

Proyección de tablas input-output birregionales y cuantificación del *cross-hauling*

Pereira López, Xesús (xesus.pereira@usc.es)
Departamento de Economía Cuantitativa
Universidade Santiago de Compostela

Nogueira Ramos, Pedro Miguel Girão (pnramos@fe.uc.pt)
Facultade de Economia
Universidade de Coimbra (Portugal)

Marto Sargento, Ana Lúcia (ana.sargento@ipleiria.pt)
Departamento de Gestão e Economia
Instituto Politécnico de Leiria (Portugal)

Carrascal Incera, André (andre.carrascal@rai.usc.es)
Instituto Universitario de Estudios e Desenvolvimento de Galicia
Universidade de Santiago de Compostela

RESUMEN

En los procesos de regionalización de tablas input-output nacionales es necesario obtener una primera aproximación de la matriz de consumos intermedios (desagregada por flujos), de acuerdo con la información disponible a nivel regional. Existen varias alternativas para efectuar dicha aproximación, tal como los cocientes de localización o el modelo gravitatorio. A partir de aquí, se debe buscar una solución lo más eficiente posible mediante procesos de ajustes.

El empleo de cocientes de localización es recomendable para generar tablas de flujos domésticos pero sus formulaciones tradicionales no detectan adecuadamente el intercambio simultáneo de productos entre una región y otra, por lo que se incurre en una sobreestimación de los consumos intermedios de origen doméstico. En este artículo se plantea una modificación de las fórmulas, por medio de suavizado de las magnitudes

que interfieren en las proyecciones, de modo que sea factible estimar las matrices de exportaciones e importaciones brutas.

A efectos prácticos, se formalizará un calibrado del procedimiento introducido con vistas a optimizar los resultados de la tabla birregional Galicia-Resto de España. Es posible realizar este contraste porque existen suficientes datos.

ABSTRACT

A first approximation of the intermediate consumption matrix is necessary in the process of regionalization of national input-output tables, according to the available information at regional level. Different possibilities appear for this adjustment as could be: using location quotients, gravity models or commodity balance. Then, the most efficient solution should be searched by correction methods.

The use of location quotients is correct to generate domestic tables, but their traditional formulations do not detect cross-hauling and, therefore, it involves an overestimation of the domestic intermediate consumption. This paper proposes a modification of this formulation smoothing magnitudes that interfere with the updating processes, so it is feasible to estimate gross exports and imports matrices.

For practical purposes, a calibration procedure will be formalized in order to optimize the results of the bi-regional table between Galicia and the rest of Spain. This last test is possible because there are enough data included in the regional input-output framework.

Palabras claves: birregional; cocientes de localización; *cross-hauling*; input-output.

Área temática: Métodos cuantitativos e informáticos.

1. INTRODUCCIÓN

En los procesos de regionalización de tablas input-output nacionales (NIOT), es preciso obtener una primera aproximación de la matriz de consumos intermedios regionales de acuerdo con la información disponible, todo ello porque no se posee una matriz de referencia. Después, en una segunda fase, es conveniente buscar una solución lo más eficiente posible a través de métodos de ajuste. Existen distintas metodologías para efectuar la primera aproximación de las tablas input-output regionales (RIOT), o al menos ciertas partes de ella, a partir de las NIOT; tal como los cocientes de localización (LQ), el modelo gravitacional o el *commodity balance* (CB). Ahora bien, es necesario distinguir los posibles formatos de las RIOT, y en función de los mismos son más apropiadas unas técnicas u otras.

En las tareas de construcción de RIOT de flujos domésticos es factible utilizar los LQ, de hecho existen varias formulaciones; sin embargo, a través de los LQ tradicionales, o básicos, no se detecta de forma adecuada el intercambio simultáneo de productos entre una región y otra (*cross-hauling*¹). Aunque para la ocasión solamente se recurrirá a los LQ, en este ámbito de trabajo no se deben obviar en ningún momento otras técnicas como el CB o uno de sus refinamientos, el *cross-hauling adjusted regionalization method* (CHARM), ya que en determinados escenarios de información disponible son susceptibles de uso, incluso en detrimento de los LQ (Isard, 1953, Kronenberg, 2009 o Flegg, 2012). En todo caso, hay que diferenciar las formulaciones de LQ más simples de aquellas en las que aparecen suavizados. Estas últimas evitan, al menos en parte, la infravaloración de los requerimientos importados, tan característica en las primeras. Además, existen diferentes formatos contables y, entre ellos, se encuentra el que desagrega sus flujos entre domésticos e importados. En resumen, se cuestiona el empleo de los LQ tradicionales porque no son capaces de cuantificar el *cross-hauling*, véase Norcliffe (1983) o Kronenberg (2009). De ahí que exista un interés por replantear los LQ para que sean una herramienta apropiada en los

¹En el subapartado 2.2. se abordará la definición de este concepto. Ahora bien, puede verse su significado en Kronenberg (2009) o Kronenberg y Többen (2011).

procesos de generación de RIOT y, por lo tanto, ayuden en las tareas de construcción de tablas multirregionales.

Para elaborar las RIOT, desagregadas por flujos, hay que cuantificar las balanzas comerciales por productos o rama de actividad². En este sentido, la aplicación de los LQ simples proporciona, para un determinado territorio, las importaciones o exportaciones netas por producto, pero no aporta las estimaciones brutas de dichas magnitudes. Aquí se realiza una modificación del enfoque básico de los LQ a través de un suavizado específico de los LQ simples. Mediante esta reformulación se obtienen unas primeras aproximaciones de las matrices de exportaciones e importaciones brutas, susceptibles en todo momento de posteriores ajustes mediante otras técnicas que aprovechen los datos disponibles para la región o territorio.

Como se verá, la propia adaptación de los LQ refleja una relación directamente proporcional entre el flujo comercial entre regiones y los parámetros utilizados, que se supone que variarán en función del tamaño de la región. Por ese motivo se le atribuye una gran importancia al nivel de *cross-hauling*, o alternativamente a los parámetros empleados. También hay que atender al grado de especialización, o no especialización, de los territorios objeto de estudio para asegurarse resultados congruentes. Así, también se indicará cómo para las regiones que representan un porcentaje reducido sobre el total es preciso sofisticar el procedimiento mediante suavizados.

En relación a la estructura del artículo, se indica que en primer lugar se realiza un repaso demorado de los LQ y ciertas propiedades asociadas a los mismos. Después, se introduce una propuesta metodológica para proyectar tablas birregionales. A efectos prácticos, se realizará un calibrado del procedimiento de tal forma que se optimicen los resultados de la tabla birregional de Galicia y Resto de España estimada. Esta tarea es posible porque existen suficientes datos que facilitan los contrastes. Sin duda que es importante obtener estudios empíricos de esta índole para disponer de una gama de

²Las tablas simétricas se expresan bien producto por producto, o bien rama de actividad por rama de actividad. En este formato no existen productos secundarios, o sea, que se admite que las ramas de actividad son de carácter homogéneo. En lo sucesivo, se usará indistintamente el término producto o industria (rama), aunque por lo general se puede emplear el término productos para las filas y ramas para las columnas, por analogía con las tablas rectangulares.

parámetros, asociados a regiones tipo, que logren aproximaciones aceptables. Por último, se resaltarán algunas conclusiones.

2. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA REALIZAR LA PROYECCIÓN

En este apartado se explica el procedimiento utilizado para efectuar la proyección de tablas birregionales. Para ello, hay que implementar una modificación de LQ y aplicar posteriormente métodos de ajuste de carácter triproporcional. Antes de exponer las dos dinámicas estimativas se hace una breve referencia a las distintas fórmulas de LQ.

2.1. Cocientes de localización: antecedentes y propuestas recientes

Según Flegg *et al.* (1997) y Flegg y Webber (2000), en la elaboración de RIOT mediante métodos indirectos normalmente se usan LQ. Existen distintas formulaciones para los LQ y sus expresiones se han transformando con el paso del tiempo³. La principal ventaja de estas propuestas metodológicas es que permiten estimar la proporción de requerimientos regionales para un determinado sector en una región específica. Las proyecciones surgen de la hipótesis adoptada por Jensen *et al.* (1979), en la que se admite que los coeficientes técnicos regionales derivan de los nacionales a partir de un efecto multiplicativo condicionado por un factor de participación en el comercio regional LQ_{ij} :

$$a_{ij}^R = a_{ij}^N LQ_{ij}, \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

en donde los subíndices i y j hacen referencia de forma respectiva a los sectores suministradores y compradores, a_{ij}^R se define como la cantidad regional de input i que se necesita para producir una unidad del producto j y, de forma análoga, se define a_{ij}^N .

³Miller y Blair (2009) hacen un repaso detallado de todas estas propuestas metodológicas. Se introducen las definiciones en relación a las tablas input-output simétricas, pero su adaptación al formato rectangular sería inmediata.

A los coeficientes técnicos regionales se les impone una restricción, dada precisamente por el siguiente criterio:

$$\begin{aligned} a_{ij}^R &= a_{ij}^N LQ_{ij}, & \text{si } LQ_{ij} \leq 1. \\ a_{ij}^R &= a_{ij}^N, & \text{si } LQ_{ij} > 1 \end{aligned} \quad (2)$$

A partir de este planteamiento inicial han surgido distintas mejoras a lo largo del tiempo. Así, se definen los cocientes de localización simples (SLQ)⁴ como aquellos coeficientes que verifican la aportación de la industria de una región con la contribución de la misma industria al total (de la nación). Su expresión genérica es la siguiente:

$$SLQ_i = \frac{\frac{x_i^R}{x^R}}{\frac{x_i^N}{x^N}}, \quad (3)$$

en donde, x_i^R es la producción del sector i en la región R , x^R es la producción (total) de la región R , x_i^N es la producción del sector i en el conjunto del país y, por último, x^N es la producción (total) del país⁵.

Se tiene alternativamente que

$$SLQ_i = \frac{wx_i^R}{wx^R}, \quad (4)$$

en donde wx_i^R representa el peso de la producción del sector i sobre la producción nacional y wx^R se corresponde con la cuota de participación de la región R en la producción nacional. De acuerdo con Flegg *et al.* (1997), dichos coeficientes son algo imprecisos dado que, generalmente, los resultados sobreestiman la producción regional de algunas industrias.

A continuación surge otra alternativa, conocida como los cocientes de localización interindustriales (CILQ)⁶. Estos coeficientes cuantifican, para una

⁴ SLQ procede de la expresión en inglés *Simple Location Quotient*.

⁵El SLQ_i solamente tiene presente el tamaño de la región y el peso del sector vendedor para determinar las importaciones regionales pero prescinde de la importancia del sector comprador.

determinada región, la importancia relativa de la industria suministradora i respecto a la industria compradora j . Para mayor detalle véase Schaffer y Chu (1969). Su término genérico se escribe del siguiente modo:

$$CILQ_{ij} = \frac{SLQ_i}{SLQ_j}. \quad (5)$$

Si se realiza una simplificación se obtiene una expresión alternativa

$$CILQ_{ij} = \frac{wx_i^R}{wx_j^R}. \quad (6)$$

Este indicador considera la importancia de los sectores vendedores y compradores pero acaba excluyendo el tamaño de la región porque se anula su efecto. Además, se ampara en una hipótesis engañosa, obsérvese que si $i = j$ todos los sectores pueden satisfacer toda la demanda de su propio sector a nivel local, indistintamente del tamaño del sector. Morrison y Smith (1974) modificaron el CILQ correspondiente a los elementos de la diagonal principal de la siguiente forma:

$$MOSLQ_{ij} = CILQ_{ij} \cdot SLQ_i. \quad (i = j) \quad (7)$$

Otra propuesta es la sugerida por Round (1978), simbolizada habitualmente mediante la abreviatura RLQ. Su expresión es del siguiente modo:

$$RLQ_{ij} = \frac{SLQ_i}{\log_2(1 + SLQ_j)}. \quad (8)$$

Este indicador intenta superar las limitaciones del CILQ. De hecho, Round afirma que los coeficientes dependen de los tamaños relativos del sector vendedor y comprador, y al igual que el correspondiente a la región objeto de estudio.

La fórmula FLQ fue planteada por Flegg y Webber, probablemente con la idea de superar los problemas atribuidos a los anteriores LQ, especialmente la sobrestimación de la autosuficiencia de los distintos sectores productivos. En concreto, se define los FLQ como:

⁶Análogamente, de acuerdo con sus siglas en inglés *Cross-Industry Location Quotient*.

$$FLQ_{ij} = CILQ_{ij} \cdot [\log_2(1 + \frac{X^R}{X^N})]^\delta, \quad 0 < \delta < 1. \quad (9)$$

En esta expresión aparece un parámetro, δ , respectivo a las importaciones interregionales. Por lo general, el factor asociado al tamaño de la región se abrevia según se indica a continuación:

$$\lambda = [\log_2(1 + \frac{X^R}{X^N})]^\delta. \quad (10)$$

Por lo tanto, según se explicó anteriormente en (2), se tiene que

$$\begin{aligned} a_{ij}^R &= a_{ij}^N FLQ_{ij}, & \text{si } CILQ_{ij} \leq 1. \\ a_{ij}^R &= a_{ij}^N, & \text{si } CILQ_{ij} > 1 \end{aligned} \quad (11)$$

Según estudios empíricos (por ejemplo, Flegg y Webber, 1996a, 1996b), se ha ratificado que este procedimiento prevalece sobre los definidos anteriormente, porque contribuye a reducir los errores estimativos. A pesar de ello, la fórmula FLQ recibía críticas; en concreto, McCann y Dewhurst (1998) incidían en que ésta no contemplaba un escenario en el cual una industria a nivel regional alcanza una especialización mayor que la industria a nivel nacional.

Posteriormente, Flegg y Webber (2000) responden con una reformulación, incorporando una rectificación en relación a la especialización de las ramas compradoras:

$$AFLQ_{ij} = FLQ_{ij} \cdot \log_2(1 + SLQ_j). \quad (12)$$

No obstante, aún persiste una limitación en esta última fórmula porque solamente es aplicable si el SLQ_j es mayor que 1.

En resumen, se tiene que

$$AFLQ_{ij} = \begin{cases} FLQ_{ij} \cdot \log_2(1 + SLQ_j), & \text{si } SLQ_j > 1. \\ FLQ_{ij}, & \text{si } SLQ_j \leq 1. \end{cases} \quad (13)$$

Por lo tanto, aumentar la especialización supone incrementar el coeficiente y, en consecuencia, disminuir las importaciones de otras regiones. En la fórmula FLQ, al igual que en su versión ampliada, el parámetro δ desempeña una función relevante en la estimación de los coeficientes regionales. Por eso, antes de efectuar la regionalización de una matriz nacional, hay que elegir el valor de dicho parámetro⁷.

Recientemente, Pereira *et al.* (2013) presentaron una propuesta metodológica de LQ para estimar consumos intermedios regionales (el elemento genérico se expresará mediante la notación $\tilde{x}_{ij}^R$), que también se puede extrapolar a coeficientes técnicos. La formulación, en su versión más simple, es la siguiente:

$$\tilde{x}_{ij}^R = (SLQ_i)^\alpha x_{ij}^N (wx_j^R)^\beta, \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (14)$$

Los parámetros α y β son positivos, aunque β está previsiblemente cerca del valor 1. El efecto que puede provocar un α mayor o menor que 1 es diferente, este hecho merece una atención específica, sobre todo cuando se trabaja con territorios con un peso relativo pequeño. En relación a la correspondiente proyección, se tiene que cada x_{ij}^N es rectificado doblemente por filas y columnas. Esta fórmula puede transformarse según el criterio (2). En este sentido, la propuesta específica para SLQ levemente superiores a la unidad sería

$$\tilde{x}_{ij}^R = (1 + SLQ_i - (SLQ_i)^\alpha) x_{ij}^N (wx_j^R)^\beta, \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad \alpha > 1 \quad (SLQ_i > 1). \quad (15)$$

Al margen del comentario anterior, en aquellos casos en donde el grado de especialización sea elevado, o por la contra reducido, también es necesario introducir una alteración en la formulación. Concretamente, un suavizado previo de tipo semilogarítmico de los SLQ evitaría posibles incongruencias y en consecuencia propiciaría la aplicación del mecanismo de aproximación. Por lo tanto, en estos contextos se podría usar

⁷Flegg *et al.* (1997) utilizan un valor considerado, a priori, como prudente para una región de tamaño intermedio, en concreto se ciñen al 0.3. A partir de aquí se tiene que si la región es pequeña se debe asignarse un valor menor al mencionado y si la región es más grande uno mayor.

$$\tilde{x}_{ij}^R = (\log_2(1 + SLQ_i))^\alpha x_{ij}^N (wx_j^R)^\beta, \quad i, j = 1, 2, \dots, n. \quad (16)$$

En esta versión modificada, el parámetro α puede tomar valores inferiores a 1.

2.2. Construcción de tablas input-output regionales y datos disponibles

A continuación se desarrolla la aproximación de tablas regionales simétricas, respetando la desagregación de sus flujos, aunque la propuesta metodológica es extrapolable al formato rectangular. En cierto modo, es factible obtener una estimación de la matriz de consumos intermedios de flujos totales de una región, X^R . Ahora bien, realizar la desagregación de sus flujos, entre domésticos e importados, es una tarea más complicada dado que no existen matrices de referencia por lo general. En este sentido, se considera oportuno reformular los procedimientos conocidos para que aprovechen al máximo la información disponible a nivel regional.

En relación a los consumos intermedios de una determinada región R , se tiene que

$$x_{ij}^R = x_{ij}^{RR} + x_{ij}^{ROC R} + x_{ij}^{ROW R}, \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (17)$$

en donde x_{ij}^R es el consumo intermedio total del producto (o industria) i empleado en la producción del producto j en la región R , x_{ij}^{RR} es el consumo intermedio producido en región R del producto i de industria j en la región R , $x_{ij}^{ROC R}$ es el consumo intermedio importado del resto del país (ROC) del producto i de la industria j en la región R y por último $x_{ij}^{ROW R}$ se interpreta de forma similar a $x_{ij}^{ROC R}$, con la única diferencia de que los flujos proceden del extranjero (ROW).

Previamente, es preciso definir el *cross-hauling* del producto i que tiene lugar entre la región R y ROC, y viceversa. Se tiene que

$$q_i^{R ROC} = q_i^{ROC R} = \sum_{j=1}^n x_{ij}^{R ROC} + \sum_{j=1}^n x_{ij}^{ROC R} - \left| \left(\sum_{j=1}^n x_{ij}^{R ROC} - \sum_{j=1}^n x_{ij}^{ROC R} \right) \right|, \quad (18)$$

en donde $u_{ij}^{R\text{ ROC}}$ son las exportaciones del producto i de la región R destinadas a la industria j del resto del país. Es necesario expresar el balance, entre exportaciones e importaciones, en valor absoluto porque el correspondiente resultado puede ser positivo o negativo.

En esta ocasión, se admite que se posee datos acerca de las producciones de las n ramas de actividad homogéneas (o productos) en las que se desagrega la producción regional, v_i^R , del vector de consumos intermedios totales para las n ramas de actividad de dicha región, t_j^R , y que el comportamiento del resto de la demanda final (se entiende demanda final, excepto exportaciones de la región al resto del territorio), y_i^R , es de carácter exógeno⁸.

Habitualmente no se conocen los consumos intermedios importados del extranjero para las n industrias de dicha región

$$t_j^{\text{ROW } R} = \sum_{i=1}^m x_{ij}^{\text{ROW } R}, \quad (19)$$

pero se supone que las propensiones a importar inputs intermedios del extranjero por ramas, μ_j^R , son las mismas que a nivel nacional, μ_j^N . Por lo tanto, se tiene la siguiente estimación:

$$t_j^{\text{ROW } R} \cong t_j^R \frac{t_j^{\text{ROW } N}}{t_j^N} = t_j^R \mu_j^N. \quad (20)$$

En definitiva, el vector que se tomará como restricción por columnas en el proceso de aproximación es el siguiente:

$$t_j^R - t_j^{\text{ROW } R} = t_j^R (1 - \mu_j^R) \cong t_j^R (1 - \mu_j^N). \quad (21)$$

⁸Obsérvese que

$$v_i^R - y_i^R = \sum_{j=1}^n x_{ij}^{R\text{ ROC}} + \sum_{j=1}^n x_{ij}^{\text{ROC } R}.$$

En lo sucesivo, $v_i^R - y_i^R$ se simbolizará de forma abreviada por w_i^R .

Por supuesto que también se admiten conocer todos los datos de la NIOT, de hecho es el punto de partida en el dinámica estimativa que se abordará posteriormente. Como se señaló en (14) y/o (16), Pereira *et al.* (2013) trabajaban con dos parámetros en un contexto más restrictivo de información. En esta ocasión se trata un escenario con mayor información disponible a nivel regional, por lo tanto solamente procede emplear un parámetro, α , dado que β tomará el valor 1.

Para simbolizar los consumos intermedios de carácter nacional, desagregados por procedencia doméstica e importada, se utilizarán las siguientes notaciones⁹:

$$x_{ij}^N = x_{ij}^{NN} + x_{ij}^{ROW\ N}. \quad (22)$$

En la versión inicial de los LQ se obtiene una primera estimación de los consumos intermedios domésticos

$$x_{ij}^{RR(1)} = \begin{cases} SLQ_i x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N}, & \text{si } SLQ_i < 1. \\ x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N}, & \text{si } SLQ_i \geq 1. \end{cases} \quad (23)$$

En efecto, se distinguen dos posibles escenarios de rectificación por filas, precisamente en función de los valores de SLQ_i . El primero de ellos, en donde $SLQ_i < 1$, se corresponde con un producto (o rama de actividad) genérico orientado hacia la importación. De hecho, las importaciones netas serían las siguientes:

$$x_{ij}^{ROC\ R(1)} - x_{ij}^{R\ ROC(1)} = (1 - SLQ_i) x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N}. \quad (24)$$

El segundo escenario, en donde $SLQ_i \geq 1$, el producto está encaminado hacia la exportación. Así que las exportaciones netas serían las siguientes:

⁹ Al margen de estas notaciones, no se trata de introducir todas las magnitudes nacionales, con sus simbologías, porque se deducen a partir de las regionales. En fin, se admite que el correspondiente superíndice, N , es más que indicativo.

$$x_{ij}^{R\text{ ROC}(1)} - x_{ij}^{\text{ROC} R(1)} = (SLQ_i - 1) x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N}. \quad (25)$$

La estimación a través de (23) no es satisfactoria. Aunque las diferencias (24) y (25) son susceptibles de uso en la técnica que se presentará posteriormente.

2.3. Cuantificación del cross-hauling a través de cocientes de localización

La principal tarea de la regionalización es estimar con ciertas garantías los elementos característicos x_{ij}^{RR} y $x_{ij}^{\text{ROC} R}$, se sobreentiende que de forma paralela hay que estimar $x_{ij}^{R\text{ ROC}}$. De acuerdo con las anteriores fórmulas de LQ, si se admite que solamente existen importaciones, o exportaciones, es un supuesto totalmente irreal. Además, implicaría sobreestimar, en ambos casos, los consumos intermedios domésticos. En todo caso, la fórmula de Flegg o su versión modificada aporta mejores soluciones que los LQ tradicionales.

La propuesta metodológica que se presenta también diferencia dos escenarios, marcados precisamente por los valores que toman los SLQ. Por lo tanto, para aquellos productos con una orientación hacia las importaciones, se plantea la siguiente formulación¹⁰:

$$x_{ij}^{RR(1)} = (SLQ_i)^\alpha x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N}, \quad \text{si } SLQ_i < 1 \quad (26)$$

¹⁰Como puede verse en la siguiente fórmula el suavizado de los SLQ_i es de tipo potencial pero podría ser de otro modo. De hecho, en la fórmula AFLQ se emplea un suavizado semilogarítmico sobre las rectificaciones por columnas. Tomando esta expresión como referente, también se podría reescribir (26) de la siguiente manera:

$$x_{ij}^{RR(1)} = (\log_2(1 + SLQ_i))^\delta x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N}.$$

Se recurre a otro parámetro (δ) para evitar posibles confusiones con la propuesta presentada.

Por lo tanto, en determinados contextos es oportuno transformar debidamente las magnitudes utilizadas en las rectificaciones por filas mediante distintas funciones: lineales, semilogarítmicas o potenciales; e incluso, se puede recurrir a la función tangente hiperbólica, como así lo hacen Bakhtiari y Dehghanizadeh (2012).

en donde $\alpha > 1$. De tal modo que $(SLQ_i)^\alpha < SLQ_i$ y por lo tanto $(SLQ_i - (SLQ_i)^\alpha) > 0$. Lo ideal sería disponer de información cualitativa para poder trabajar con escalares específicos por productos o, al menos, por grupo de productos. En este sentido, se podrían diferenciar los productos de acuerdo con su grado de exportación hacia otras regiones, véase Barata *et al.* (2011).

Para aquellas filas que cumplan este requisito, se obtienen de forma paralela que

$$x_{ij}^{ROC\ R\ (1)} = (1 - (SLQ_i)^\alpha) x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N} \quad (27)$$

y que

$$x_{ij}^{R\ ROC\ (1)} = (SLQ_i - (SLQ_i)^\alpha) x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N}. \quad (28)$$

Con la particularidad de que se cumple la restricción (24); de hecho, es inmediato comprobarlo si se realiza la diferencia entre (27) y (28). La primera aproximación del *cross-hauling* asociado al producto i entre la región R y el resto del país, $q_i^{R\ ROC\ (1)}$, en este escenario se deduce a partir de (28). Además, también se verifica la restricción por columnas, que viene marcada por los $t_j^R (1 - \mu_j^R)$. Obsérvese que si se suma (26) y (27) se tiene para cada celda

$$x_{ij}^{RR\ (1)} + x_{ij}^{ROC\ R\ (1)} = [(SLQ_i)^\alpha + (1 - (SLQ_i)^\alpha)] x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N} = x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N}. \quad (29)$$

Las proyecciones de aquellos productos con una orientación hacia las exportaciones tienen una formulación análoga¹¹:

¹¹Este escenario requiere una atención especial. Se admite que los SLQ toman valores relativamente próximos a uno; en este sentido, se podría considerar idóneo el intervalo (0.9, 1.1). De no ser así, es decir, si existe un alto o escaso grado de especialización por productos hay que ser cautos, dado que la aplicación del procedimiento descrito puede implicar sesgos significativos en los resultados, o incluso incongruencias. Este problema aparece sobre todo en las regiones de pequeño tamaño. Una forma fácil de tratar esta contingencia es efectuar un cambio de escala apropiado y, a estos efectos, el empleo de suavizado semilogarítmico es de enorme utilidad. De tal forma que se puede presentar (26) del siguiente modo:

$$x_{ij}^{RR(1)} = [1 + SLQ_i - (SLQ_i)^\alpha] x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N}, \quad \text{si } SLQ_i \geq 1 \quad (30)$$

en donde $\alpha > 1$. Por lo tanto, $(SLQ_i)^\alpha \geq SLQ_i$ y en consecuencia $((SLQ_i)^\alpha - SLQ_i) \geq 0$.

Simultáneamente, para aquellas filas que verifiquen dicha restricción, se obtiene que

$$x_{ij}^{ROC R(1)} = [(SLQ_i)^\alpha - SLQ_i] x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N} \quad (31)$$

y que

$$x_{ij}^{R ROC(1)} = [(SLQ_i)^\alpha - 1] x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N}. \quad (32)$$

Es inmediato comprobar cómo se cumple la restricción (25). Par ello, tan solo hay que efectuar la diferencia entre (32) y (31). En esta ocasión también se verifica la restricción exigida por columnas. Por último, a partir de (31) se calcula la primera aproximación del *cross-hauling* correspondiente al producto i entre la región R y el resto del país.

Para que el mecanismo descrito sea lo más eficiente posible se necesitaría una evidencia empírica con vistas a detectar el parámetro α más idóneo, y ver hasta qué punto influye en su valor el tamaño de la región. El valor asignado al parámetro condicionará la cuantificación del comercio de la región con el resto del país. Por lo tanto, para mejorar la aplicabilidad del mecanismo sería importante introducir una hipótesis relativa al nivel de *cross-hauling* global.

$$x_{ij}^{RR(1)} = [1 + ((\log_2(1 + SLQ_i))^\delta) - ((\log_2(1 + SLQ_i))^\delta)^\alpha] x_{ij}^N \frac{t_j^R (1 - \mu_j^R)}{t_j^N},$$

en donde δ toma valores entre 0 y 1. Esta propuesta es aplicable a cualquier escenario, pero se considera acertado emplearla solo cuando sea estrictamente necesario.

2.4. Ajuste final de una tabla birregional

Se considera una IOT relativa un territorio, que se pretende transformar en una IOT birregional (simbolizamos las regiones, o sub-territorios, por R y S). Por lo tanto, hay que desagregar la matriz de consumos intermedios domésticos del territorio del siguiente modo:

$$X^{NN} = \begin{pmatrix} X^{RR} & X^{RS} \\ X^{SR} & X^{SS} \end{pmatrix}. \quad (33)$$

Anteriormente se ha mostrado una alternativa metodológica para desagregar los flujos desde la óptica de una región y su relación comercial con el resto del país. Ahora, extrapolando dicho mecanismo a este formato, se observa cómo existen distintas posibilidades para estimar las submatrices X^{SR} y X^{RS} . Por ejemplo, en X^{SR} aparecen los flujos que van desde la región S a la región R , de tal modo que son consumos intermedios importados para R y exportaciones de S . Este hecho, implica que X^{SR} se pueda aproximar con los datos disponibles de R o S , o con ambos, por supuesto que lo mismo sucede con X^{RS} .

No obstante, las aproximaciones realizadas no cumplen las restricciones por filas y columnas, y además también se alteran las estructuras productivas de cada una de las regiones. Por lo tanto, es preciso implementar un procedimiento de ajuste. En este contexto, se puede aplicar el RAS¹². Eso sí, adaptándolo debidamente para que la solución final sea consistente, en el sentido de que se respeten las estructuras productivas de las distintas industrias regionales; en resumen, interfieren tres restricciones en el proceso de ajuste. El empleo del RAS triproporcional es factible porque se conocen los márgenes de la matriz cuadrada de orden $2n$, al margen de las estructuras productivas. A efectos prácticos también se puede acudir a una dinámica iterativa en dónde se aplique el RAS simple y a continuación se efectúe la corrección

¹² El RAS básico es un método de ajuste de carácter biproporcional, que fue diseñado por Stone y Brown (1962). Sus referencias y extensiones se han multiplicado considerablemente con el paso del tiempo; véase por ejemplo, Bacharach (1970), Allen y Lecomber (1975) o Szyrmer (1989).

adicional, para volver aplicar de nuevo el RAS¹³. Así varias veces hasta comprobar que se cumplen las restricciones marcadas con un cierto grado de exactitud.

3. APLICACIÓN PRÁCTICA

En la construcción de una tabla birregional para Galicia y el Resto de España existe la posibilidad de usar un método directo, o casi directo, debido a la información estadística disponible. De hecho, existen datos sobre la producción total, el valor añadido bruto y las importaciones/exportaciones desde/para el resto de España en el marco input-output de Galicia (IGE) del año 2005. En relación a la estructura productiva española, la principal fuente de datos es el marco input-output de España, publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE). De la misma forma, la producción total, el valor añadido bruto y el resto de variables necesarias están disponibles también para el año 2005.

El correspondiente procedimiento se divide en tres pasos. A continuación se hace una breve descripción de los mismos.

Paso 1: Adaptación de la información disponible. Aunque existan IOT del año 2005 para Galicia y España, y ambas sean elaboradas según las recomendaciones del Sistema de Cuentas Europeo (SEC), no son completamente comparables. No están construidas con la misma metodología, es decir, ni de abajo hacia arriba ni de arriba hacia abajo. Esto también significa que la suma de las macromagnitudes de Galicia y las del Resto de España no suman el total nacional. Por lo tanto, se debe efectuar una confrontación de los datos nacionales y regionales para obtener tablas consistentes y homogéneas de 30 sectores.

Paso 2: Construcción de las tablas interregionales. Se comienza por las importaciones intermedias de Galicia desde el resto de España, de tal forma que se realiza una corrección simple por filas de la matriz de importaciones totales de Galicia.

¹³ No es la única forma de realizar el ajuste. Alternativamente se puede ejecutar una corrección sobre las primeras estimaciones, antes de realizar las rectificaciones por filas y columnas, o viceversa, del RAS. Así sucesivamente, en relación a las siguientes rondas iterativas. Dicho de otro modo, se transformaría el RAS en un método triproporcional.

Este ajuste se efectúa a través de un coeficiente de importaciones del resto de España obtenido como el porcentaje que estas representan sobre el total de importaciones. La idea que reside detrás de esta corrección es asumir que la misma proporción que existe en las importaciones totales se mantiene para las intermedias. Para el caso de las exportaciones intermedias se requieren otra serie diferente de supuestos. Inicialmente, se necesita definir un coeficiente de importaciones intermedias de España con arreglo a los datos de comercio (disponible en el marco input-output español). Este coeficiente sirve para fraccionar el total de exportaciones que Galicia efectúa para el resto de España entre intermedias y finales. Posteriormente, este vector de exportaciones intermedias se debe distribuir entre los diferentes sectores considerados. Para ello, la mejor información es aquella que aparece en la tabla doméstica española, en este caso, su estructura por filas. Los dos ajustes por filas satisfacen las identidades comerciales para las importaciones y exportaciones de Galicia como información primaria, es decir, las exportaciones intermedias más las finales son iguales a las totales por definición.

Paso 3: Construcción de la tabla birregional. El último paso sólo requiere unos ajustes relativamente simples, una vez que se posee la tabla doméstica española, la doméstica de Galicia y las importaciones/exportaciones intermedias que se acaban de exponer. Para conseguir la consistencia global se han hecho unos ajustes finales aplicando el RAS modificado. En la estimación, surgieron discrepancias que significaban solamente un 0.85% del total de inputs intermedios.

En relación a la tabla birregional obtenida de forma directa, se tiene que las matrices domésticas de Galicia y del Resto de España representan el 4.2% y el 93.3% sobre el total de flujos de la economía española, de forma respectiva. Las importaciones asociadas solamente significan el 1.4% y el 1.1%. Por lo tanto, el *cross-hauling* representa aproximadamente el 2.1%.

Una vez efectuada la estimación de la tabla birregional mediante la dinámica descrita y su correspondiente calibrado de parámetros, se tiene que los valores 0.72 y 3.76, para Galicia y Resto de España respectivamente, cuantifican el *cross-hauling* existente entre ambas regiones. En general, hay una relación directa entre el concepto mencionado y los parámetros empleados en la dinámica estimativa. De ahí que sea

conveniente acotar esta cifra para así lograr mejores aproximaciones de tablas birregionales. Con vistas a realizar los contrastes entre la tabla birregional y la estimada a través del procedimiento introducido, se acude al WAPE (*Weighted Absolute Percentage Error*), véase Sawyer y Miller (1983). Según este estadístico se alcanza un error global del 3.3%. Ahora bien, si se analiza cada submatriz por separado se observa que cuánto menos peso relativo posea mayor será el error obtenido. En futuras investigaciones se propone estudiar hasta qué punto el suavizado previo a las correcciones por filas influye en los resultados. En este sentido, no es lo mismo transformar los SLQ mediante una función lineal o mediante una curva asociada a la función tangente hiperbólica.

4. CONCLUSIONES

En esta artículo se ha realizado una modificación de la formulación de los LQ, presentándolo así como una novedad metodológica en el ámbito de la proyección de tablas birregionales. Según este procedimiento alternativo, es factible lograr aproximaciones de las matrices de exportaciones e importaciones brutas, y de forma paralela estimaciones matrices de consumos intermedios domésticos para cada uno de los territorios en los que se desagrega la economía en cuestión. A partir de ahí se aplican ajustes a través del RAS triproporcional o alguna generalización que sea compatible con la información disponible.

La adaptación introducida de los LQ refleja una relación directamente proporcional entre el flujo comercial entre regiones y los parámetros utilizados, que se supone que variarán en función del tamaño de la región. Por ese motivo se le atribuye una gran importancia al nivel de *cross-hauling*, o alternativamente a los parámetros empleados. También hay que atender al grado de especialización, o no especialización, de los territorios objeto de estudio para asegurarse resultados congruentes. Además, a pesar de que no se ha atendido a la orientación hacia la exportación de los distintos productos es factible incorporar este aspecto y así se recomienda, sobre todo cuando existe información al respecto.

A efectos prácticos, se ha hecho un calibrado del procedimiento para la tabla birregional de Galicia y del Resto de España. Sin duda que es importante realizar estudios empíricos de esta índole para disponer de una gama de parámetros que logren, al menos, aproximaciones medianamente aceptables. Esta aplicación puede significar un punto de partida, pero se requiere analizar otros casos para tratar de identificar esa supuesta gama de parámetros. En futuras investigaciones es muy probable que se profundice en este tipo de análisis, y de forma especial se cree importante estudiar los resultados en función del suavizado elegido en la dinámica estimativa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se encuadra en varios proyectos de investigación y desarrollo; en concreto son los siguientes: EMSURE - Energy and Mobility for Sustainable Regions (CENTRO/07/0224/FEDER/002004), DEMOSPIN - Economically Sustainable Demography - Reversing Decline in Peripheral Regions (PTDC/CS-DEM/100530/2008 FTC) y en un proyecto competitivo de la Xunta de Galicia (PGIDIT 10TUR242004PR).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. y LECOMBER, J. (1975): Some Test on a Generalized Version of RAS, in Allen, R.; Gossling, W. [eds.]: Estimating and Projecting Input-Output Coefficients, Input-Output Publishing Company. London. 43-54.
- BACHARACH, M. (1970): Biproportional Matrices and Input-Output Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- BAKHTIARI, S. y DEHGHANIZADEH, M. (2012): “Proposing a New Version of Location Quotients for Estimating Regional Input–Output Coefficients: A Case Study of Iran’s Yazd Province”, African Journal of Business Management, 6(23), 6903-6909.
- BARATA, E.; CRUZ, L.; SARGENTO, A.; RAMOS, P. y FERREIRA J. (2011): “Deriving Regional Input-Output Matrices to Assess Impacts in Small Portuguese

Peripheral Regions”. IV Spanish Conference on Input Output Analysis - Strategic Sectors for a New Economic Model, Madrid 28-30 de septiembre.

- FLEGG, T. (2012): “A Comment on Tobias Kronenberg’s «Construction of Regional Input-Output Tables using Nonsurvey Methods: The Role of Cross-Hauling»”, *International Regional Science Review*, DOI: 10.1177/0160017612-446371.
- FLEGG, A.T. y WEBBER, C.D. (1996a): “Using Location Quotients to Estimate Regional Input-Output Coefficients and Multipliers”, *Local Economic Quarterly*, 4, 58-86.
- FLEGG, A.T. y WEBBER, C.D. (1996b): “The FLQ Formula for Generating Regional Input-Output Tables: an Application and Reformation”, *Working Papers in Economics*, 17, University of the West of England, Bristol.
- FLEGG, A.T.; ELIOTT, M.V. y WEBBER, C.D. (1997): “On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input-Output Tables”, *Regional Studies*, 31(8), 795-805.
- FLEGG, A.T. y WEBBER, C.D. (2000): “Regional Size, Regional Specialization and the FLQ Formula”, *Regional Studies*, 34(6), 563-569.
- ISARD, W. (1953): “Regional Commodity Balances and Interregional Commodity Flows”, *American Economic Review*, 43, 167-180.
- JENSEN, R.C.; MANDEVILLE, T.D. y KARUNARATNE, N.D. (1979): *Regional Economic Planning: Generation of Regional Input-Output*, Croom Helm Ltd., London.
- KRONENBERG, T. (2009): “Construction of Regional Input-Output Tables using Nonsurvey Methods: The Role of Cross-Hauling”, *International Regional Science Review*, 32(1), 40-64.
- KRONENBERG, T. y TÖBBEN, J. (2011): “Regional Input-Output Modeling in Germany: The Case of North Rhine-Westphalia”, *MPRA*, 35494, University Library of Munich, Germany.

- MCCANN, P. y DEWHURST, J.H.L. (1998): “Regional Size, Industrial Location and Input-Output Expenditure Coefficients”, *Regional Studies*, 32(5), 435-444.
- MILLER, R.E. y BLAIR, P.D. (2009): *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- MORRISON, W.I. y SMITH, P. (1974): “Non-Survey Input-Output Techniques at the Small Area Level: An Evaluation”, *Journal of Regional Science*, 14(1), 1-14.
- NORCLIFFE, G.D. (1983): “Using Location Quotients to Estimate the Economic Base and Trade Flows”, *Regional Studies*, 17(3), 161-168.
- PEREIRA, X.; CARRASCAL, A. y FERNÁNDEZ, M. (2013): “Cocientes de Localización mediante una Doble Parametrización”, *Working Papers Iberian Regional Economics Network*, 6.
- ROUND, J.I. (1978): “An Inter-regional Input-Output Approach to the Evaluation of Non-Survey Methods”, *Journal of Regional Science*, 18(2), 179-194.
- SAWYER, C.H. y MILLER R.E. (1983): “Experiments in Regionalization of a National Input-Output Table”, *Environment and Planning A*, 15(11), 1501-1520.
- SCHAFFER, A. y CHU, A. (1969): “Non-survey Techniques for Constructing Regional Interindustry Models”, *Papers of the Regional Science Association*, 23, 83-101.
- STONE, R. y BROWN, A. (1962): *A Computable Model of Economic Growth*. Chapman and Hall. London.
- SZYRMER, J. (1989): Trade-off between Error and Information in the RAS Procedure, in Miller, R.; Polenske, K.; Rose, A. [eds.]: *Frontiers of Input-Output Analysis*, Oxford University Press. New York. 258-278.