

UNA REVISIÓN DEL MICROFIT 3.0: VENTAJAS Y LIMITACIONES

JUAN CARLOS DELRIEU
Banco de España

El programa diseñado por M. Hashem Pesaran y Bahram Pesaran en 1987, inicialmente publicado con el nombre de DATAFIT¹, es particularmente apropiado para la especificación econométrica de modelos uniecuacionales y análisis de series temporales. El empleo del programa se realiza continuamente mediante menús que guían al usuario a través de las diferentes etapas del análisis: introducción y manejo de datos, estimación, contraste de hipótesis y predicción. La comunicación del usuario con el programa en modo interactivo, además de agilizar el análisis estadístico y econométrico, le confiere un especial atractivo como herramienta didáctica para la enseñanza de econometría en los cursos de grado y postgrado (en particular, existe una versión del Microfit 3.0 especialmente adaptada a usos didácticos: MFIT-ST). A diferencia de otros paquetes econométricos similares, la filosofía del programa consiste en que los modelos deben ser evaluados a partir de una amplia batería de contrastes estadísticos, que pueden ser planteados sin un excesivo coste dado el sistema de menús sobre el que gira el desarrollo del programa, destacando la facilidad con que puede contrastarse la existencia de cointegración entre un determinado grupo de variables de acuerdo con el enfoque multivariante propuesto por Johansen (1989).

Además de la versión adaptada a las peculiaridades de la enseñanza, existen otras dos versiones del Microfit 3.0, llamadas MFIT-386 y MFIT-286, que, básicamente, difieren en el requerimiento de potencia y en el número de variables y observaciones que se pueden manejar. En particular, esta revisión se efectuó utilizando la versión 386, que requiere un co-procesador matemático y, al menos, cuatro *megabytes* de memoria RAM. Esta versión tiene capacidad para almacenar hasta 3000 observaciones por cada una de las 42 variables que pueden utilizarse en las regresiones. No obstante, existen otras versiones con diferentes requerimientos de memoria, de manera que puede ampliarse la capacidad del programa sin más que solicitarlo al distribuidor².

(1) Un amplio análisis de aquella versión puede consultarse en Ericsson (1988). Asimismo, otras revisiones del Microfit 3.0 pueden contemplarse en McKenzie (1993) y en McAleer y Oxley (1994).

(2) El programa lo distribuye Electronic Publishing, Oxford University Press, Walton Street, Oxford, OX2 GDP, UK. Fax: 44.0536.746.337. El precio del programa para uso comercial es de 375 £ más IVA.

El programa viene acompañado por un excelente manual que, perfectamente dividido en seis secciones y cuatro apéndices, muestra desde cómo instalar y ejecutar el programa hasta cómo interpretar los resultados que se deriven, sin presuponer que el usuario ya dispone de un amplio conocimiento del programa. En particular, el Apéndice B podría ser un complemento perfecto de cualquier libro de texto de econometría. Quizás, una advertencia que debe resaltarse por la utilidad que pueda obtener el usuario del programa es que en el manual no se señala que con el uso del símbolo "&" se puede extender una fórmula algebraica más allá de una línea.

En resumen, respecto a versiones precedentes, Microfit 3.0 presenta una amplia lista de contrastes de hipótesis, la estimación por variables instrumentales en ecuaciones no lineales y, sobre todo, el procedimiento de máxima verosimilitud propuesto por Johansen para estimar relaciones de cointegración. Por contra, entre las limitaciones más destacables conviene resaltar que este programa no está diseñado para la modelización multiecuacional, a pesar de emplear el procedimiento multivariante de Johansen. Al mismo tiempo, por estar conducido a base de menús, no es factible que el usuario modifique los procedimientos disponibles, lo que limita la utilidad del programa a medida que aparecen nuevos desarrollos econométricos, particularmente, en el análisis de cointegración.

1. LECTURA Y PROCESAMIENTO DE DATOS

La lectura de datos puede hacerse a partir de un fichero ASCII o LOTUS.PRN, o bien introduciendo los datos de manera manual, aunque la manera más eficiente es a través de un fichero, almacenado previamente con formato Microfit. El programa permite que los ficheros contengan datos en la mayoría de los formatos fortran, ordenados por variables o por observaciones. La misma flexibilidad se puede aprovechar para la escritura de los ficheros de resultados. Ahora bien, el uso de ficheros Microfit es aconsejable no sólo porque contiene detalles acerca del período muestral y con el nombre y explicaciones de las variables, sino porque la lectura y manejo de datos es más eficiente con este tipo de ficheros. En particular, cuando se emplean ficheros Microfit, el conjunto de datos se puede ampliar con variables procedentes de otro fichero, aun cuando el período muestral de ambos conjuntos de datos no sea el mismo, hasta alcanzar un máximo de 140 variables.

Una vez que el conjunto de datos ha sido leído, aparece el menú central del programa que permite acceder, o bien al procesamiento de datos, o bien a las opciones de especificación, estimación y contraste de hipótesis.

La sección de gestión de datos incluye: la creación de variables deterministas (constante, tendencias y variables artificiales estacionales), transformación de los datos, cálculo de diferentes medidas estadísticas, gráficos, acceso al sistema operativo y la posibilidad de salvar los datos manejados. Además, existe la opción de editar los datos y los gráficos, lo que permite realizar las modificaciones que se consideren oportunas. Aunque la comunicación del usuario con el programa se realiza fundamentalmente a través de menús, para la transformación de los datos y la especificación de las ecuaciones se emplean comandos específicos que el usuario debe señalar. Por ello, en esta sección del programa existe ayuda en línea, a la que se puede acceder para disponer de las explicaciones acerca de los comandos que, por defecto, pueden utilizarse en esta sección, aunque los comen-

tarios son muy parecidos a los que aparecen en el manual. Sin embargo, el resto del programa carece de este tipo de ayuda, pero realmente no es necesaria, pues la disposición de los menús exige, como único requisito, conocer los fundamentos de la estimación y contrastes que se realicen.

El acceso al sistema operativo, únicamente, desde esta sección, es una limitación porque algunas veces el usuario necesita confirmar resultados previos o elegir un conjunto de datos complementarios, para lo cual tendrá que abandonar la sección donde se encuentre y dirigirse necesariamente hacia este menú. También conviene advertir que las variables deben ser alfanuméricas y el programa no distingue entre letras mayúsculas y minúsculas. Sin embargo, la transformación de variables está diseñada para facilitar la edición de operaciones algebraicas que, en realidad, se pueden escribir tal y como aparecen en los libros de texto, con la particularidad de que mientras se realiza la transformación aparecen en pantalla todas las variables disponibles y, finalizada la transformación, esta nueva variable se almacena junto con las que existían con un completo detalle de cómo se ha generado. En este sentido, el programa permite generar un fichero BATCH conteniendo fórmulas matemáticas y determinados comandos que facilitan el aspecto operativo cuando el analista desea realizar las mismas operaciones algebraicas sobre diferentes conjuntos de datos.

Dado que, desde mi punto de vista, este programa está especialmente diseñado para la estimación de ecuaciones no lineales y, sobre todo, para el análisis de variables no estacionarias, considero conveniente resaltar algunas limitaciones a este respecto. En primer lugar, echo en falta un comando que permita el cálculo del operador diferencias de manera automática y otro que calcule el autocorrelograma parcial de una serie temporal, así como el correlograma de correlación cruzada entre dos series temporales. La segunda limitación está asociada al contraste de raíces unitarias. La versión 3.0 incorpora el comando ADF que permite el cálculo automático del contraste de Dickey-Fuller aumentado hasta un retardo, k , determinado por el usuario, más una constante y la inclusión o no de una tendencia determinista. También se muestran los valores críticos estimados en Mackinnon (1991) al 95 por cien de confianza, lo que permite contrastar la no estacionariedad de una serie y establecer, así, el orden de integración. Sin embargo, la potencia de este comando se diluye al considerar que no existe ninguna opción automática que confirme si el retardo considerado es el apropiado y, por tanto, si los residuos de las ecuaciones generadas por el test ADF son homocedásticos y serialmente incorrelacionados, tal y como se asume en el cálculo de los valores críticos. La carencia de información estadística que facilite la elección adecuada del retardo es una importante limitación que podría resolverse en sucesivas versiones del programa si se mostraran los resultados de un contraste de la razón de verosimilitud asociados a una estimación recursiva del modelo en el que, en cada secuencia, se redujera un desfase. Al mismo tiempo, como se señala en el manual, es conveniente advertir que este comando no es el adecuado cuando se quiere contrastar el orden de integración de unos residuos que han sido generados al estimar una ecuación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) o Mínimos Cuadrados No Lineales (NLS), pues los valores críticos son incorrectos. En esta situación, debe emplearse el test ADF que aparece dentro del menú de contrastes estadísticos una vez que se estima la ecuación. Adicionalmente, en futuras versiones debería considerarse la opción de calcular el test ADF con tendencias

truncadas y variables artificiales estacionales, así como disponer de estadísticos adicionales de raíces unitarias, como el de Phillips-Perron.

Otros detalles de menor importancia que mejorarían la manipulación de los datos son, por un lado, la conveniencia de crear automáticamente variables artificiales de tipo impulso o escalón y, por otro lado, flexibilizar la opción gráfica incluyendo la posibilidad de modificar las escalas de los gráficos, pues de lo contrario, si se quieren dibujar dos o más variables con una medida y/o varianza muy diferente, el usuario está obligado a normalizarlos, y aunque existe un comando para ello (NORMAL), no parece el camino más eficiente, pues resta agilidad al proceso de análisis. Por último, conviene advertir que no es posible guardar un "log file" de la sesión, lo que impide recuperar la sucesión de pruebas que el analista ha ido realizando, aunque la facilidad con la que se pueden replicar minimiza los costes de este inconveniente.

2. ESTIMACIÓN

Además de presentar un amplio abanico de métodos de estimación para ecuaciones lineales y procesos autorregresivos [OLS, variables instrumentales (IV) y mínimos cuadrados recursivos], las utilidades de estimación y contrastes de este programa se han extendido, respecto a versiones previas, con el objeto de incluir la estimación de ecuaciones no lineales (con la posibilidad de señalar unos valores iniciales de los parámetros), la estimación de relaciones de cointegración y la estimación, tanto por máxima verosimilitud como por variables instrumentales, de procesos estocásticos de medias móviles, lo que hace posible la estimación de procesos ARIMA univariantes. Otra de las novedades más importantes de esta versión es la opción de especificar regresiones que se pueden estimar por MCO o IV de manera recursiva, manteniendo fijo el punto de origen y ampliando en cada secuencia de estimación un nuevo dato ("Recursive Regressions") o bien moviendo, al mismo tiempo, de manera secuencial el punto de partida ("Rolling Regressions"), lo que hace que los grados de libertad en cada secuencia de estimación sean homogéneos dado que el número de datos empleados siempre es el mismo, facilitando, así, la comparación de resultados.

Entre las ventajas adicionales que se deben considerar, conviene destacar la facilidad con que se pueden especificar las ecuaciones, en particular, las no lineales. En cualquier caso, existe la posibilidad de salvar y recuperar las ecuaciones, lo que agiliza las pruebas efectuadas durante el análisis. Sin embargo, en esta versión no es posible utilizar el método generalizado de momentos, cada vez más extendido entre los analistas, y tampoco estimar modelos ARCH ni GARCH, lo que no deja de ser una importante limitación si se tiene en cuenta que este programa está diseñado para el análisis uniecuacional de series temporales.

3. DIAGNOSIS: CONTRASTE DE HIPÓTESIS

El éxito de los resultados empíricos que se derivan de la modelización econométrica depende de que se capten las características más sobresalientes de los datos, se obtengan coeficientes estimados que sean económicamente interpretables, se mantenga un comportamiento predictivo estadísticamente razonable, etc. Desde este punto de vista, la filosofía del programa incorpora la idea de que los modelos deberían ser evaluados utilizando una amplia batería de contrastes que

sirvan de criterio tanto para evaluar la especificación existente, como para diseñar otras alternativas. Por ello, una de las ventajas más importantes de este programa es la gran cantidad de contrastes disponibles.

Así, la estimación de modelos de regresión lineales por OLS o IV conduce a un conjunto de contrastes que permiten efectuar una primera evaluación de los resultados: un test LM para contrastar la correlación serial, un test RESET para confirmar si la forma funcional está bien especificada, un test LM para contrastar la heterocedasticidad basado en el cuadrado de los valores ajustados y el test de Jarque-Bera para contrastar la hipótesis de normalidad de los residuos. Además, si existen observaciones disponibles más allá del período escogido para la estimación del modelo, calcula el test de Chow para contrastar la estabilidad de los parámetros así como un contraste χ^2 que evalúa la capacidad predictiva del modelo.

El menú que aparece tras la estimación calcula la matriz de varianzas y covarianzas robusta a heterocedasticidad y correlación serial *à la* Newey-West, utilizando diferentes ponderaciones. El menú de diagnóstico permite contrastar, alternativamente, la estabilidad de los parámetros mediante la suma acumulada de los residuos (CUSUM y CUSUMQ –si se elevan los residuos al cuadrado–), así como un test para contrastar la existencia de efectos ARCH. Otros contrastes que también pueden calcularse son: el test de Wald para contrastar restricciones lineales o no lineales; el ADF, para contrastar el orden de integración de los residuos de la relación estimada y un test para contrastar la preferencia entre modelos no anidados, en particular, modelos lineales frente a modelos especificados en logaritmos.

Sin embargo, cuando se permite que los residuos puedan venir generados por procesos autorregresivos o de medias móviles, el programa no sólo no calcula por defecto ninguno de los test estándar sino que reduce notablemente el conjunto de contrastes que se pueden realizar. Este inconveniente obliga al usuario a dirigirse hacia el menú de contrastes para verificar las hipótesis básicas de ausencia de correlación serial o existencia de heterocedasticidad en los residuos. A pesar de todo, existen otro conjunto de hipótesis que no pueden ser contrastadas en el programa a menos que el usuario transforme el proceso autorregresivo y lo especifique como una ecuación no lineal. En este caso, el programa no ofrecerá ningún problema al calcular la larga lista de contrastes disponibles, pero no parece la forma más eficiente de plantear el problema. Además, en caso de procesos de medias móviles no cabe ninguna re-especificación del modelo, lo que limita una de las facetas más atractivas del Microfit 3.0.

En definitiva, una de las secciones más interesantes del programa resulta acotada por no ofrecer el conjunto de contrastes disponibles sea cual sea el método de estimación que se escoja. Por tanto, sería conveniente que estos test fueran opciones disponibles en el programa, en lugar de obligar al usuario a buscar soluciones ineficientes.

4. TRATAMIENTO DE VARIABLES NO ESTACIONARIAS: ESTIMACIÓN Y CONTRASTES DE COINTEGRACIÓN

Además de plantear los métodos de estimación lineales, no lineales, de variables instrumentales, autorregresivos y de medias móviles, Microfit permite estimar relaciones de cointegración entre un vector de series no estacionarias mediante el

procedimiento de máxima verosimilitud propuesto por Johansen. De hecho, esta faceta del programa es la que, desde mi punto de vista, ofrece al mayor atractivo porque, a diferencia de otros programas, resuelve con gran agilidad el análisis de las relaciones a largo plazo entre variables, por lo que me detendré en señalar las ventajas y limitaciones más importantes de esta opción.

Una peculiaridad que conviene recordar en todo momento es que este programa está especialmente diseñado para la estimación y evaluación de modelos uniecuacionales de series temporales. Sin embargo, el procedimiento de Johansen exige un planteamiento multivariante con el que se estima por máxima verosimilitud un modelo vectorial autorregresivo (VAR). La especificación del modelo permite hasta un máximo de diez variables no estacionarias y dieciocho estacionarias, que se suponen débilmente exógenas y no tienen impacto a largo plazo, con un desfase máximo del VAR de hasta ocho períodos. La ausencia de información estadística que facilite la elección óptima del desfase del VAR es una limitación muy importante que debería resolverse en siguientes versiones del programa mediante algún criterio de información como el de Akaike o, al menos, calculando el test propuesto por Sims de la razón de verosimilitud asociada a una estimación recursiva del modelo VAR, en el que en cada secuencia se redujera un desfase.

Asimismo, después de elegir la longitud del desfase del modelo VAR que se especifique, no existen facilidades que permitan contrastar la bondad del modelo VECM en términos de los supuestos *Gaussianos* que debería satisfacer la naturaleza estocástica del proceso. Para ello, la única solución es formular independientemente cada una de las ecuaciones del modelo vectorial y validar la ecuación mediante la batería de contrastes disponibles en el menú de regresión lineal, lo que, además de incómodo, no deja de ser ineficiente.

Respecto a la inclusión de elementos deterministas, el programa ofrece la posibilidad de estimar tres modelos alternativos en los que se supone que las variables presentan un comportamiento estacionario en media o, en el caso de que se admita que las series temporales, pueden venir caracterizadas por una evolución tendencial determinista, el programa permite que esta tendencia sea independiente del proceso generador de los datos (opción 3 del menú de estimación) o bien que el proceso que genera los datos incluya un componente tendencial en su representación, que es la opción elegida por defecto en el programa (opción 4: "trended variables, trend in DGP").

No obstante, en la práctica, la opción 3 es un caso especial de la 4, diferenciándose, únicamente, en los valores críticos asociados al contraste de cointegración, por lo que, en realidad, sólo opera con dos alternativas válidas para tratar tendencias deterministas, impidiendo que el usuario pueda especificar un modelo con tendencias en las variables y, *al mismo tiempo*, en el espacio de cointegración.

Microfit ofrece una excelente disposición de los resultados que se utilizan tanto para el estadístico del máximo valor propio, como para el contraste de la traza, con el fin de determinar el número de vectores de cointegración para lo cual acompaña los valores críticos derivados en Osterwald-Lenum (1992) al 90 y al 95 por cien de confianza. Con esta información, el usuario debe establecer el número de vectores de cointegración, r . Así, una vez determinado el número de relaciones de cointegración, el programa muestra los vectores de cointegración, β , estimados (sin normalizar y normalizados por la primera variable del lado izquierdo de la ecuación), la matriz de ajuste, α , y la matriz de largo plazo, Π ,

así como gráficos de los residuos de los vectores de cointegración (incluyendo la posibilidad de que se puedan corregir por la dinámica de corto plazo).

Sin embargo, la versión actual del Microfit adolece de una limitación y de un aparente error de cálculo (que ya ha sido corregido en la versión 3.2)³ que deben resaltarse. En primer lugar, el procedimiento no permite contrastar restricciones sobre la matriz de ajuste, α , y, por tanto, no es posible contrastar exogeneidad, en sentido débil, de las variables. En consecuencia, no es posible modelizar un sistema parcial con variables débilmente exógenas incluidas en niveles en el vector de cointegración y en primeras diferencias en la dinámica a corto plazo del modelo VAR. Sin embargo, el programa ofrece un menú que permite contrastar restricciones lineales sobre el vector de cointegración, β . Obviamente, no es posible imponer restricciones conjuntas sobre α y β .

En segundo lugar, el error de cálculo señalado por McAleer y Oxley (1993) hace referencia a que el cálculo de los valores propios y, subsecuentemente, los contrastes estadísticos disponibles para contrastar el número de vectores de cointegración son notablemente diferentes cuando los datos se re-escalán. Aunque este problema ha sido ya resuelto en la versión 3.2, el programa debería mostrar alguna señal de alerta al respecto.

5. CONCLUSIONES

Microfit 3.0 es un programa especialmente adecuado para la enseñanza de econometría en los cursos de grado o postgrado y para la especificación econométrica de modelos uniecuacionales de series temporales. El uso interactivo del programa junto con el excelente diseño de los menús y la claridad expositiva del manual permiten un adecuado manejo del programa en muy poco tiempo, aunque, por contra, no sean factibles las posibilidades de programación, lo que en determinadas ocasiones resta potencialidad al programa. Además, la extremada facilidad de la lectura, transformación y procesamiento de datos, así como la facilidad de edición de fórmulas algebraicas, gráficos y ecuaciones, le confieren un valor añadido muy importante respecto a otros programas similares. Pero, sobre todo, el programa lo considero verdaderamente útil para disponer de un análisis básico de raíces unitarias y cointegración aplicando el procedimiento de máxima verosimilitud propuesto por Johansen. Ahora bien, incluso esta sección del programa adolece de limitaciones importantes, como la de no poder contrastar el supuesto de exogeneidad débil de las variables o no facilitar un mayor número de contrastes multivariantes que permitan aumentar la confianza sobre la longitud del desfase del modelo VAR especificado o los supuestos *Gaussianos* inherentes a la naturaleza estocástica del proceso. Ciertamente, existen otros programas econométricos, como el CATS⁴ (Cointegration Analysis of Time Series, versión 4) o el PcFiml—distribuido como parte del PcGive—, que resuelven estos problemas, pero ninguno de ellos es tan ágil como el Microfit, aunque para un análisis más general y profundo, probablemente, serían más adecuados⁵.

(3) En 1995 se comercializará la versión Microfit 3.2.

(4) En realidad, CATS es una rutina del programa RATS.

(5) En Harris (1994) se alcanza esta conclusión tras comparar las ventajas y limitaciones de estos tres programas.

Un programa muy parecido al Microfit, tanto en diseño como en filosofía y manejo, es el Micro-TSP, que resuelve algunas de las limitaciones de menor importancia señaladas anteriormente, como el tratamiento de variables estacionales, estimación de autocorrelogramas y, sobre todo, la modelización multiecuacional, bien a través de modelos VAR o bien mediante la especificación de modelos estructurales. Sin embargo, no incorpora la estimación de cointegración por máxima verosimilitud y se limita a contrastar la existencia de cointegración en dos etapas de acuerdo con la propuesta de Engle y Granger. No obstante, hasta que se disponga de una nueva versión del Microfit, podría ser conveniente complementar ambos programas. Por otro lado, respecto a la modelización ARIMA univariante, aunque el Microfit permite estimar, validar y emplear los modelos con fines predictivos, el SCA es un programa que se adapta con mayor fidelidad a la metodología de Box-Jenkins.

En definitiva, a pesar de la favorable opinión que me merece el Microfit 3.0 para el análisis de modelos uniecuacionales de series temporales, conviene terminar esta revisión señalando la necesidad de que las omisiones anteriormente expuestas deban ser rectificadas en futuras versiones del programa.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ericsson, N.R. (1988): "A Review of Data-FIT: An Interactive Econometric Modelling Package for IBM-compatible PC's", *Journal of Applied Econometrics*, 3, págs. 319-332.
- Harris, R.I.D. (1994): "Cointegration Analysis Using the Johansen Technique: A Practitioner's Guide of the Software", *The Economic Journal*, 104, págs. 1227-1237.
- Johansen, S. (1988): "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, págs. 231-254.
- Mackinnon, J.G. (1991): "Critical Values for Cointegration Tests", en R.F. Engle y C.W. Granger (eds.), *Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration*, Oxford University Press, Oxford, págs. 267-276.
- Mcaleer, M. y L. Oxley, (1993): "Microfit 3.0: An Interactive Econometric Software Package", *The Economic Journal*, 103, págs. 767-782.
- Mckenzie, C.R. (1993): "Microfit 3.0: A Review", *Journal of Applied Econometrics*, 8, págs. 413-419.
- Osterwald-Lenum, M. (1993): "A Note with Quantiles of the Asymptotic Distribution of the Maximun Likelihood Cointegration Rank Test Statistics", *Oxford Bulletin of Economic and Statistics*, 54, págs. 461-479.