

ANÁLISE ECONÓMICA • 41

XESÚS PEREIRA LÓPEZ

IDEGA, Universidade de Santiago de Compostela

JOSÉ LUÍS QUIÑOÁ LÓPEZ

Universidade de Santiago de Compostela

MELCHOR FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

IDEGA, Universidade de Santiago de Compostela

**MÁXIMO APROVECHAMIENTO DE MÉTODOS DE
ACTUALIZACIÓN MATRICIAL**

CONSELLO EDITOR:

Manuel Antelo Suárez

Dpto. Fundamentos da Análise Económica.

Juan J. Ares Fernández

Dpto. Fundamentos da Análise Económica.

Xesús Leopoldo Balboa López

Dpto. Historia Contemporánea e América.

Xosé Manuel Beiras Torrado

Dpto. Economía Aplicada.

Joam Carmona Badía

Dpto. Historia e Institucións Económicas.

Luis Castañón Llamas

Dpto. Economía Aplicada.

Melchor Fernández Fernández

Dpto. Fundamentos da Análise Económica.

Manuel Fernández Grela

Dpto. Fundamentos da Análise Económica.

Lourenzo Fernández Prieto

Dpto. Historia Contemporánea e América.

Carlos Ferrás Sexto

Dpto. Xeografía.

M^a do Carmo García Negro

Dpto. Economía Aplicada.

Xesús Giráldez Rivero

Dpto. Historia Económica.

Wenceslao González Manteiga

Dpto. Estatística e Investigación Operativa.

Manuel Jordán Rodríguez

Dpto. Economía Aplicada.

Rubén C. Lois González

Dpto. Xeografía e Historia.

Edelmiro López Iglesias

Dpto. Economía Aplicada.

Xosé Antón López Taboada

Dpto. Historia e Institucións Económicas.

Alberto Meixide Vecino

Dpto. Fundamentos da Análise Económica.

Miguel Pazos Otón

Dpto. Xeografía.

Miguel Pousa Hernández

Dpto. de Economía Aplicada.

Carlos Ricoy Riego

Dpto. Fundamentos da Análise Económica.

Javier Rojo Sánchez

Dpto. Economía Aplicada.

Xosé Santos Solla

Dpto. Xeografía.

Francisco Sineiro García

Dpto. Economía Aplicada.

Ana María Suárez Piñeiro

Dpto. de Historia I.

ENTIDADES COLABORADORAS

- Consello Económico e Social de Galicia
- Fundación Feiraco
- Fundación Novacaixagalicia-Claudio San Martín

Edita: Servicio de Publicacións da Universidade de Santiago de Compostela

ISSN: 1138-0713

D.L.G.: C-1842-2007

Máximo aprovechamiento de métodos de actualización matricial*

Xesús Pereira López[†] (Economía Cuantitativa-IDEGA, USC)

José Luís Quiñoá López (Economía Cuantitativa, USC)

Melchor Fernández Fernández (Fundamentos del Análisis Económico- IDEGA, USC)

Resumen:

Existe un elevado número de técnicas de actualización de tablas input-output (TIO), unas más simples y otras más complejas en base a su formulación. La información disponible para poder aplicar dichas técnicas no siempre es la misma, de ahí que determinados métodos no se puedan utilizar en algunos escenarios. En la práctica, las magnitudes necesarias para el uso de herramientas *non-survey* son publicadas por los institutos oficiales de estadística con cierta demora, por ese motivo las TIO actualizadas se obtienen con bastante retraso.

En este documento de trabajo se introduce, desde un enfoque global, un procedimiento de ajuste para aquellos casos en donde se posea información escasa. En concreto, se explica cómo se puede aplicar el RAS sin necesidad de conocer las sumas por filas y columnas de las matrices objeto de ajuste.

Palabras clave: input-output, RAS, convergencia, información escasa

Clasificación JEL: C65, C89, D57

* Xesús Pereira agradece la ayuda financiera de la Xunta de Galicia, a través del proyecto PGIDIT 10TUR242004PR.

[†] Autor para correspondencia. *Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Economía Cuantitativa. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Avenida do Burgo s/n. 15782, Santiago de Compostela, A Coruña (España). E-mail: xesus.pereira@usc.es. Tlf. +34 8818 11708.*

Abstract:

There exist a huge number of updating methods for input-output tables, some of them simple and others more complex, depending on their formulation. The information available to enable the application of these methods differs; hence certain methods cannot be used in some models. In practice, the reference figures needed to use non-survey tools are published by statistical offices with certain delay. For this reason, updated tables are available only at a later stage.

This paper puts forward, from a global perspective, an adjustment procedure for those cases where information is scarce. Specifically, an explanation is given as to how the RAS method can be applied without needing to know the row and column sums of the relevant matrices.

Keywords: input-output, RAS, convergence, scarce information

JEL classification: C65, C89, D57

Introducción

La elaboración de tablas input-output (TIO) implica un esfuerzo considerable para los institutos oficiales de estadística. Por eso, lo más frecuente es que las TIO sean publicadas más o menos cada lustro, dado que habitualmente no es posible disponer de versiones anuales obtenidas de forma *survey*. A pesar de esta falta de información en intervalos de tiempo, se acostumbra a pronosticar, por ejemplo, la producción de un determinado año en función de la demanda final de ese mismo año –apoyándose en la estructura productiva del último ejercicio para el que se elaboraron TIO. En espacios de tiempo cortos, y aunque se intuyan pocos cambios estructurales, es muy probable que la estimación obtenida se desvíe de la realidad. Por lo tanto, si se actúa del modo indicado surge un problema. De ahí que, en la medida de lo posible, se trate de reducir dichas desviaciones aplicando técnicas de actualización para obtener TIO de forma *non-survey*.

Con el objetivo de realizar simulaciones relativas a esos años para los que no se publicaron TIO y aún siendo conscientes del error cometido al aceptar la estabilidad de los coeficientes técnicos, se ajustan por sistema matrices de consumos intermedios (o de coeficientes técnicos) para corregir el problema mencionado. El estudio de los métodos de actualización de matrices presenta un gran interés dada la necesidad de encontrar procedimientos de estimación indirecta que ofrezcan una alternativa fiable a las TIO *survey*. Cabe destacar el método RAS¹ como una de las herramientas más empleadas para realizar dichos ajustes. Este método ha sido muy utilizado aunque también existen muchas más alternativas. La investigación económica ha avanzado mucho en este terreno. Así, a modo de ejemplo, Cabrer *et al.* (2007) hacen un repaso de las técnicas más utilizadas, Lahr y Mesnard (2004) también consideran varias herramientas, y Jackson y Murray (2004) trabajan con problemas de optimización en donde se minimizan distintas distancias.

Probablemente la limitación más fuerte del RAS simple, entendido como una técnica biproporcional de ajuste parcial, sea el obligatorio y previo conocimiento de las sumas por filas y columnas de las matrices objeto de ajuste. En este documento de trabajo se destaca una alternativa de actualización de TIO de carácter global que descansa en el equilibrio característico entre oferta y demanda. Por decirlo de algún modo, hay que superar el enfoque tradicional cruzando la frontera de la matriz de consumos intermedios: las sumas por filas y columnas de sus elementos. Evidentemente que las relaciones intersectoriales tienen su

¹ Véase Stone y Brown (1962).

importancia pero éstas enlazan con un todo, las TIO, y cualquier magnitud perteneciente a este todo puede ser útil en el momento de abordar los ajustes. Elaborar un procedimiento en el que el resultado final verifique las relaciones contables y respete las restricciones marcadas por la información disponible es un reto, por lo menos desde el punto matemático. En todo caso, el significado económico debe estar presente, por eso toda estimación proporcionada debería ser contrastada a posteriori con datos reales. La convergencia del método también se debería asegurar, de lo contrario el mismo sería cuestionable.

No siempre se dispone de la misma información, pero la visión global de las TIO debidamente combinada con las distintas técnicas de actualización parcial se puede traducir en un procedimiento útil. En la elaboración de la propuesta metodológica se puede tomar como referente el método de corrección proporcional, Matuszewski *et al.* (1964), que es posible emplearlo en un contexto en donde se posea información acerca de la producción total y demanda final por industrias. En este método los ajustes de la matriz de consumos intermedios se realizan sobre la suma por filas (demanda intermedia). Y precisamente esa forma de proceder, a pesar de su carácter simple, aporta la clave para evaluar previamente la idoneidad del modelo de demanda escogido, aunque sea rectangular. Por lo tanto se entiende que los últimos ajustes, en este tipo de modelos, deben realizarse siempre sobre las sumas por filas, de lo contrario los resultados podrían ser impugnables.

Datos básicos y relaciones contables

Antes de entrar en la exposición del procedimiento de actualización se entiende necesario recordar los vectores y matrices que componen la tabla simétrica (TS)². Para la aplicación del método es preciso conocer la TS del año base (0) y sus elementos se simbolizan según se indica a continuación:

X_0 – matriz de consumos intermedios ($n \times n$).

Y_0 – matriz de demanda final ($n \times f$).

u_0 – vector de inputs intermedios ($n \times 1$)

w_0 – vector de demanda intermedia ($n \times 1$).

² No se hace distinción entre flujos domésticos e importados.

v_0 – vector de los valores añadidos ($n \times 1$).

m_0 – vector de importaciones ($n \times 1$).

x_0 – vector de producción ($n \times 1$).

n – número de industrias o productos.

f – total de componentes de la demanda final.

A su vez se necesitan conocer algunos datos del año (t) para el que se pretende realizar la actualización de la TS. En concreto, son los siguientes:

v_t – vector de los valores añadidos (por ramas de actividad). Alternativamente se conocen las tasas de crecimiento de los valores añadidos por industria:

$$g_j^v = \frac{v_{jt}}{v_{0j}}, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

$z_t = Y_t' i$ – vector de los totales de las componentes de la demanda final. i es el vector de unos del correspondiente orden. En el hipotético caso en que la demanda final esté agregada en un único vector ($f=1$), ya no es necesario poseer este dato. Depende para qué se precise la actualización, si ésta afecta sólo a la matriz de consumos intermedios desde luego que la capacidad de actuación del método propuesto es extremadamente superior. Luego, de modo análogo, se conocen las tasas de crecimiento de los totales de las componentes de la demanda final:

$$g_p^z = \frac{z_{tp}}{z_{0p}}, \quad p = 1, 2, \dots, f.$$

$i'm_t$ – total de importaciones. Dicho de otro modo, se conoce la tasa de crecimiento de las importaciones:

$$g^m = \frac{i'm_t}{i'm_0}.$$

Una vez que se han destacado los datos necesarios para la aplicación del método, también es oportuno recordar las relaciones contables básicas en la modelización input-output.

Para un año determinado, por ejemplo el año base (0), es obvio que el total de producción, doméstica e importada, es igual a la suma de la demanda intermedia y demanda final³:

$$x_0+m_0=X_0i+Y_0i=w_0+y_0.$$

Desde la otra óptica contable, la producción por industrias se corresponde con la suma de inputs intermedios y primarios:

$$x_0=X_0'i+v_0= u_0+v_0..$$

Atendiendo a la definición de los coeficientes técnicos (totales), a_{ij} , es sabido que⁴:

$$A = X \hat{x}^{-1}.$$

Idea básica de la actualización global de la Tabla Simétrica con información limitada

Si se conocen las tasas de crecimiento de los valores añadidos, del total de las componentes de la demanda final y del total de importaciones, es posible actualizar la TS. Eurostat (2008) explica cómo se puede proceder en un escenario similar, aunque en el entorno de tablas origen-destino, recurriendo al método euro (ME), que fue diseñado por Beutel (2002). El ME responde a un enfoque global pero sólo se puede aplicar a matrices cuadradas y a veces no es convergente, Temurshoev *et al.* (2010).

En este documento de trabajo se presenta un procedimiento en base a esta información que se supone tener de antemano. Existen otras posibilidades que lo complican y enriquecen, sobre todo si se trabaja con la desagregación de flujos, o lo simplifican⁵. Es una herramienta de ajuste que se ampara en las relaciones contables características en el análisis input-output y que se apoya a su vez en el RAS o cualquier otra técnica de ajuste parcial. Los ajustes se

³ Si se distingue la procedencia de flujos, la relación se puede expresar alternativamente:

$$x_0+m_0= X_0^d i+ X_0^m i+ Y_0^d i+ Y_0^m i= w_0^d + w_0^m + y_0^d + y_0^m .$$

⁴ No se considera la desagregación de flujos, pero de forma análoga se puede indicar que $A^d = X^d \hat{x}^{-1}$ y $A^m = X^m \hat{x}^{-1}$.

⁵ Aunque se podría emplear la técnica de acuerdo con las desagregaciones de flujos por procedencia, a efectos de facilitar su exposición, no se considera dicha desagregación y también se supone que no existen importaciones.

realizan de forma sucesiva en todas las matrices y vectores de la TS con las únicas restricciones dadas por la información que se maneja para el año que se ajustan las tablas. En todo caso, la principal atención se centra en la matriz de consumos intermedios. Otra característica importante del método es la convergencia de las distintas estimaciones; de no ser así el mismo sería impugnado. Por supuesto que el RAS simple, o sus variantes, no se podría aplicar en base a esta información, ya que se admiten desconocer las sumas por filas y columnas de la matriz de consumos intermedios, Temurshoev *et al.* (2010).

Esta técnica se asienta en una idea sencilla, que consiste en realizar estimaciones mediante dos trayectorias marcadas por dos hipótesis de trabajo: la estabilidad de coeficientes técnicos y el equilibrio entre oferta y demanda por sectores (o productos). Se trata de estimar reiteradamente tanto el vector de demanda intermedia como los inputs intermedios por estas dos vías. A partir de las diferencias resultantes, se aplica un efecto rebote prorrateando parte de la diferencia mediante una de las trayectorias de estimación. Y así de forma sucesiva, hasta que las diferencias sean prácticamente nulas, asegurándose paralelamente las tasas conocidas previamente. El reparto de esa parte de las diferencias se hace en función del peso de los consumos intermedios por filas y columnas respectivamente⁶.

Los elementos de la diagonal principal de matrices de coeficientes correctores que se usarán a continuación coinciden en un primer momento con las tasas de crecimiento mencionadas de entrada. Según se avance en la iteración, estos elementos son construidos mediante las dos últimas estimaciones de las componentes de la demanda intermedia e inputs intermedios.

En lo que respecta a las trayectorias de aproximación, que en lo sucesivo se simbolizarán por R y S, seguirán sentidos opuestos. El punto de partida queda fijado por las tasas de crecimiento de los valores añadidos por industrias.

En general, y dentro del contexto de actualización de TIO, se supone que las variaciones en las variables y en los elementos de las matrices son mínimas. Pero aún así, si alguna tasa dista bastante de la unidad los resultados obtenidos pueden ser discutibles y deben interpretarse con la debida cautela. Habitualmente las TIO son publicadas en términos de valor y la variación brusca de precios puede darse en periodos de tiempo cortos, por ejemplo en tiempos de crisis, así que este aspecto debe estar presente en cualquier interpretación de supuestos cambios tecnológicos.

⁶ Esta forma resumida de explicar el funcionamiento de la técnica no es exclusiva.

Exposición del método de actualización global

En primer lugar, se estima la matriz de consumos intermedios asumiendo la estabilidad de las columnas de la TS, o sea, se trata de rectificar la matriz inicial, X_0 , atendiendo al vector de tasas de crecimiento de los valores añadidos, g^v .

$$X^{(1)} = X_0 \hat{g}^v.$$

Por lo que se obtiene una primera estimación del vector de la demanda intermedia mediante la trayectoria S: $w^{S(1)} = X^{(1)}i$.

Como se admite que los elementos de cada columna varían de forma proporcional, se lograría una estimación del vector de producción:

$$x^{(1)} = \hat{x}_0 \hat{g}^v i.$$

A partir de esta última estimación⁷ se puede obtener otra estimación de la demanda intermedia, $w^{R(1)}$. Es decir, es posible estimar la matriz de demanda final, $Y^{(1)}$. Se realiza un doble ajuste por filas y columnas para cerciorarse la suma por columnas, indicada concretamente por la tasa del total de las componentes de la demanda final, g^z . Se resalta ya el vector de demanda final estimado:

$$y^{(1)} = Y^{(1)}i = [(\hat{x}^{(1)}(\hat{x}_0)^{-1}Y_0)\hat{g}^z]i.$$

Por lo tanto, se obtiene una estimación de la demanda intermedia mediante la trayectoria R: $w^{R(1)} = x^{(1)} - y^{(1)}$.

En general, $w^{S(1)}$ y $w^{R(1)}$ no coinciden. Algunas componentes están sobrevaloradas y otras infravaloradas por una de las vías y viceversa. De tal forma que se obtiene el siguiente vector diferencia:

$$d_w^{(1)} = w^{R(1)} - w^{S(1)}, \text{ en donde } \sum_{i=1}^n d_{wi}^{(1)} = 0.$$

Las componentes de este vector pueden ser positivas o negativas pero la suma de las mismas tiene que ser igual a cero, se deben compensar las sobreestimaciones con las infraestimaciones.

⁷ Se consideran importaciones nulas, o sea, el vector de empleos coincide con el vector de producción.

La idea central consiste en admitir que el desfase viene motivado por dos trayectorias distintas de estimación, R y S, y se trata de ir corrigiendo la matriz de consumos intermedios en base a estas diferencias. A modo de efecto rebote, se modifica la matriz estimada en última instancia, $X^{(l)}$, en función del peso de sus consumos intermedios dentro del total por filas. Se opta por trabajar con la mitad de la diferencia (50%) pero se podría optar por otro reparto, éste es cómodo a efectos de exposición. Así, con la meta de detectar un vector de producción por industrias que contribuya a disminuir las diferencias entre las componentes de las estimaciones que se manejan, se tiene que

$$X^{(2)} = X^{(1)} + 0.5 \hat{d}_w^{(1)} (\hat{w}^{S(1)})^{-1} X^{(1)}.$$

En realidad, lo que se hace en esta fase es aplicar el RAS pero de una forma particular y condicionada por los datos disponibles. Por supuesto que también se podrían utilizar otras formas más complejas, o diferentes, de reparto de errores para asegurarse los ajustes.

Es oportuno indicar que la primera etapa del RAS simple se puede presentar de modo alternativo. En concreto, la correspondiente rectificación sobre la matriz de consumos intermedios se expresa matricialmente en base a: $X^{(l)} = RX_0$, en donde $R = (\hat{w}_t)(\hat{w}_0)^{-1}$. El elemento genérico de esta primera estimación se puede escribir alternativamente por:

$$x_{ij}^{(1)} = x_{ij}(0) + x_{ij}(0) \frac{w_t - w_0}{w_0}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n,$$

y una vez simplificada se obtiene el resultado más familiar:

$$x_{ij}^{(1)} = x_{ij}(0) \frac{w_t}{w_0}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n.$$

El elemento característico de $X^{(2)}$ es del siguiente modo:

$$x_{ij}^{(2)} = x_{ij}^{(1)} + 0.5 x_{ij}^{(1)} \frac{w_i^{R(1)} - w_i^{S(1)}}{w_i^{S(1)}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n.$$

A partir de aquí, si se realizan operaciones se puede encontrar una expresión alternativa.

$$x_{ij}^{(2)} = \frac{x_{ij}^{(1)} w_i^{S(1)} + 0.5 x_{ij}^{(1)} w_i^{R(1)} - 0.5 x_{ij}^{(1)} w_i^{S(1)}}{w_i^{S(1)}} = 0.5 \frac{x_{ij}^{(1)} w_i^{S(1)} + x_{ij}^{(1)} w_i^{R(1)}}{w_i^{S(1)}}$$

Que con vistas a una mejor interpretación y a efectos de ver la coincidencia con el RAS se puede presentar como sigue:

$$x_{ij}^{(2)} = x_{ij}^{(1)} \frac{\bar{w}_i^{(1)}}{w_i^{S(1)}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n.$$

En donde $\bar{w}_i^{(1)} = \frac{w_i^{R(1)} + w_i^{S(1)}}{2}$, es la media aritmética de las estimaciones de las componentes del vector de demanda intermedia en base a las dos trayectorias estimativas. Dado que no coinciden las componentes de estos vectores, se opta por considerar un valor intermedio, asumiendo de algún modo que se reparte el error de una forma específica. Se insiste en que se podrían realizar otros repartos. Al avanzar en el proceso iterativo las estimaciones se van aproximando: $w_i^{R(n)} \approx w_i^{S(n)}$.

La matriz que se pretende estimar se puede reescribir. Véase luego que

$$X^{(2)} = \frac{1}{2} (\hat{w}^{R(1)} + \hat{w}^{S(1)}) (\hat{w}^{S(1)})^{-1} X^{(1)} = \hat{\bar{w}}^{(1)} (\hat{w}^{S(1)})^{-1} X^{(1)}.$$

Esta última expresión facilita la comprensión del reparto de diferencias explicado anteriormente. Al mismo tiempo, se pone de manifiesto cómo el desconocimiento de la suma por filas de la matriz de consumos intermedios es una “limitación superable” para la aplicación del RAS. Cabe suponer que si se dispone de una mayor información se obtendrían mejores ajustes, pero en todo caso el supuesto problema es superado gracias al planteamiento señalado.

Todo indica que parece acertado utilizar las correcciones según se indica y no de acuerdo con una de las tasas de crecimiento resultantes de las últimas estimaciones de la demanda intermedia, ya que supondría dar por correcta una de las estimaciones cuando se sabe que no es así. Tampoco es recomendable rectificar la matriz $X^{(1)}$ en base a las estimaciones de la producción, ya que la producción puede variar de distinto modo que la demanda intermedia, o a ritmo distinto. Quizás ésta sea la razón por la cual el método propuesto por Beutel no asegure la convergencia.

Centrándose ahora en los inputs intermedios, se sabe que las dos últimas estimaciones son $u^{S(1)} = X^{(1)}i$ y $u^{R(1)} = X^{(2)}i$, que en general tampoco coinciden. Por lo tanto, en este caso también se puede definir una diferencia entre dichas estimaciones:

$$d_u^{(1)} = u^{S(1)} - u^{R(1)}, \text{ en donde } \sum_{i=1}^n d_{ui}^{(1)} = 0.$$

Dentro de este proceso de ajuste global se entiende acertado que surja otro efecto rebote hacia atrás para corregir, de algún modo, la matriz de consumos intermedios. Así, de forma análoga a la corrección por filas, se tiene que

$$X^{(2c)} = X^{(2)} + 0.5 X^{(2)} (\hat{u}^{R(1)})^{-1} \hat{d}_u^{(1)}.$$

El elemento genérico de $X^{(2c)}$ es del siguiente modo:

$$x_{ij}^{(2c)} = x_{ij}^{(2)} + 0.5 x_{ij}^{(2)} \frac{u_j^{S(1)} - u_j^{R(1)}}{u_j^{R(1)}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n.$$

que, al realizar operaciones, se puede indicar una expresión alternativa del mismo

$$x_{ij}^{(2c)} = \frac{x_{ij}^{(2)} u_j^{R(1)} + 0.5 x_{ij}^{(2)} u_j^{S(1)} - 0.5 x_{ij}^{(2)} u_j^{R(1)}}{u_j^{R(1)}} = 0.5 \frac{x_{ij}^{(2)} u_j^{R(1)} + x_{ij}^{(2)} u_j^{S(1)}}{u_j^{R(1)}}$$

o, si se desea:

$$x_{ij}^{(2c)} = x_{ij}^{(2)} \frac{\bar{u}_j^{(1)}}{u_j^{R(1)}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n.$$

En donde $\bar{u}_j^{(1)} = \frac{u_j^{S(1)} + u_j^{R(1)}}{2}$, es el valor medio de las estimaciones de consumos intermedios por industria en base a las dos trayectorias de estimación. Al avanzar en el proceso estas estimaciones también se van aproximando: $u_j^{S(n)} \approx u_j^{R(n)}$.

Por lo tanto, $X^{(2c)}$ se puede reescribir de la siguiente forma

$$X^{(2c)} = \frac{1}{2} X^{(2)} (\hat{u}^{R(1)})^{-1} (\hat{u}^{S(1)} + \hat{u}^{R(1)}) = X^{(2)} (\hat{u}^{R(1)})^{-1} \hat{\bar{u}}^{(1)}.$$

Mediante esta trayectoria se obtiene una estimación de los inputs intermedios, $u^{R(1c)} = X^{(2c)}i$, a partir de la cual se estima una nueva producción por industrias $x^{(2)} = v_t + u^{R(1c)}$.

Según se ha visto en la otra etapa, es inmediato ver que

$$y^{(2)} = Y^{(2)}i = [(\hat{x}^{(2)}(\hat{x}^{(1)})^{-1}Y^{(1)})\hat{z}_t(\hat{z}^{(1)})^{-1}]i,$$

en donde $z^{(1)} = [\hat{x}^{(2)}(\hat{x}^{(1)})^{-1}Y^{(1)}]i$. Así que $w^{R(2)} = x^{(2)} - y^{(2)}$.

La última estimación de la demanda intermedia era $w^{S(2)} = X^{(2c)}i$. Estos dos vectores cada vez deben de aproximarse más pero ante pocas iteraciones es normal que aún no coincidan. De nuevo emerge la correspondiente diferencia:

$$d_w^{(2)} = w^{R(2)} - w^{S(2)}.$$

A partir de aquí surge una nueva matriz de consumos intermedios:

$$X^{(3)} = X^{(2c)} + 0.5 \hat{d}_w^{(2)} (\hat{w}^{S(2)})^{-1} X^{(2c)}$$

o $X^{(3)} = \hat{w}^{(2)} (\hat{w}^{S(2)})^{-1} X^{(2c)}$, donde $\bar{w}^{(2)} = \frac{1}{2}(w^{R(2)} + w^{S(2)})$.

Las dos últimas estimaciones de los inputs intermedios son: $u^{S(2)} = U^{(2c)}i$ y $u^{R(2)} = U^{(3)}i$. A continuación, se precisaría la diferencia entre estos vectores:

$$d_u^{(2)} = u^{S(2)} - u^{R(2)}.$$

Y ahora, bajo el mismo criterio, se realiza la corrección por columnas de la matriz de consumos intermedios:

$$X^{(3c)} = X^{(3)} + 0.5 X^{(3)} (\hat{u}^{R(2)})^{-1} \hat{d}_u^{(2)},$$

o $X^{(3c)} = X^{(3)} (\hat{u}^{R(2)})^{-1} \hat{u}^{(2)}$, y ya se sobreentiende que representa $\bar{u}^{(2)}$.

De acuerdo con esta trayectoria se obtiene una estimación de los inputs intermedios, $u^{R(2c)} = X^{(3c)}i$, para indicar que $x^{(3)} = v_t + u^{R(2c)}$.

Por último, ya es posible resaltar las expresiones genéricas de las estimaciones de la demanda intermedia e inputs intermedios mediante las trayectorias R y S. La clave está en ir detectando vectores de producción que contribuyan a una deseada aproximación de las estimaciones obtenidas por estas dos vías.

Una vez que se ha obtenido una estimación de $x^{(n)} = v_t + u^{R((n-1)c)}$. A partir de ahí se tiene que

$$y^{(n)} = Y^{(n)}i = [(\hat{x}^{(n)}(\hat{x}^{(n-1)})^{-1}Y^{(n-1)})\hat{z}_t(\hat{z}^{(n-1)})^{-1}]i,$$

en donde $z^{(n-1)} = [\hat{x}^{(n)}(\hat{x}^{(n-1)})^{-1}Y^{(n-1)}]i$. Por lo tanto $w^{R(n)} = x^{(n)} - y^{(n)}$.

La última estimación de la demanda intermedia era $w^{S(n)} = X^{(nc)}i$. Y la diferencia $d_w^{(n)} = w^{R(n)} - w^{S(n)}$ es usada para obtener una nueva matriz de consumos intermedios:

$$X^{(n+1)} = X^{(nc)} + 0.5 \hat{d}_w^{(n)} (\hat{w}^{S(n)})^{-1} X^{(nc)} = \hat{w}^{(n)} (\hat{w}^{S(n)})^{-1} X^{(nc)},$$

en donde $\bar{w}^{(n)} = \frac{1}{2}(w^{R(n)} + w^{S(n)})$.

Las dos últimas estimaciones de los inputs intermedios son: $u^{S(n)} = X^{(nc)}i$ y $u^{R(n)} = X^{(n+1)}i$. Es decir, la diferencia entre ambas es $d_u^{(n)} = u^{S(n)} - u^{R(n)}$.

Con lo cual aparece otro ajuste hacia atrás para corregir gradualmente las columnas de la matriz de consumos intermedios:

$$X^{((n+1)c)} = X^{(n+1)} + 0.5 X^{(n+1)} (\hat{u}^{R(n)})^{-1} \hat{d}_u^{(n)} = X^{(n+1)} (\hat{u}^{R(n)})^{-1} \hat{u}^{(n)},$$

en donde $u^{(n)} = \frac{1}{2}(u^{S(n)} + u^{R(n)})$.

Mediante esta trayectoria se obtiene una estimación de los inputs intermedios, $u^{R(nc)} = X^{(n+1)c}i$, para estimar a continuación el vector $x^{(n+1)}$. Y así sucesivamente.

En definitiva, así se prolongaría el proceso hasta observar como las diferencias entre estimaciones de demanda intermedia e inputs intermedios son nulas, o prácticamente nulas, asegurándose al mismo tiempo la compatibilidad con los datos que se conocían al principio: valores añadidos (y componentes de la demanda final). De este modo se daría por finalizado este ajuste global de la TS en cuestión.

Un procedimiento global que no altera el equilibrio contable

En cualquier proceso de actualización de TIO es muy importante asegurarse el calibrado del modelo, de lo contrario las conclusiones extraídas de su uso serían más que discutibles. Con esta meta, si se trabaja con el sistema de ecuaciones relativo al modelo de demanda puede verse como esta forma de proceder no rompe el equilibrio.

Se consideran las estimaciones de la producción y demanda final obtenidas en la última fase iterativa, $x^{(n)}$ e $y^{(n)}$ respectivamente.

Partiendo de la relación contable entre la oferta y la demanda para el año inicial:

$$x_0 = X_0 i + y_0,$$

se sabe que, en base a la definición de los coeficientes técnicos y a su estabilidad, se puede expresar alternativamente

$$x_0 = A_0 x_0 + y_0,$$

La demanda intermedia estimada es del siguiente modo: $w^{(n)} = x^{(n)} - y^{(n)}$.

Como es habitual en este contexto interesa estimar A en base a la información disponible⁸, sabiendo que la demanda intermedia estimada en esta etapa es

$$w^{(n)} = Ax^{(n)},$$

y que la misma resulta del siguiente producto matricial:

$$w^{(n)} = Q w_0,$$

Q es una matriz diagonal y sus elementos se corresponden con las tasas de crecimiento de la demanda intermedia.

La estimación de la producción será del siguiente modo

$$x^{(n)} = P x_0$$

P es una matriz diagonal construida con las tasas de crecimiento de la producción.

⁸ Es obvio que las actualizaciones se realizan en muchas ocasiones sobre A pero no tendría que ser así, depende para que se necesiten los ajustes. A veces, no se precisa obtener la TIO en su conjunto.

Ahora se trata de acudir a $w_0 = A_0 x_0$ y multiplicar ambos miembros por la izquierda por Q e introducir la matriz identidad en base a $P^{-1}P$:

$$Q w_0 = Q A_0 P^{-1} P x_0,$$

realizando las sustituciones correspondientes se obtiene que

$$w^{(n)} = Q A_0 P^{-1} x^{(n)}.$$

De este modo se cumple el equilibrio entre oferta y demanda dentro de este proceso de rectificación de la matriz de consumos intermedios:

$$x^{(n)} = Q A_0 P^{-1} x^{(n)} + y^{(n)}.$$

en donde la matriz de coeficientes técnicos estimada $A = Q A_0 P^{-1}$. A partir de aquí ya se podría elaborar el modelo de demanda:

$$x^{(n)} = (I - Q A_0 P^{-1})^{-1} y^{(n)} \quad \text{o} \quad x^{(n)} = (I - A)^{-1} y^{(n)}.$$

Esta justificación, desarrollada sobre la matriz de coeficientes técnicos, se corresponde con una corrección proporcional por filas de la matriz de consumos intermedios. Lo que en un principio parece una rectificación en dos etapas, por filas y columnas, en realidad no lo es. Ciertamente es que otra forma fácil de comprobar la idoneidad del modelo consistiría en sumar por filas la matriz $X^{(n)}$. Es evidente que existen muchas posibilidades para obtener las matrices estimadas por una vía o por otra, de hecho se conocen muchos métodos con sus ventajas e inconvenientes, pero los resultados obtenidos no pueden alterar el equilibrio contable.

Una aplicación práctica

A efectos de resaltar la utilidad del método global de actualización de TIO se considera una TS obtenida de forma *survey* –correspondiente a un supuesto sistema económico– en donde las distintas ramas de actividad aparecen agregadas fuertemente. Evidentemente que el objetivo primordial de este apartado consiste en ilustrar de forma esquemática la alternativa expuesta. Además, la TS aparece abreviada al máximo, pero es posible desagregar los flujos en base a su procedencia, resaltar las distintas componentes de la demanda final o destacar cualquier especificación típica en este campo.

Para lograr una aplicación práctica y comprender su verdadera utilidad sería necesario programar esta técnica, que ya a simple vista se observa que tiene una dificultad añadida, en comparación con técnicas de ajuste parcial. En este caso las restricciones del programa de optimización van variando constantemente, en contraste con los métodos tradicionales, donde permanecen fijas dado que se admite conocerlas previamente.

Se considera una economía representada del siguiente modo:

Tabla 1. Tabla simétrica del año base

TS año base	Agricultura	Industria	Servicios	Demanda intermedia	Demanda final	Outputs
Agricultura	12	5	4	21	9	30
Industria	5	1,5	5	11,5	5	16,5
Servicios	6	6	2	14	9	23
Inputs intermedios	23	12,5	11			
Inputs primarios	7	4	12			
Inputs	30	16,5	23			

Fuente: Elaboración propia

Dentro de un contexto de escasa información para el que se pretende actualizar esta TIO, se admite saber cuáles son las tasas de variación brutas de los inputs primarios por industrias: 1.002, 1.05 y 9.89 (los inputs primarios son: 7.014, 4.2 y 11.686). En este caso es inmediato comprobar que la tasa de crecimiento de la demanda final es igual a 1.00356 (la demanda final para este nuevo año es 23.082). Las variaciones son mínimas. Es preciso recordar que la actualización de matrices se realiza en transcurros de tiempo cortos y se asume que los cambios tecnológicos son reducidos, de lo contrario no tendría mucho sentido tomar como referente la TIO indicada.

Así que de acuerdo con un proceso reiterado (en esta ocasión se han realizado seis ajustes por filas y cinco por columnas) se puede ver cómo sería la matriz actualizada:

Tabla 2. Tabla simétrica actualizada mediante el método global

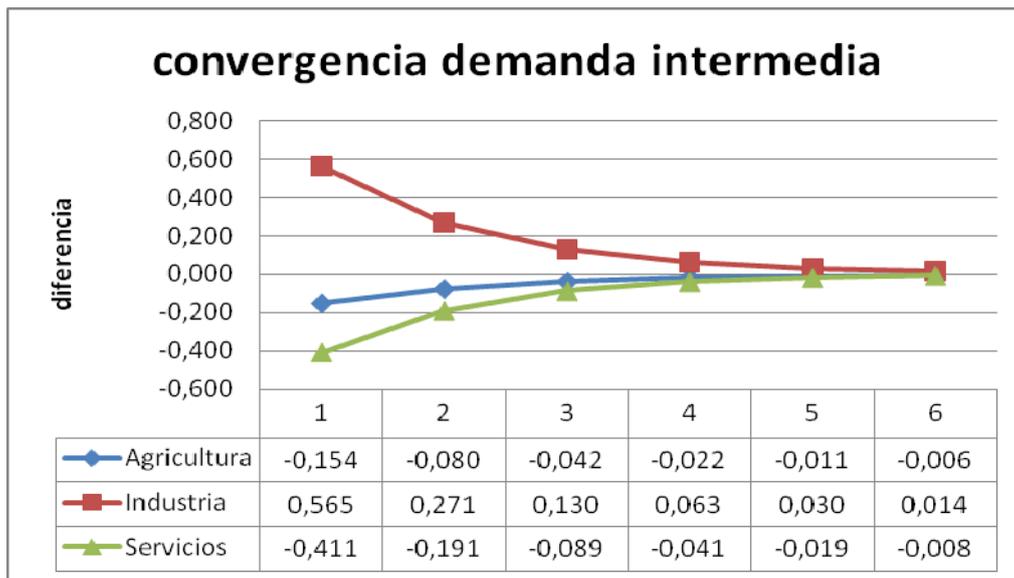
TS ajustada	Agricultura	Industria	Servicios	Demanda intermedia	Demanda intermedia (trayect R)	Demanda final	Outputs
Agricultura	11,940	5,238	3,901	21,079	21,073	8,980	30,052
Industria	5,242	1,656	5,138	12,036	12,050	5,210	17,259
Servicios	5,856	6,166	1,913	13,935	13,927	8,893	22,820
Inputs intermedios	23,038	13,059	10,952			23,082	
Inputs primarios	7,014	4,200	11,868	23,082			
Inputs	30,052	17,259	22,820				

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias obtenidas para las distintas estimaciones tienden rápidamente al vector nulo. Se ha destacado la estimación de la demanda intermedia mediante la trayectoria R con el fin de indicar que el ajuste aún no está finalizado por completo. A medida que se avanza en el proceso las estimaciones son prácticamente coincidentes. En el momento en que se admite que la aproximación es aceptable, el último reparto se hará sobre la estimación dada por la trayectoria R. De no ser así, en general, no se lograría el equilibrio. En este caso se ve perfectamente.

En la exposición teórica se indicó que es posible realizar los ajustes sobre la matriz de consumos intermedios de distintos modos (en apariencia) aunque equivalentes en realidad: en base a un reparto al 50% de las diferencias de las estimaciones o en base a la media aritmética de las estimaciones. No se trata de describir con todo detalle las etapas iterativas del procedimiento pero parece acertado visualizar la convergencia de las distintas estimaciones. En primer lugar, se puede ver en la siguiente gráfica como se comporta la demanda intermedia.

Gráfica 1. Diferencias entre las estimaciones de las componentes de la demanda intermedia

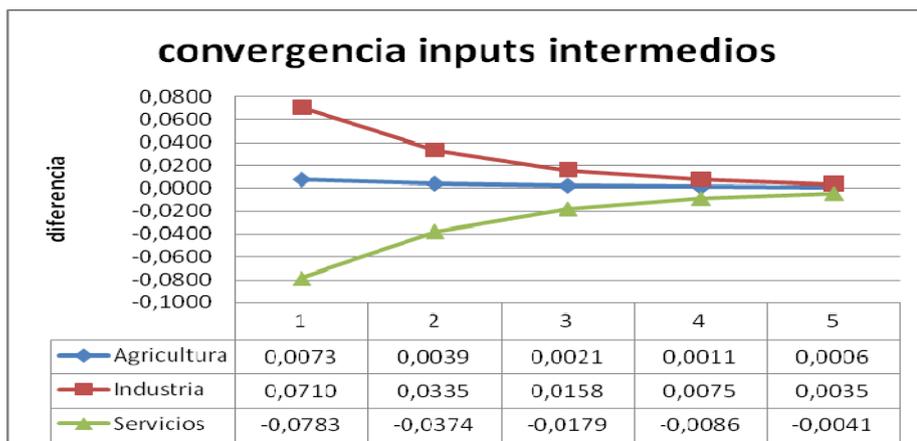


Fuente: Elaboración propia

La suma de las diferencias, en cada fase, es igual a 0 dado que se compensan las componentes negativas con las positivas⁹. La distancia entre los vectores de acuerdo con las dos trayectorias estimadas tiende también a 0. Esta convergencia es vital. Se podrían emplear otras matrices de coeficientes correctores para ajustar las TIO pero no siempre se obtiene esta característica.

Ahora, en segundo lugar, se ve cuál es el comportamiento de las estimaciones de los inputs intermedios.

Gráfica 2. Diferencias entre las estimaciones de las componentes del vector de inputs intermedios



Fuente: Elaboración propia

⁹ Se acompañan los valores numéricos para poder comprobarlo.

En este caso el valor de las componentes de la primera diferencia ya es menor, lo cual no debe resultar extraño ya que se ha realizado un ajuste por filas previamente. Una vez más se visualiza perfectamente la convergencia de los vectores estimados de los inputs intermedios.

Conclusiones

La actualización de matrices con información limitada mediante una perspectiva global presenta una ventaja significativa frente a los métodos de ajuste parcial. Por ejemplo, para poder aplicar el RAS simple, u otras variantes, se necesita una mayor información. En concreto, hay que conocer de antemano las sumas por filas y columnas de la matriz que se pretende actualizar.

La exigencia mencionada resta mucha eficacia a estas técnicas debido a que obliga a conocer con exactitud estos vectores y los institutos oficiales de estadística los ofrecen con bastante demora. El hecho de lograr una aproximación de la TIO en su conjunto, casi en tiempo real, es un avance en este ámbito, que implica un mayor conocimiento de una determinada economía y por lo tanto se pueden dar respuestas más atinadas a una sociedad que requiere constantemente de la implementación y revisión de estrategias.

Los datos acerca de la suma por filas de la matriz de consumos intermedios son importantes en el ajuste de matrices pero la falta de estos datos se puede esquivar fácilmente en la actualización de matrices. En la presentación de este enfoque alternativo se ha visto cómo se aplicó el RAS de un modo específico, condicionado también por los datos disponibles. La idea central consiste en repartir las diferencias obtenidas en base a las dos estimaciones. Se podrían utilizar otros repartos de errores, sobre todo si se posee información complementaria acerca de una hipotética estabilidad dominante por filas, o en su caso por columnas. Cabe suponer que si se dispone de una mayor información se obtendrían mejores ajustes, pero en todo caso el supuesto problema es superado gracias al diseño de ajustes de índole global.

Existen muchas posibilidades para lograr matrices estimadas dentro del marco input-output, de hecho se conocen muchos métodos con sus ventajas y sus inconvenientes, pero los resultados logrados no pueden alterar el equilibrio contable. Se ha visto que la técnica presentada garantiza dicho equilibrio. Otra característica importante de este método es la convergencia de las distintas estimaciones. De no ser así el método sería impugnado.

En definitiva, al método RAS se le han atribuido ventajas e inconvenientes pero su limitación más destacada hasta el momento desaparece con esta formulación global, por lo menos desde un punto de vista matemático. En investigaciones futuras se debe adaptar el método a tablas origen-destino y avanzar en el contraste del mismo y en la comparación con otras técnicas ya acreditadas.

Bibliografía

BEUTEL, J. (2002) “The economic impact of objective 1 interventions for the period 2000-2006”. Informe para la Dirección General de Política Regional, Konstanz.

CABRER, B.; OLMOS, J.; PAVIA, J.M.; SALA, R. (2007) “Actualización de matrices origen-destino. Un análisis de alternativas a través de MonteCarlo”. *Rect@*, Actas-15 (1): 1-13.

EUROSTAT (2008) *Updating and projection input-output tables*. Office for Official Publications of the European Communities. Luxemburg.

JACKSON, R.; MURRAY, A. (2004), “Alternative input-output matrix updating formulations”. *Economic System Research*, 16 (2): 135-148.

LAHR, M.L.; MESNARD, L. (2004): “Biproportional techniques input-output analysis: table updating and structural analysis”. *Economic Systems Research*, 16 (2): 115-134.

MATUSZEWSKI, T.; PITTS, P.; SAWYER, J. (1964) “Linear programming estimates of changes in input coefficients”. *Canadian Journal of Economics and Political Science*. XXX (2): 203-210.

STONE, R.; BROWN, A. (1962): *A computable model of economic growth*. Chapman and Hall. London.

TEMURSHOEV, U.; YAMANO, N.; WEBB, C. (2010) “Projection of supply and use tables: methods and their empirical assessment”. *International Input-Output Association. Working Papers in Input-Output Economics*.

DOCUMENTOS DE TRABAJO YA PUBLICADOS.

ÁREA DE ANÁLISE ECONÓMICA

37. MILLIAN EFFICIENCY WITH ENDOGENOUS FERTILITY (**J. Ignacio Conde-Ruiz, Eduardo L. Giménez, Mikel Perez-Nievas**)
38. EVOLUCIÓN DEL GASTO FARMACÉUTICO: EFECTOS ADVERSOS QUE NO FIGURAN EN LOS PROSPECTOS (**J. Pombo Romero, L. M. Varela Cabo, C. J. Ricoy Riego**)
39. ¿INFLUYE LA EDAD EN LA INCIDENCIA Y GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES DE TRABAJO? EVIDENCIA PARA LA ECONOMÍA ESPAÑOLA? (**Roberto Bande Ramudo e Elva López Mourello**)
40. LAS TASAS DE PARO REGIONALES ESPAÑOLAS: CONVERGENCIA O POLARIZACIÓN (**Roberto Bande Ramudo, Melchor Fernández Fernández e Víctor Montuenga Gómez**)

ÁREA DE ECONOMÍA APLICADA

20. A CALIDADE DE VIDA COMO FACTOR DE DESENVOLVEMENTO RURAL. UNHA APLICACIÓN Á COMARCA DO EUME. (**Gonzalo Rodríguez Rodríguez.**)
21. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y DESARROLLO DEL TURISMO EN LA "COSTA DA MORTE". (**Begoña Besteiro Rodríguez**)
22. OS SERVIZOS A EMPRESAS INTENSIVOS EN COÑECEMENTO NAS REXIÓNS PERIFÉRICAS: CRECEMENTO NUN CONTEXTO DE DEPENDENCIA EXTERNA? (**Manuel González López**)
23. O PAPEL DA EMPRESA PÚBLICA NA INNOVACIÓN: UNHA APROXIMACIÓN Á EXPERIENCIA ESPAÑOLA (**Carmela Sánchez Carreira**)

ÁREA DE HISTORIA

14. AS ESTATÍSTICAS PARA O ESTUDIO DA AGRICULTURA GALEGA NO PRIMEIRO TERCIO DO SÉCULO XX. ANÁLISE CRÍTICA. (**David Soto Fernández**)
15. INNOVACIÓN TECNOLÓXICA NA AGRICULTURA GALEGA (**Antom Santos - Pablo Jacobo Durán García - Antonio Miguez Macho**)
16. EL BACALAO EN TERRANOVA Y SU REFLEXIÓN DE LAS ZEE (**Rosa García-Orellán**)
17. LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO EN LA GALICIA COSTERA: UNA REVISIÓN DEL IMPACTO DE LA INDUSTRIALIZACIÓN CONSERVERA EN ILLA DE AROUSA, 1889-1935 (**Daniel Vázquez Saavedra**)

ÁREA DE XEOGRAFÍA

20. EMIGRACIÓN DE RETORNO NA GALICIA INTERIOR. O CASO DE ANTAS DE ULLA (1950-2000) (**Francisco Xosé Armas Quintá**)
21. A MOBILIDADE EN TAXI EN SANTIAGO DE COMPOSTELA. (**Miguel Pazos Otón - Rubén C. Lois González**)
22. A SITUACIÓN DA INDUSTRIA DA TRANSFORMACIÓN DA MADEIRA E A SÚA RELACIÓN CO SECTOR FORESTAL EN GALIZA ANTE A CHEGADA DO SÉCULO XXI (**Ángel Miramontes Carballada**)
23. LA CIUDAD Y SU IMAGEN TURÍSTICA EL CASO DE SANTIAGO DE COMPOSTELA EN EL MERCADO ITALIANO (**Lucrezia Lopez**)

XORNADAS DO IDEGA

5. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: A SUA PROBLEMÁTICA E A SÚA GESTIÓN (**Marcos Lodeiro Pose, Rosa María Verdugo Matês**)
6. CINEMA E INMIGRACIÓN (**Cineclube Compostela, Rosa Maria Verdugo Matés e Rubén C. Lois González**)
7. NOVAS TECNOLOXÍAS E ECONOMÍA CULTURAL. II Xornadas SINDUR (**Carlos Ferrás Sexto**)
8. MODELOS DE APOYO AL ASOCIACIONISMO Y LA INNOVACIÓN EN LA GESTIÓN DE LA PEQUEÑA PROPIEDAD FORESTAL EN EL NOROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA. (**Manuel Fco. Marey Pérez**)

GEOGRAPHY YOUNG SCHOLARS BOOK

1. NEW TRENDS IN THE RENEWAL OF THE CITY (**María José Piñeira e Niamh Moore**)

Normas para os autores:

1. Os autores enviarán o seus traballos, por correo electrónico á dirección (idegadt@usc.es) en formato PDF ou WORD. O IDEGA poderá solicitar o documento en papel se o estima conveniente.
2. Cada texto deberá ir precedido dunha páxina que conteña o título do traballo e o nome do autor(es), as súas filiacións, dirección, números de teléfono e fax e correo electrónico. Así mesmo farase constar o autor de contacto no caso de varios autores. Os agradecementos e mencións a axudas financeiras inclúiranse nesta páxina. En páxina á parte inclúirase un breve resumo do traballo na lingua na que estea escrito o traballo e outro en inglés dun máximo de 200 palabras, así como as palabras clave e a clasificación JEL.
3. A lista de referencias bibliográficas debe incluír soamente publicacións citadas no texto. As referencias irán ó final do artigo baixo o epígrafe Bibliografía ordenadas alfabeticamente por autores e de acordo coa seguinte orde: Apelido, inicial do Nome, Ano de Publicación entre parénteses e distinguindo a, b, c, en caso de máis dunha obra do mesmo autor no mesmo ano, Título do Artigo (entre aspas) ou Libro (cursiva), Nome da Revista (cursiva) en caso de artigo de revista, Lugar de Publicación en caso de libro, Editorial en caso de libro, Número da Revista e Páxinas.
4. As notas irán numeradas correlativamente incluíndose o seu contido a pé de páxina e a espazo sinxelo.
5. As referencias bibliográficas deberán facerse citando unicamente o apelido do autor(es) e entre parénteses o ano.
6. Os cadros, gráficos, etc. irán numerados correlativamente incluíndo o seu título e fontes.
7. O IDEGA confirmará por correo electrónico ó autor de contacto a recepción de orixinais.
8. Para calquera consulta ou aclaración sobre a situación dos orixinais os autores poden dirixirse ó correo electrónico do punto 1.
9. No caso de publicar unha versión posterior do traballo nalgunha revista científica, os autores comprométese a citar ben na bibliografía, ben na nota de agradecementos, que unha versión anterior se publicou como documento de traballo do IDEGA.