglés) en: <http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/>

Wahba, G. (1983). Bayesian “confidence intervals” for the cross-validated smoothing spline. *J. R. Statist. Soc. B* 45:133-150.

[Sigue el Anexo II]

Método de cálculo del COYU

Adrian Roberts y Kristian Kristensen



1

TWC/31/15 Seúl 2013

Antecedentes

- El COYU es el método establecido para evaluar la homogeneidad de los caracteres medidos
- TWC/26/17 “Algunas consecuencias de la reducción del número de plantas observadas en la evaluación de los caracteres cuantitativos de variedades de referencia”
 - Demostró que el COYU actual es demasiado riguroso
 - Se rechazan más variedades de las que se debería
 - Se compensa aplicando un nivel de probabilidad pequeño

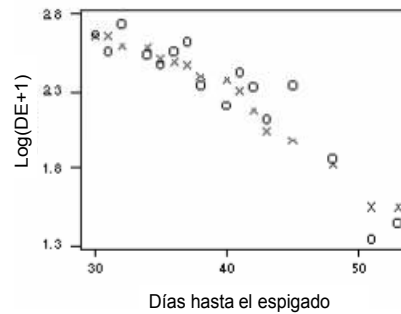
2

TWC/31/15 Seúl 2013

Antecedentes

El problema se debe al método de ajuste usado

- La variabilidad de las mediciones de un carácter puede depender del nivel de expresión.
- En el COYU se aplica un método de ajuste de medias móviles de 9 puntos para ajustar $\log(\text{DE}+1)$ basándose en la media.



3

TWC/31/15 Seúl 2013

Antecedentes

- En TWC/27/15, TWC/28/27 y TWC/29/10 se consideraron otros métodos de ajust, en particular:
 - la regresión lineal
 - la regresión cuadrática
 - los *splines* cúbicos de suavizado
- Se concluyó que los *splines* de suavizado posiblemente sean el mejor método

4

TWC/31/15 Seúl 2013

Antecedentes

- En su 29ª sesión, el TWC acordó que debía elaborarse para su siguiente sesión un documento nuevo basado en el modelo de splines cúbico.
- En su 48ª sesión, el TC acordó solicitar al TWC que prosiga su labor encaminada a formular recomendaciones al TC acerca de las propuestas para corregir el sesgo en el método actual de cálculo del COYU.

En este documento

- Propuesta de un método mejorado de cálculo del COYU
 - sesgo mínimo
 - uso de *splines* cúbicos de suavizado
 - programado inicialmente en R
- El desempeño se ha comprobado mediante simulación y se ha demostrado con datos reales
- ¿El camino a seguir?

Notas breves sobre el COYU

1. Cálculo de los DE intraparcenarios para cada variedad y año.
2. Transformación de los DE sumando 1 y tomando logaritmos neperianos.
3. Estimación de la relación entre la DE y la media en cada año. El método usado se basa en las medias móviles de los logDE de las variedades de referencia ordenadas por sus medias.
4. Ajustes de los logDE de las variedades candidatas y de referencia basándose en las relaciones estimadas entre la DE y la media en cada año.
5. Promedio interanual de los logDE ajustados.
6. Cálculo del DE máximo permitido (el criterio de homogeneidad). Se utiliza una estimación de la variabilidad en la homogeneidad de las variedades de referencia calculada mediante el análisis de la varianza de los logDE ajustados en el cuadro de variedad por año.
7. Comparación de los logDE ajustados de las variedades candidatas con la DE máxima permitida.

7

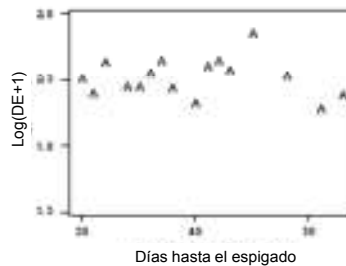
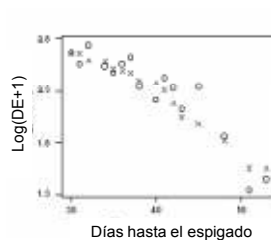
TWC/31/15 Seúl 2013

Ajuste mediante medias móviles

Ordenar $Y_i = \log(DE_i + 1)$ por los valores X_i para obtener $Y_{(i)}$

El valor de tendencia, T_i , es el promedio de 9 valores de tendencia $T_{(i-4)}$ a $T_{(i+4)}$

Valor ajustado para $i = Y_i - T_i + \bar{Y}$



8

Splines

- Las medias móviles constituyen un ejemplo de *suavizado*
- Otro método es el *suavizado mediante splines cúbicos*
- La idea es ajustar una curva suave a un conjunto de puntos
- El grado de suavizado se puede controlar
 - menor suavizado: se ajusta mejor a los puntos, pero con más oscilaciones
 - en las medias móviles se controla mediante el número de puntos usados en las medias (9 para el COYU)
 - los *splines* de suavizado se controlan mediante un factor de suavizado
 - equivalente al número de grados de libertad usado
 - más suave ↔ menos grados de libertad

Splines

- Ventajas del uso de los *splines* cúbicos
 - sus propiedades matemáticas se conocen bien
 - pueden utilizarse en la regresión
 - se usan mucho
- Número fijo de grados de libertad
 - facilita la automatización completa
 - si es bajo, se debe ajustar a la mayoría de las relaciones realistas (TWC/29/10)
- umbrales del COYU para los logDE ajustados
 - varían en función de la media: son mayores en los extremos de los niveles de expresión
 - en el método COYU actual se usa un umbral constante (esto es parte del problema)
 - problema de la extrapolación

Ejemplo con datos reales

Lolium perenne

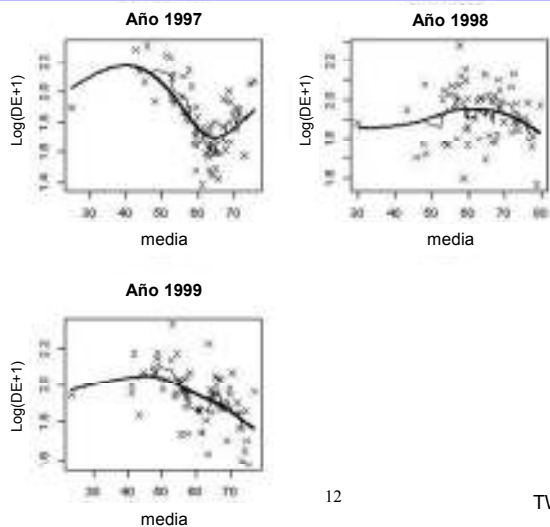
- tres años
- 63 variedades de referencia; dos variedades candidatas
- carácter 8:
 - época de la despuntadura de las inflorescencias en el 2.º año
- carácter 9:
 - planta: altura en la época de la despuntadura de las inflorescencias

Cortesía del Centro de exámenes DHE de cultivos pratenses del RU

11

TWC/31/15 Seúl 2013

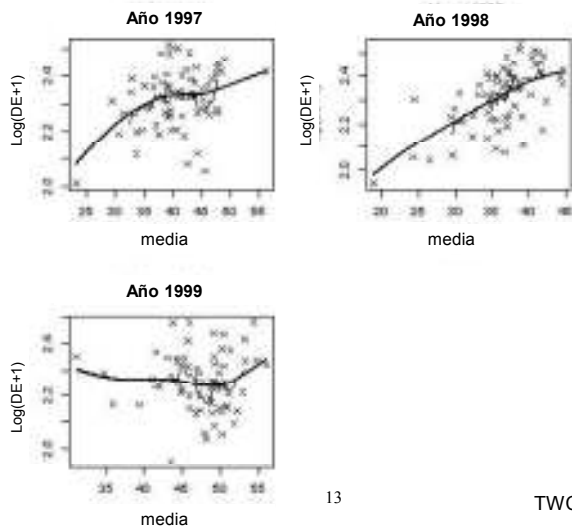
Carácter 8



12

TWC/31/15 Seúl 2013

Carácter 9



13

TWC/31/15 Seúl 2013

Variedad candidata	Carácter 8		Carácter 9	
	A	B	A	B
Mean	48,36	67,71	45,83	42,41
logSD	2,03	1,97	2,34	2,27
<i><u>COYU actual</u></i>				
LogDE ajustado	1,90	1,99	2,32	2,25
Umbral con $\alpha=0.001$	2,13	2,13	2,49	2,49
Homogénea con $\alpha=0.001?$	Sí	Sí	Sí	Sí
<i><u>COYU con spline (4 gl)</u></i>				
LogDE ajustado	1,90	2,01	2,31	2,26
Umbral con $\alpha=0.05$	2,03	2,03	2,40	2,40
Homogénea con $\alpha=0.05?$	Sí	Sí	Sí	Sí
Umbral con $\alpha=0.01$	2,09	2,09	2,45	2,45
Homogénea con $\alpha=0.01?$	Sí	Sí	Sí	Sí
Valor p	0,438	0,071	0,392	0,699

14

TWC/31/15 Seúl 2013

Simulaciones

Hemos realizado simulaciones extensas para evaluar el desempeño de diversos métodos:

- En este documento y en documentos anteriores hemos analizado ocho situaciones variando los factores siguientes:
 - el número de variedades de referencia (10 o 50)
 - la ausencia/presencia de una relación lineal entre la DE y la media
 - la magnitud de la interacción entre variedad y año
- También en este documento hemos analizado diferentes relaciones subyacentes entre logDE y la media
 - lineal
 - cuadrática
 - sinusoidal
- Comparamos las tasas de rechazo (cobertura) con la probabilidad de aceptación

15

TWC/31/15 Seúl 2013

Simulaciones

Conclusiones extraídas de las simulaciones y de resultados anteriores:

- El método de *splines* con 4 grados de libertad (y con errores estándar bayesianos) ofrece mejores resultados
 - es preferible 4 grados de libertad que 3
 - no es perfecto para relaciones sinusoidales:
 - ajuste insuficiente
 - pero funciona bien con datos reales (véase TWC/29/10)
- Información adicional en TWC/31/15

16

TWC/31/15 Seúl 2013

Probabilidad de aceptación

- En el método COYU actual suelen usarse probabilidades de aceptación (α) muy pequeñas
 - por ejemplo 0,1% o 0,2%
 - ¿quizá para compensar el sesgo?
- En el método propuesto con *splines* el sesgo se reduce en gran medida
 - pueden aplicarse valores más habituales, como 0,05 o 0,01

Probabilidad de aceptación

Selección de α para el método nuevo

- a) Para cada cultivo (y país), equiparar los resultados con los obtenidos con el COYU actual, para que las decisiones sean similares
 - bastante laborioso
- b) El mismo para todos los cultivos (de un tipo) basándose en principios
 - armonización
 - posibilidad de cambio de la rigurosidad del criterio de homogeneidad

Consideraciones sobre los programas informáticos

- Funciones escritas en R para el COYU con splines
 - R es un lenguaje de programación estadístico libre pero potente
- Debería ser fácil escribir código en FORTRAN
 - Hay código ya escrito para las partes difíciles
- El código en FORTRAN podría incorporarse después al programa DUST y, posiblemente, a SAS y a otros programas

- Más información en el documento. Nos ofrecemos a continuar debatiendo.

Conclusiones

- Propuesta de versión nueva del COYU con splines
 - corrige el problema del sesgo
 - el desempeño es mejor que el del método actual
 - debería ser posible programarlo (por ejemplo en DUST)

- Características del método
 - *splines* cúbicos (naturales) de suavizado
 - método de cálculo del error estándar → bayesiano
 - nivel de suavizado fijo: 4 grados de libertad

Asuntos pendientes

- Probabilidad de aceptación
- Extrapolación
 - es un problema en el método actual y en los propuestos
 - ¿qué ocurre si el nivel de expresión de la variedad candidata no concuerda con el de las variedades de referencia?
- Programas informáticos

21

TWC/31/15 Seúl 2013

Siguientes pasos

De TWC/31/15:

Se invita al TWC a:

- a) tomar nota de la información sobre la mejora del COYU proporcionada en el presente documento;*
- b) considerar si el método COYU debe modificarse para usar splines, según figura en el párrafo 58 de este documento; y*
- c) considerar la posibilidad de escribir un programa informático para el COYU en FORTRAN que podría después integrarse en el programa DUST, según figura en el párrafo 59 de este documento.*

22

TWC/31/15 Seúl 2013

Procedimiento para la puesta en práctica (si se acepta la propuesta)

- Acuerdo más amplio en la UPOV
- Programa informático
- Calendario
- Probabilidades de aceptación
- TGP/8
- Publicidad
-

Cuestionario sobre el método del Criterio Combinado Interanual de Homogeneidad (método COYU)

Miembro de la UPOV:

Nombre de la persona que responde al cuestionario:

Puesto:

Organismo:

Información de contacto:

Dirección:

Tel.:

Dirección electrónica:

Por favor, responda a las siguientes preguntas. En caso necesario, puede adjuntar una o varias hojas con información adicional.

1) ¿Utiliza el método COYU para evaluar la homogeneidad de uno o más cultivos?

Sí

No

2) Si ha respondido "Sí" a la pregunta 1, ¿qué programa informático utiliza para el método COYU (por ejemplo, DUSTNT)?

3) Si ha respondido "Sí" a la pregunta 1, ¿para qué cultivos utiliza el método COYU?

4) Observaciones adicionales (en su caso):

RESUMEN DE LAS RESPUESTAS AL CUESTIONARIO ACERCA DEL
MÉTODO DEL CRITERIO COMBINADO INTERANUAL DE HOMOGENEIDAD (MÉTODO COYU)

En el cuadro siguiente se resumen los resultados de la encuesta:

Miembro de la Unión	Utilización del método COYU (pregunta 1)	Programa informático (pregunta 2)	Cultivos para los que se utiliza el método COYU (pregunta 3)
República Checa	Sí	DUSTNT	Cultivos forrajeros; colza oleaginosa
Estonia	Sí	DUSTNT	Gramíneas, leguminosas
Finlandia	Sí	DUSTNT	Festuca pratense y festuca alta; trébol rojo y trébol blanco; hierba cinta; centeno; fleo; nabina (oleaginosa)
Francia	Sí	SAS	Haba de huerta; cultivos forrajeros, colza oleaginosa
Alemania	Sí	SAS	Fleo de los prados; Festulolium (cañuela); remolacha forrajera; rábano oleaginoso; ballico (raygrás) híbrido, italiano, perenne y de Westerwold; cañuela (festuca) de los prados, roja y ovina; colza; trébol rojo; mostaza blanca; centeno de invierno
Japón	No	n. p.	n. p.
Países Bajos	Sí	GenStat	Variedades alógamas en general; en particular, gramíneas
Nueva Zelandia	No	n. p.	n. p.
Portugal	No	n. p.	n. p.
Federación de Rusia	No	n. p.	n. p.
Reino Unido	Sí	DUSTNT	Festulolium (cañuela); colza oleaginosa (de invierno); arvejo (guisante); ballico (raygrás); trébol blanco

Además de ofrecer las respuestas anteriores, los encuestados formularon las observaciones siguientes (pregunta 4):

- Francia. El método COYU se utiliza de forma sistemática para determinar la homogeneidad en cultivos forrajeros; en la colza oleaginosa se utiliza para algunos caracteres, pero para otros caracteres se utilizan métodos basados en las plantas fuera de tipo; para el haba de huerta (grupo de los cultivos extensivos), se ha utilizado hasta ahora el método COYU para los caracteres cuantitativos, pero se sustituirá por la determinación de una distancia mediante el método GAIA mezclando caracteres cualitativos y cuantitativos.
- Países Bajos. El Naktuinbouw trabaja con un conjunto completo de procedimientos en GenStat desarrollados por Biometris (Universidad de Wageningen) para el diseño de los ensayos (diseño alfa o en bloques), el análisis de los ensayos, el COYD, el COYU y "Differ" (un filtro para la distinción).
- Nueva Zelandia. Se utiliza el programa DUST para el ballico (raygrás) y otras especies forrajeras. Nueva Zelandia no ha tenido hasta este año números de variedades suficientes para aplicar los métodos COYD o COYU. Tiene previsto aplicar los métodos COYD y COYU en mediciones de ballico (raygrás) y de otras especies forrajeras en enero de 2014. Hasta ahora, se ha usado el método de las DMS del 1 %.

[Sigue el Anexo IV]

ANEXO IV

RESUMEN GENERAL DE LAS MEJORAS DEL COYU PROPUESTAS
(documento elaborado por un experto del Reino Unido)

El método combinado interanual de homogeneidad (COYU) es un método de evaluación de la homogeneidad basado en caracteres medidos. En la Introducción general (documento TG/1/3) se indica:

“6.4.2.2.1 Para los caracteres medidos, el nivel de variación aceptable no deberá exceder significativamente el nivel de variación hallado en las variedades comparables ya conocidas. La UPOV ha propuesto varios métodos estadísticos para evaluar la homogeneidad de los caracteres cuantitativos medidos. Uno de ellos, el método combinado interanual de homogeneidad (COYU), tiene en cuenta las variaciones entre años.”

En el documento TGP/10/1 “Examen de la homogeneidad”, se describe el COYU de forma algo más detallada:

“5.2 Determinación del nivel de variación aceptable

5.2.1 La comparación entre la variedad candidata y las variedades comparables se lleva a cabo sobre la base de los desvíos estándar, calculados a partir de las observaciones realizadas en plantas individuales. Las variedades comparables son variedades del mismo tipo dentro de una misma especie, o de una especie estrechamente relacionada, que hayan sido examinadas anteriormente, considerándolas lo suficientemente homogéneas.

5.2.2 La UPOV ha propuesto varios métodos estadísticos para evaluar la homogeneidad de los caracteres cuantitativos medidos. Uno de los métodos, que tiene en cuenta las variaciones entre los años, es el método del análisis combinado interanual de homogeneidad (COYU). La comparación entre la variedad candidata y las variedades comparables se efectúa sobre la base de los desvíos estándar, calculados a partir de las observaciones realizadas en plantas individuales. Mediante el procedimiento COYU se calcula el límite de tolerancia para cada carácter sobre la base de las variedades del mismo ensayo con una expresión comparable de ese carácter.”

El COYU se describe de forma mucho más detallada en el documento TGP/8 “Diseño de ensayos y técnicas utilizados en el examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad”. En particular, en dicho documento se indica que el programa informático DUST cuenta con un módulo para la aplicación del COYU:

“9.9 Aplicación del COYU

El criterio COYU puede aplicarse utilizando el módulo COYU del programa DUST para el análisis estadístico de datos de DHE, que puede solicitarse a la Dra. Sally Watson (correo-e: info@afbini.gov.uk) o bien obtenerse en: <http://www.afbini.gov.uk/dustnt.htm>.”

El TWC ha investigado a lo largo de los últimos seis años formas de mejorar el método COYU actual. En el presente documento se ofrece una visión general de los avances realizados. Se explica por qué el TWC propone mejorar el método COYU actual y cómo puede hacerse, y se describe cómo podría realizarse una evaluación más amplia de la mejora propuesta. Los pormenores técnicos figuran en los documentos del TWC.

¿Por qué debe mejorarse el COYU?

La investigación realizada por el TWC ha demostrado que el método actual tiende a declarar como no homogéneas un número mayor de variedades del que sería deseable. Se cree que, para compensar esta tendencia, se ha generalizado la práctica de fijar niveles de probabilidad para el criterio COYU menores de lo habitual. Para el COYU suelen utilizarse niveles de probabilidad del orden de 0,001 (0,1 %) y 0,002 (0,2 %), mientras que para el COYD se utilizan niveles de probabilidad de 0,01 (1 %) y 0,05 (5 %).

Sin embargo, la compensación mediante el establecimiento de probabilidades pequeñas no es la mejor manera de controlar el sesgo del COYU. Es una solución circunstancial, no basada en principios sólidos, y tiene el inconveniente de que la compensación real necesaria varía de un cultivo a otro, de un carácter a otro y de una variedad candidata a otra. Por supuesto, en la práctica suele establecerse el mismo nivel de probabilidad para todos los caracteres de un cultivo.

La fuente del problema del sesgo es el método utilizado, dentro del COYU, para realizar los ajustes correspondientes a las relaciones que puedan darse entre los niveles de variabilidad observados para un carácter medido y la expresión de ese carácter. Tales relaciones son bastante comunes (véase el documento TWC/29/22). El ajuste es necesario para cerciorarse de que las comparaciones de la variabilidad se hacen con respecto a “variedades comparables ya conocidas” (documento TG/1/3). El método de ajuste aplicado en el COYU actual se conoce como método de las medias (o promedios) móviles.

La mejora propuesta

Se pensó que aplicando un método de ajuste diferente que el de las medias móviles podría reducirse sustancialmente el problema del sesgo, lo que permitiría utilizar niveles de probabilidad más habituales. El TWC investigó varios métodos de interés y los evaluó con datos simulados y con datos de casos reales. Basándose en esta evaluación, se propone sustituir el método de las medias móviles por un método de *splines*.

Se comprobó que el método de *splines* permite ajustar las relaciones entre la variabilidad y el nivel de expresión observadas en casos reales. Además, este método genera un sesgo muy pequeño y permite utilizar niveles de probabilidad más habituales.

Siguientes pasos

Se ha escrito un programa informático básico para el método COYU mejorado usando R, un programa informático de análisis estadístico libre. En la trigésima primera sesión del TWC, el Reino Unido se comprometió a añadir un módulo prototipo al programa DUST antes de la trigésima segunda sesión. De este modo, los miembros del TWC podrían evaluar el método nuevo con ejemplos reales. Basándose en esta evaluación, se debatiría el establecimiento de los niveles de probabilidad adecuados.

El trabajo ha puesto de manifiesto un problema que también presenta el método COYU actual: ¿cómo puede evaluarse la homogeneidad cuando el nivel de expresión de una variedad candidata no es semejante al de las variedades de referencia? El nuevo programa informático detectará estos casos y el TWC podrá considerarlos en su evaluación.

A más largo plazo, será necesario realizar una evaluación más amplia del nuevo método. Si se considera mejor que el método COYU actual, deberá elaborarse un plan para su introducción. Con el fin de facilitar este proceso, un experto del Reino Unido ha elaborado una encuesta para determinar qué miembros de la Unión utilizan el método COYU y qué programas informáticos utilizan para este fin.

[Fin del Anexo IV y del documento]