Un juego de política industrial

1. El juego

- El juego se representa en la Fig. 1 como juego secuencial.
- Hay dos jugadores. El jugador **1** ('el gobierno') es el representante de un gobierno. El jugador **2** ('el sector privado') es el representante de un sector económico (un sector industrial, por ejemplo).
- En los vectores de pagos, el valor superior representa el pago del jugador **1** y el valor inferior el pago del **2**.

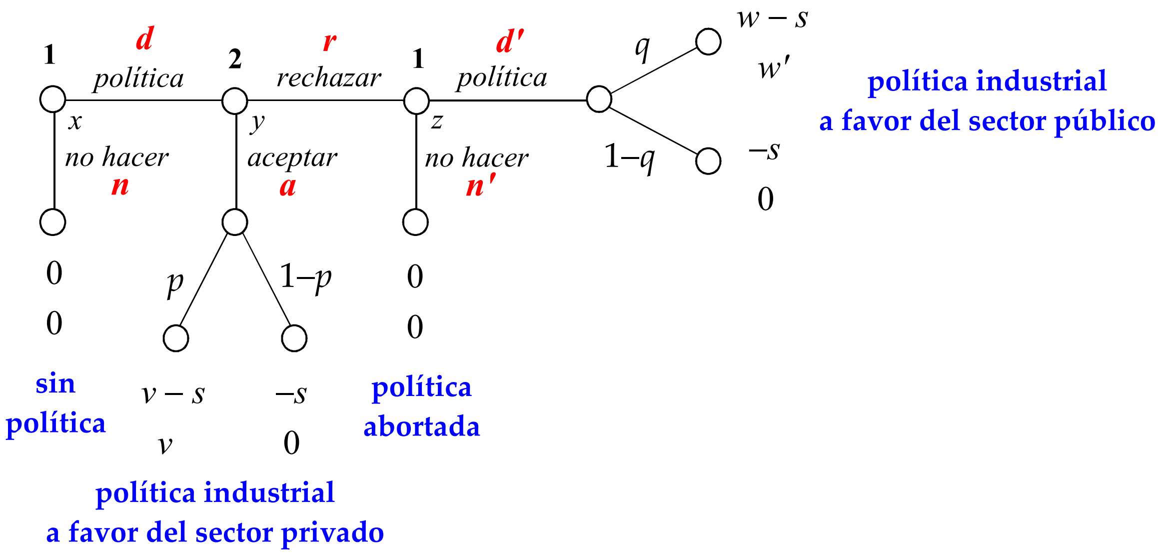

Fig. 1. Un juego de política industrial

Jugador **1** = gobierno | Jugador **2** = sector privado | p = probabilidad de éxito de la política industrial dirigida al sector privado | q = probabilidad de éxito de la política industrial dirigida al sector público

- El jugador **1** inicialmente decide (en el nodo de decisión x) si no hace nada y el juego se termina (acción $\boldsymbol{n}$) o si propone una política industrial a favor del sector privado (acción $\boldsymbol{d}$).
- Si se elige $\boldsymbol{n}$ en el nodo de decisión inicial x, entonces el vector de pagos es $(0, 0)$. Estos valores se pueden interpretar como valores normalizados, por lo que los otros pagos representan mejoras o empeoramientos respecto a la situación de referencia de no hacer.
- Si **1** elige $\boldsymbol{d}$ (proponer la política), entonces el jugador **2** (el sector privado) decide (en el nodo de decisión y) si la rechaza (acción $\boldsymbol{r}$) o la acepta (acción $\boldsymbol{a}$). En caso de aceptarla el juego se acaba y existe una probabilidad $p > 0$ de que la política dirigida al sector privado sea exitosa y una probabilidad $1 - p$ de que fracase.
- La ejecución de la política industrial implica que el gobierno debe emplear el valor $s > 0$ (una subvención o subsidio asignado al sector privado). Si la política tiene éxito, se genera el valor $v > 0$; en este caso, el gobierno (jugador **1**) obtiene el pago $v - s$ y el sector privado (jugador **2**) obtiene v. Esta asignación de pagos presume (como simplificación) que el beneficio que la política genera en el sector privado es compartido por el gobierno. Una extensión del juego

sería asumir que los pagos son $(v' - s,\ v)$, donde v' (el beneficio para **1**) no es necesariamente v.

- Si la política fracasa, el sector privado no experimenta ninguna pérdida neta (el importe s que asigna el gobierno podría ser equivalente a la pérdida que el sector privado tendría en caso de política no exitosa, para incentivar al sector privado a aceptar la política); en cambio, el gobierno sufre la pérdida s (pago del juego negativo $-s$).
- Si **2** elige $\boldsymbol{r}$ (rechazar la política), entonces **1** finaliza el juego decidiendo (en el nodo de decisión z) si no hace nada más (acción $\boldsymbol{n}'$) o si desarrolla una política industrial alternativa (acción $\boldsymbol{d}'$), en este caso dirigida al sector público (por ejemplo, medidas que favorecen la actividad del sector público industrial). Existe una probabilidad $q > 0$ de que la política dirigida al sector público sea exitosa y una probabilidad $1 - q$ de que fracase.
- Por simplicidad, se supone que la ejecución de la política industrial dirigida al sector público implica que el gobierno debe invertir el mismo valor s que correspondía a la política dirigida al sector privado. Si la política tiene éxito, se genera el valor $w > 0$; en este caso, el gobierno (jugador **1**) recibe el pago $w - s$ y el sector privado (jugador **2**) recibe $w' > 0$ (el éxito de la política si se dirige al sector público genera una externalidad positiva en el sector privado).
- Si la política fracasa ahora, los pagos son los mismos que si hubiera fracasado la política dirigida al sector privado: $-s$ para el gobierno y 0 para el sector privado.
- La Fig. 2 presenta la versión compacta del juego de la Fig. 1 cuando los pagos de los resultados que involucran probabilidades son valores esperados. Por ejemplo, elegir $\boldsymbol{d}$ y después $\boldsymbol{a}$ hace que el gobierno obtenga $v - s$ con probabilidad p y obtenga $-s$ con probabilidad $1 - p$; el valor esperado $p(v - s) + (1 - p)(-s) = pv - ps - s + ps = pv - s$ es el valor que muestra la Fig. 2.

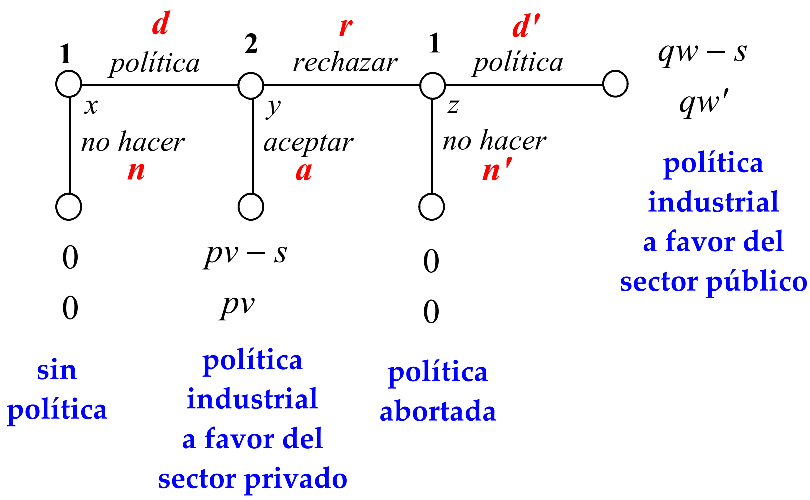

Fig. 2. El juego de la Fig. 1 en versión compacta (con pagos como valores esperados)

- El juego de la Fig. 2 identifica los cuatro resultados del juego, etiquetados:
  - '**sin política**', el resultado del juego cuando **1** inicialmente no hace nada;
  - '**política industrial a favor del sector privado**', el resultado si **1** elige $\boldsymbol{d}$ en x y después **2** escoge $\boldsymbol{a}$ en y (el gobierno propone una política y el sector privado la acepta);

- ‘**política abortada**’, el resultado si **1** elige $\boldsymbol{d}$ en x, a continuación **2** escoge $\boldsymbol{r}$ en y y, finalmente, **1** opta por $\boldsymbol{n}'$ en z (el gobierno propone una política, el sector privado la rechaza y después el gobierno renuncia a proponer más políticas);
- ‘**política industrial para el sector público**’, el resultado si **1** elige $\boldsymbol{d}$ en x, posteriormente **2** escoge $\boldsymbol{r}$ en y y, por último, **1** opta por $\boldsymbol{d}'$ en z (el sector privado rechaza la política propuesta por el gobierno y el gobierno responde con una política pensada para el sector público).

2. Solución del juego

El juego de la Fig. 2 (como juego equivalente al de la Fig. 1 si se asume que los jugadores identifican valores ciertos con valores esperados) es en realidad una familia de juegos: existe un juego específico para cada asignación numérica a los seis parámetros del juego:

- p, la probabilidad de éxito de la política dirigida al sector privado,
- q, la probabilidad de éxito de la política dirigida al sector público,
- s, el gasto público que implica hacer tanto la política dirigida al sector privado como al público,
- v, el valor (para gobierno y para el sector privado) generado por el éxito de la política dirigida al sector privado,
- w, el valor para el gobierno generado por el éxito de la política dirigida al sector público, y
- w', el valor para el sector privado generado por el éxito de la política dirigida al sector público.

Se trata de resolver toda la familia de juegos. Con este objetivo, se asume que los pagos son ‘genéricos’, esto es, se descartan los valores de los parámetros que hacen un jugador indiferente entre dos acciones en un nodo. Por ejemplo, esta asunción hace que se descarten los valores tales que $pv - s = 0$, dado que esto haría al jugador **1** en el nodo x indiferente entre elegir $\boldsymbol{d}$ y $\boldsymbol{s}$ cuando **2** escoge $\boldsymbol{a}$ en el nodo y.

Hay una indiferencia inevitable: la que se da en el nodo x cuando se eligiría $\boldsymbol{r}$ en el nodo y y se escogería $\boldsymbol{n}'$ en el z (esta indiferencia se podría eliminar si, por ejemplo, la política abortada crea un pequeño coste al gobierno, al menos en términos de credibilidad, prestigio o competencia; se deja como ejercicio analizar este caso).

Todo miembro de la familia de juegos representados en la Fig. 2 se resuelve aplicando el concepto de equilibrio perfecto en subjuegos. En este tipo de juego, los equilibrios perfectos se identifican mediante la técnica de la inducción hacia atrás. Aparte de los juegos específicos donde la solución signifique escoger $\boldsymbol{r}$ y $\boldsymbol{n}'$ el resto de juegos específicos tendrá un único equilibrio perfecto en subjuegos.

Por ejemplo, si $p = q = 1/2$, $s = w = w' = 2$ y $v = 8$, el juego específico resultante se presenta en la Fig. 3 y el único equilibrio perfecto en subjuegos es el vector de acciones $(\boldsymbol{d}, \boldsymbol{a}, \boldsymbol{n}')$ con el resultado '**política industrial dirigida al sector privado**'.

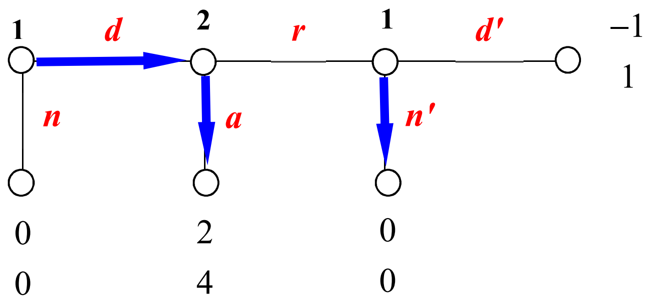

Fig. 3. Un caso particular de la familia de juegos de la Fig. 2

Para visualizar plenamente las combinaciones de los seis parámetros del modelo que generan cada equilibrio sería necesario un espacio de seis dimensiones. Dado que sólo hay disponibles dos para realizar la representación (en papel, pizarra o pantalla), es necesario elegir dos parámetros y presentar las condiciones que involucran los otros parámetros en términos de los parámetros elegidos. El análisis a continuación se ha realizado escogiendo las probabilidades p y q como parámetros de referencia para la representación gráfica (en un eje se medirá una probabilidad y en el otro la segunda probabilidad).

La determinación de los equilibrios perfectos en subjuegos de la familia de juegos de la Fig. 2 y de las condiciones en las que son equilibrios se basa en analizar los ocho vectores de acciones.

- Caso ❶: $(\boldsymbol{n}, \boldsymbol{a}, \boldsymbol{d}')$. Aplicando la inducción hacia atrás, para que $\boldsymbol{d}'$ sea la única mejor respuesta en el nodo z es necesario que el pago para **1** eligiendo sea $\boldsymbol{d}'$ superior al pago de elegir $\boldsymbol{n}'$. Por tanto, es necesario que

$$qw - s > 0$$

o

$$q > \frac{s}{w}\,. \tag{1}$$

Para que $\boldsymbol{a}$ sea la única mejor respuesta en el nodo y dado que se escoge $\boldsymbol{d}'$ en el nodo z es necesario que el pago para **2** eligiendo sea $\boldsymbol{a}$ superior al pago de elegir $\boldsymbol{r}$. Así, se requiere que

$$pv > qw'$$

o

$$q < p\frac{v}{w'}\,. \tag{2}$$

Para que $\boldsymbol{n}$ sea la única mejor respuesta en el nodo x dado que $\boldsymbol{a}$ se toma en el nodo y y $\boldsymbol{d}'$ se elige en el nodo z es necesario que el pago para 1 eligiendo sea $\boldsymbol{n}$ superior al pago de elegir $\boldsymbol{d}$. Esto es, hace falta que

$$pv - s < 0$$

o

$$p < \frac{s}{v}. \tag{3}$$

La Fig. 4 muestra sombreadas las combinaciones de p y q que hacen que $(\boldsymbol{n}, \boldsymbol{a}, \boldsymbol{d}')$ sea equilibrio perfecto en subjuegos; es decir, la región del espacio (p, q) donde se satisfacen las condiciones (1), (2) y (3).

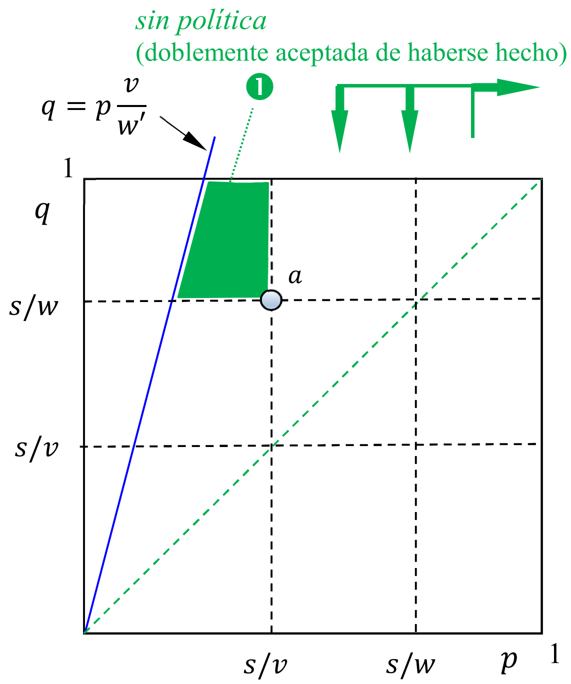

Fig. 4. Haciendo $(\boldsymbol{n}, \boldsymbol{a}, \boldsymbol{d}')$ equilibrio perfecto en subjuegos (cuando $v > w'$, $v > w$, $v > s$ y $w > s$)

En realidad, la Fig. 4 sólo muestra una de varias posibilidades: aquella en que la recta $q = p\frac{v}{w'}$ está a la izquierda del punto a, con $v > w$ (ya que, en la Fig. 4, $\frac{s}{w} > \frac{s}{v}$), $v > s$ (dado que $\frac{s}{v} < 1$) y $w > s$ (puesto que $\frac{s}{w} < 1$). Las cuatro condiciones parecen razonables (lo que no quita tener que considerar el resto de posibilidades si no han sido descartadas de entrada por las hipótesis en la construcción del juego).

La condición $w > s$ dice que la política industrial dirigida al sector público es efectiva en la medida que la ganancia w generada por la política (al menos en el sector público) supera el coste s de la política (asumido por el gobierno). La condición $v > s$ es análoga y significa que la política industrial dirigida al sector privado es también efectiva en el sentido de que la ganancia v que genera la política supera a lo que el gobierno tiene que emplear (el valor s) para obtener la ganancia.

La condición $v > w$ establece que, al menos con respecto al sector público, la ganancia v de la política industrial dirigida al sector privado es mayor que la ganancia w de la política industrial dirigida al sector público. Una justificación es que el sector industrial privado es más productivo que el sector industrial público a efectos de conseguir los objetivos de la política industrial.

La cuarta condición indica que la pendiente $\frac{v}{w'}$ de la recta $q = p\frac{v}{w'}$ es superior a 1 (porque la recta queda por encima de la diagonal principal) y tener $\frac{v}{w'} > 1$ se interpreta como que el beneficio para el sector privado de la política dirigida al sector privado es superior al beneficio para el sector privado de la política dirigida al sector público. Esta condición parece razonable dado que es natural esperar que el sector privado se beneficie más de una política de la que el propio sector privado es el beneficiario directo.

¿Qué pasaría si se consideran otras posibilidades? Si la recta $q = p\frac{v}{w'}$ pasa por la derecha del punto a, la conclusión es que las condiciones (1), (2) y (3) son incompatibles: está vacía la región del espacio (p, q) por encima de la recta horizontal $q = \frac{s}{w}$ (condición (1)), por debajo de la recta $q = p\frac{v}{w'}$ (condición (2)) y a la izquierda de la recta vertical $p = \frac{s}{v}$ (condición (3)).

Se deja como ejercicio determinar la región correspondiente del espacio (p, q) cuando se consideran todas las condiciones alternativas a $v > w'$, $v > w$, $v > s$ y $w > s$.

- Caso ❷: $(\boldsymbol{n}, \boldsymbol{a}, \boldsymbol{n}')$. En el nodo z es necesario que

$$q < \frac{s}{w},$$

en el nodo y que

$$pv > 0,$$

condición que se cumple por hipótesis sobre los parámetros, y en el nodo x que

$$p < \frac{s}{v}.$$

En la Fig. 4, las condiciones anteriores (de hecho, la primera y la tercera) se corresponden con la región definida por el rectángulo donde el punto a es el vértice superior derecho (el rectángulo definido, por arriba, por la recta horizontal superior $q = \frac{s}{w}$ y, por la derecha, por la recta vertical $p = \frac{s}{v}$).

- Caso ❸: $(\boldsymbol{n}, \boldsymbol{r}, \boldsymbol{d}')$. En el nodo z es necesario que

$$q > \frac{s}{w},$$

en el nodo y que

$$q > p\frac{v}{w'},$$

y en el nodo x que

$$q < \frac{s}{w}.$$

La primera y tercera condiciones son incompatibles, por lo que no existe equilibrio perfecto en que se elige $(\boldsymbol{n}, \boldsymbol{r}, \boldsymbol{d}')$.

- Caso ❹: $(\boldsymbol{n}, \boldsymbol{r}, \boldsymbol{n}')$. En el nodo z es necesario que

$$q < \frac{s}{w},$$

pero $\boldsymbol{r}$ no puede ser mejor respuesta en el nodo y: $\boldsymbol{r}$ da pago 0 a **2** pero $\boldsymbol{a}$ proporciona $pv > 0$.

Conclusión: no hay ningún equilibrio perfecto en que se juega $(\boldsymbol{n}, \boldsymbol{r}, \boldsymbol{n}')$.

- Caso ❺: $(\boldsymbol{d}, \boldsymbol{a}, \boldsymbol{d}')$. En el nodo z es necesario que

$$q > \frac{s}{w},$$

en el nodo y que

$$q < p\frac{v}{w'},$$

y en el nodo x que

$$p > \frac{s}{v}.$$

Como en el caso ❶, es necesario considerar (para obtener la respuesta completa) las diferentes posibilidades. En particular, es fundamental la pendiente de la recta $q = p\frac{v}{w'}$. La Fig. 5 considera las condiciones de la Fig. 4 e identifica la región en la que $(\boldsymbol{d}, \boldsymbol{a}, \boldsymbol{d}')$ es equilibrio perfecto. Se deja como ejercicio representar el resto de posibilidades.

- Caso ❻: $(\boldsymbol{d}, \boldsymbol{a}, \boldsymbol{n}')$. En el nodo z es necesario que

$$q < \frac{s}{w},$$

en el nodo y que

$$pv > 0,$$

y en el nodo x que

$$p > \frac{s}{v}.$$

La Fig. 5 muestra el rectángulo con las combinaciones de valores con los que $(\boldsymbol{d}, \boldsymbol{a}, \boldsymbol{n}')$ es equilibrio perfecto. La región identificada no depende de la pendiente de la recta $q = p\frac{v}{w'}$.

- Caso ❼: $(\boldsymbol{d}, \boldsymbol{r}, \boldsymbol{d}')$. En el nodo z es necesario que

$$q > \frac{s}{w},$$

en el nodo y que

$$q > p\frac{v}{w'},$$

y en el nodo x que

$$q > \frac{s}{w}.$$

La Fig. 5 muestra el rectángulo con las combinaciones de valores con los que $(\boldsymbol{d},\boldsymbol{r},\boldsymbol{d}')$ es equilibrio perfecto.

- Caso ❽: $(\boldsymbol{d},\boldsymbol{r},\boldsymbol{n}')$. En el nodo z es necesario que

$$q < \frac{s}{w},$$

pero, como que en el caso ❹, $\boldsymbol{r}$ no es mejor respuesta a $\boldsymbol{n}'$ en el nodo y.

En definitiva: $(\boldsymbol{d},\boldsymbol{r},\boldsymbol{n}')$ jamás es equilibrio perfecto.

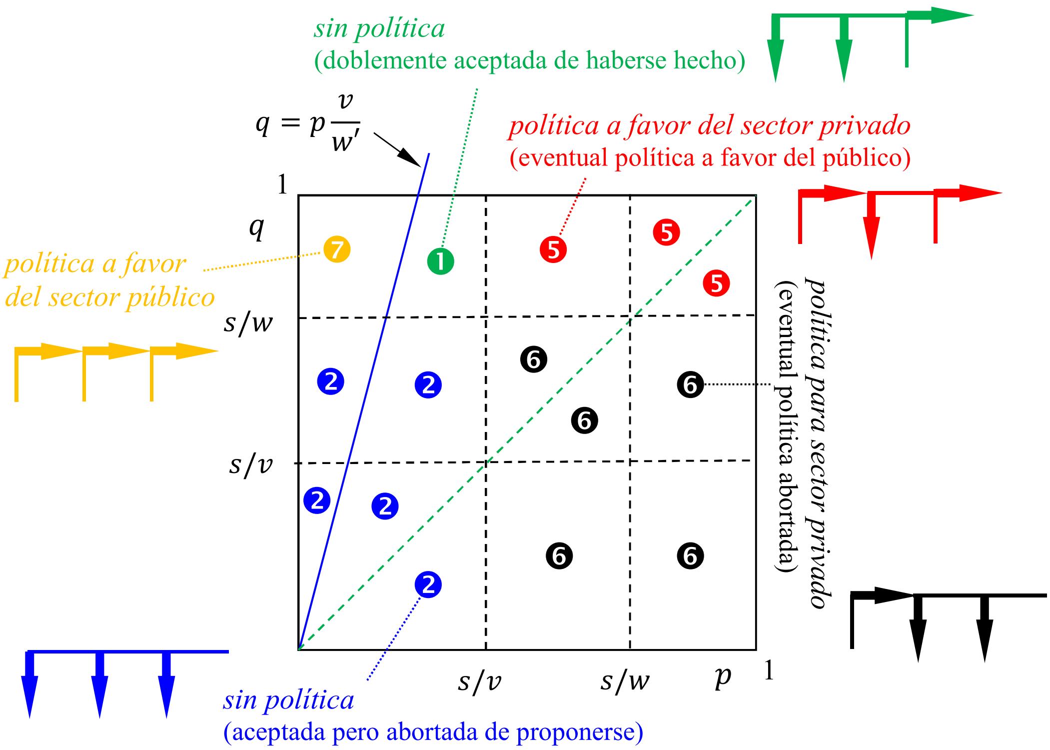

Fig. 5. Equilibrios perfectos en subjuegos del juego de la Fig. 2 si $v > w'$, $v > w$, $v > s$ y $w > s$

❶ $= (n, a, d')$, ❷ $= (n, a, n')$, ❺ $= (d, a, d')$, ❻ $= (d, a, n')$, ❼ $= (d, r, d')$

Se deja como ejercicio reproducir tantas veces como sea necesario la Fig. 5 para cubrir todas las posibilidades sobre las relaciones entre parámetros (por ejemplo, si la recta azul tiene pendiente inferior a uno, la región ❶ desaparece y el tipo de equilibrio asociado no es posible).