

RELACIÓN ENTRE LA CURVA DE PHILLIPS Y EL TEOREMA DE LA TELARAÑA DESDE UNA PERSPECTIVA HOLÍSTICA DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

Serafín Cuevas Benítez

Dpto. Biología y Producción de los Vegetales.
Universidad de Extremadura
email: scuevas@unex.es

Francisco M^a Vázquez Pardo

Dpto. Producción Forestal y Pastos. Finca La Orden.
Junta de Extremadura
email: frvazquez50@hotmail.com

Enrique Torres Álvarez

Dpto. Ciencias Agroforestales
Universidad de Huelva
email: etorres@uhu.es

Rafael Robina Ramírez

Dpto. Economía Aplicada y Organización de Empresas
Universidad de Extremadura
email: rrobina@unex.es

Resumen

El modelo de la telaraña supone la cantidad ofertada que tendrá lugar en el mercado en función del precio del año anterior. La cantidad de biomasa producida en la hojarasca depende del nitrógeno residente en la hojarasca del año anterior. La biomasa demandada en la hojarasca depende del nitrógeno residente en la hojarasca de ese año. Extendiendo esta idea del individuo a la masa forestal, debe existir un equilibrio entre las masas naturales irregulares, representadas a través de la curva de Liocourt, y las adhesionadas regulares, representadas según una distribución Weibull, si se pretende compatibilizar el rendimiento económico de las mismas con su propia persistencia. La curva de Phillips responde a un teorema de la telaraña adaptado al paro planeado en función de la inflación del año anterior.

Palabras clave: Teorema de la Telaraña, curva de Phillips, nitrógeno, biomasa, sostenibilidad.

Area temática: 3. Economía Agraria y Recursos Naturales.

1. Introducción

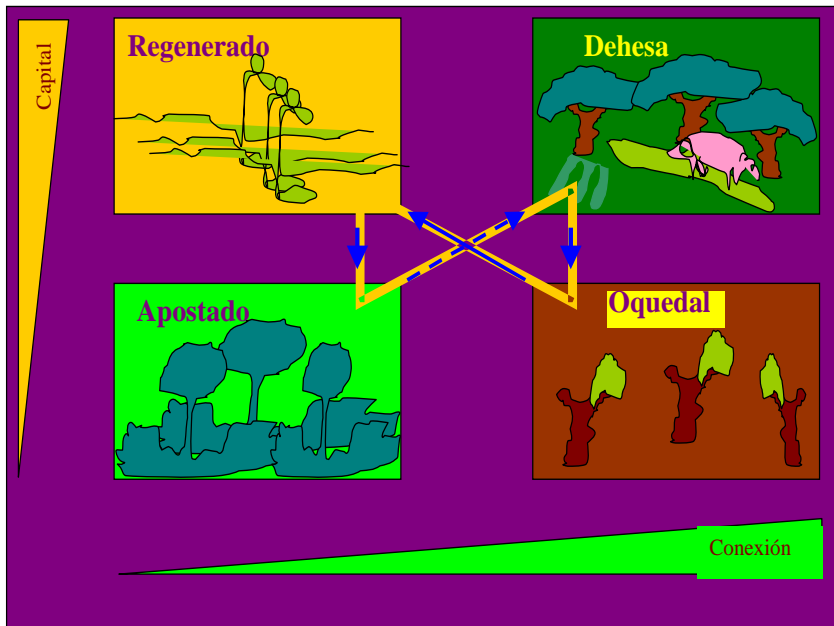
La producción y dinámica de los ecosistemas se estudia en Geobotánica, siendo la producción de hojarasca y su contenido en nutrientes elementos fundamentales que conviene modelizar si se pretende conocer el funcionamiento interno del ecotono de la dehesa (STRASBURGER et al., 1994; BLANCO et al., 1997). Este es el primer paso para averiguar a través del modelo híbrido FORECAST cual es el mejor método de ordenación que asegure la persistencia del sistema forestal (KIMMINS, 2004).

La viabilidad de las fincas donde se enclavan las dehesas en Extremadura depende en gran medida de los subsidios concedidos por la Política Agraria Comunitaria (PAC) (HELLEGERS, P., 1999). No obstante, el principal problema a que se ve abocada la dehesa tal y como la entendemos en la actualidad es la regeneración del arbolado. La regeneración natural sería la forma más económica de asegurar la persistencia de la misma, pero se ha preferido recurrir a costosas medidas de reforestación (CAMPOS, 2004). El estado nutritivo de los árboles y su dinámica condicionará un posible programa de regeneración de estos sistemas financiado por la Unión Europea (ÚBEDA et al., 2004).

En el sistema agroforestal de la dehesa coexisten dos elementos, el arbolado y el cerdo ibérico, que comparten reglas ecológico-económicas. El mimetismo entre ambos elementos (JOFFRE et al., 1999) se pone de manifiesto entre el ciclo de Holling (GUNDERSON et al., 1999) y el ciclo del cerdo (GANDOLFO, 1976; VARGAS y APARICIO, 2000) (ver figura 1)¹.

¹ Extrapolando este ciclo a las variables comúnmente utilizadas en economía (precios y cantidades) observamos como los bienes, con independencia de la naturaleza de los mismos, están expuestos a movimientos cíclicos sobre períodos largos de tiempo. De forma que cuando los precios experimentan un movimiento ascendente-descendente las cantidades simulan un posicionamiento en dirección contraria a la variable anterior. Los mecanismos que se mantienen en el substrato de la reacción de ambas variables son el resultado del análisis tomando unidades discretas. La cantidad ofrecida en el próximo año está en función del precio de este período. Según la figura 2 si el precio de este año es P1, la cantidad ofrecida el próximo año será T2, esta sólo se podría vender al precio P2.

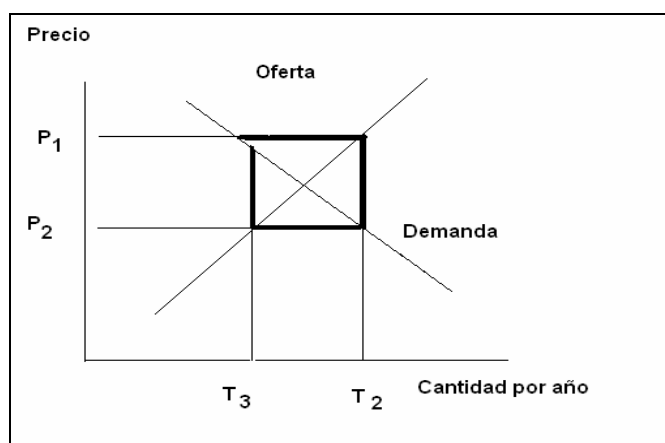
Figura 1. Ciclo de Holling (GUNDERSON et al., 2000)



Fuente: Elaboración propia

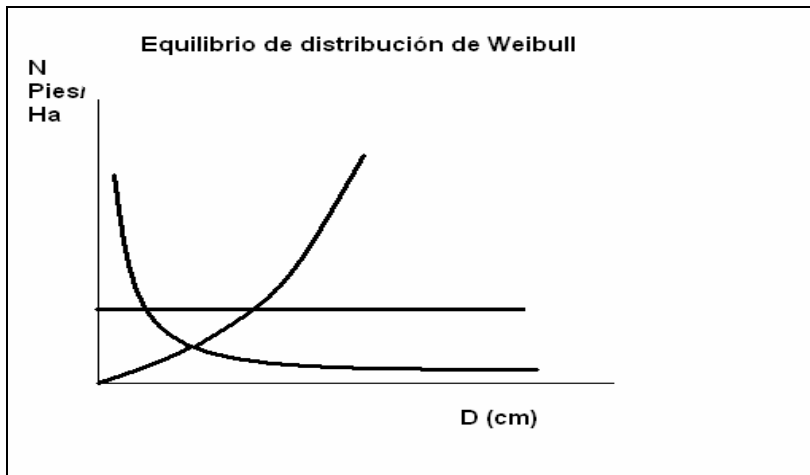
La coevolución entre el cerdo ibérico y la planta de la cual toman su principal alimento se plasmaría en una similitud entre ambos ciclos (NAREDO, 2000). La telaraña puede darse en vez de en los ejes cantidad precio en otros ejes coordenados, por ejemplo en los correspondientes al paro e inflación, respectivamente. Éstos están representados en silvicultura por el diámetro de los troncos a la altura del pecho y la densidad, respectivamente. La evolución de estas variables se expresa mediante la distribución Weibull (ver figura 3), equivalente a la curva de Phillips.

Figura 2. El modelo de la telaraña



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Distribuciones Weibull de una masa regular e irregular, correspondientes a las curvas de Phillips

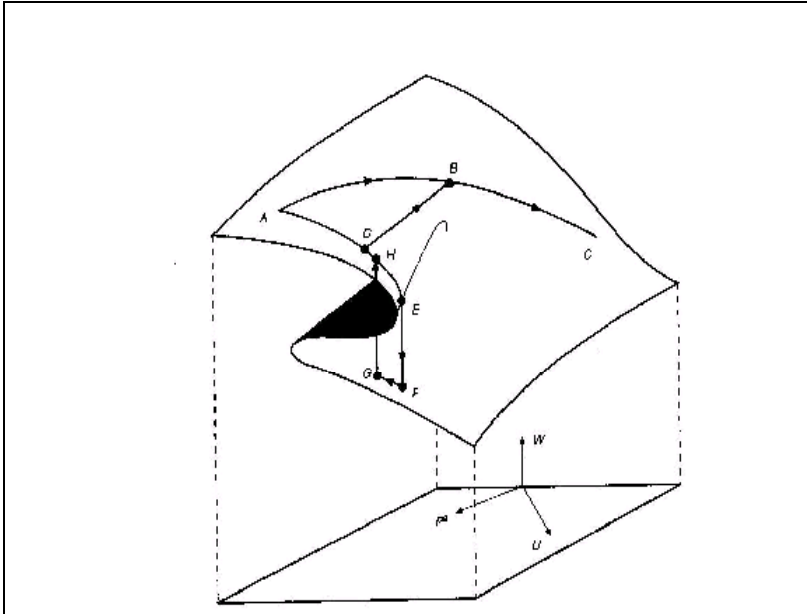


Fuente: Elaboración propia

Esta es la figura que surge del corte de una imagen tridimensional producida con el eje del índice de Reineke, o índice de densidad de la estación, correspondiente a la inflación efectiva. Según la teoría de las catástrofes se trata de una cúspide, que refleja el fenómeno de la estanflación, es decir paro con inflación, que en este caso equivale a decir grandes diámetros con elevada espesura.

Esta situación condiciona la existencia de un diámetro de referencia igual a 25 cm según Reineke, equivalente a una tasa natural de paro. Si se intenta bajar de esta tasa sólo se consigue una aceleración de la inflación. Esta situación se aprecia según la teoría de las catástrofes en el caso de la cúspide (FERNÁNDEZ, 2000). Los cambios a veces no resultan progresivos sino que se presentan en sentido inverso, brusco o "catastrófico" (MARGALEF, R., 2000), siendo el paso hacia la teoría del caos.

Figura 4. Cúspide en el espacio de paro, inflación e inflación efectiva, equivalente al de diámetro medio cuadrático (U), densidad (P) e índice de Reineke (W), respectivamente (FERNÁNDEZ, 2000)



Fuente: Elaboración propia.

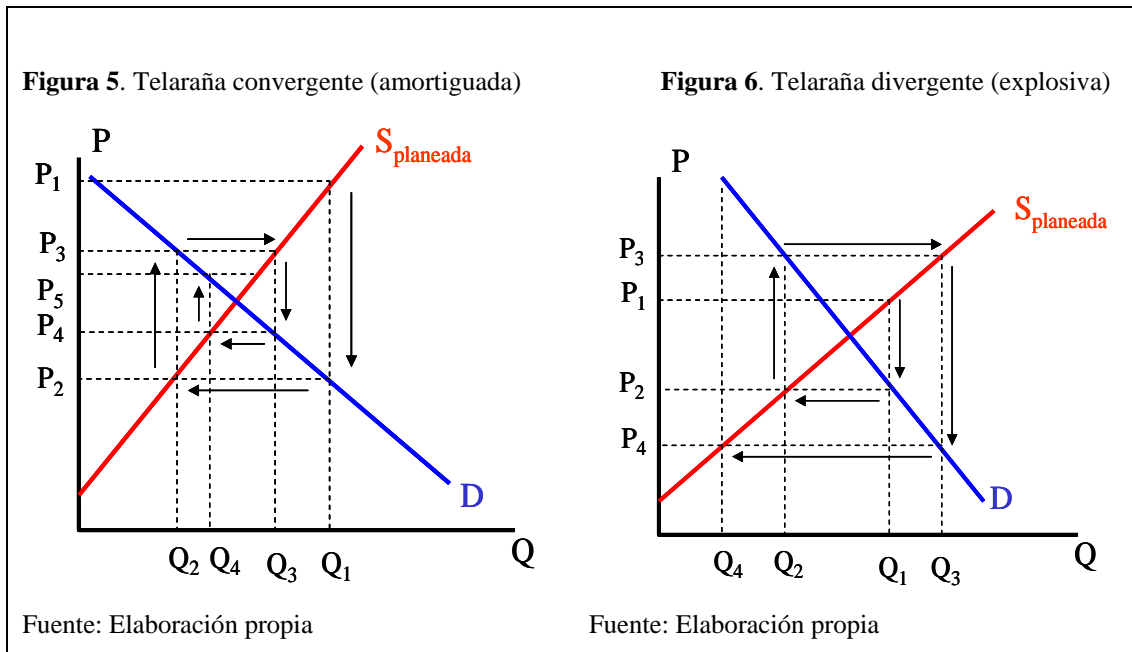
El desplome del índice de densidad de Reineke (IDR) representado por la trayectoria HEF se ve acompañado por un incremento de los diámetros y un descenso de la densidad, a medida que el adensamiento progresa. Pero en una segunda etapa se realizan claras por lo bajo (apostados) que no afectan al diámetro medio cuadrático ni a la densidad, considerando exclusivamente los pies inventariables. Para invertir dicho proceso debe darse la regeneración del arbolado, es decir, un incremento del índice de Reineke GH, que cierra la trayectoria en un ciclo de histéresis muy costoso en tiempo y dinero (Fig. 5) (GÓMEZ y USABIAGA, 1999). El coste de la regeneración se ve disminuido si se realiza de forma natural, conllevando exclusivamente costes de pérdida de renta ganadera (CAMPOS, 2004).

El retorno mediante histéresis a la situación de partida conlleva el paso más difícil en el ciclo de Holling desde la situación de destrucción creativa del oquedal, hasta la etapa de regeneración que demanda la dehesa.

2. Material y métodos

La metodología empleada en la equiparación de precios y cantidades con el nitrógeno y la hojarasca foliar es la seguida por CUEVAS et al., 2005.

La diferenciación entre telaraña convergente o divergente depende de las pendientes de las rectas de oferta y demanda, en otras palabras, de la elasticidad de las mismas (GANDOLFO, 1976).



$$Q_{st} = -c + d \cdot P_{t-1} \quad (c, d > 0)$$

$$Q_{dt} = a - b \cdot P_t \quad (a, b > 0)$$

$$Q_{st} = Q_{dt}$$

$b < d$ (valor absoluto) \Rightarrow divergente

(demanda relativamente + inelástica que la oferta)

$b > d$ (valor absoluto) \Rightarrow convergente

Se utilizará el tipo de telaraña que presenta cada formación para dilucidar la estabilidad del ecosistema, o dicho de otra forma, la sostenibilidad del mismo en cuanto a la economía del recurso fertilidad del suelo, que se traslada a la nutrición del ecosistema forestal (CHAPIN III, 1991).

3. Resultados

BORNIZAL

En cinco de los doce meses del año se obtiene una producción de hojarasca comprendida entre los 49 Kg/Ha y los 921 Kg/Ha; y la producción de nitrógeno comprendida entre los 311g/Ha y los 1,82 Kg/Ha.

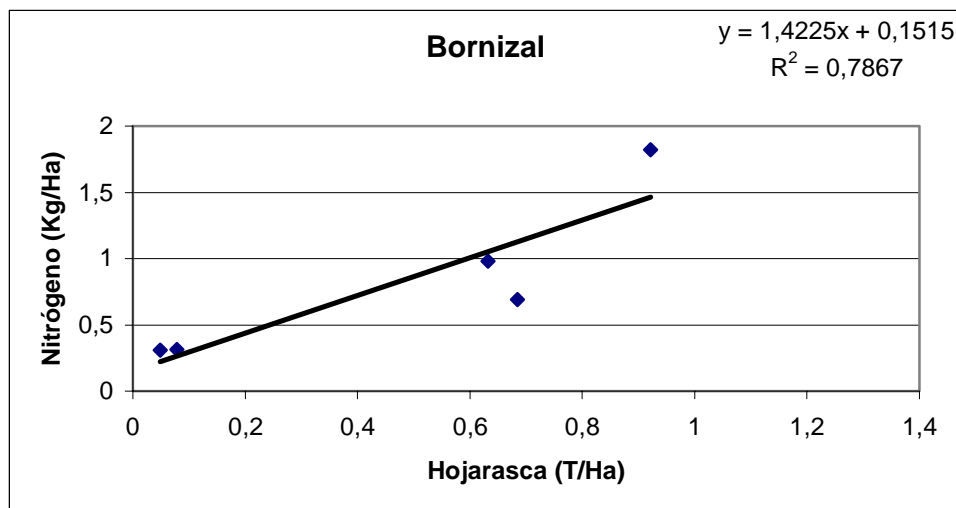


Gráfico 1. Recta de la oferta de nitrógeno en la hojarasca foliar del bornizal de Jerez de los Caballeros.

La retranslocación de nitrógeno en el bornizal, es decir, la diferencia entre el nitrógeno en vivo (N_v) y el nitrógeno en la hojarasca (N_m), está comprendida entre los 74 Kg/Ha y casi los 85 Kg/Ha. La hojarasca que contiene ese nitrógeno retenido está comprendida entre casi los 50 Kg/Ha y los 1238 Kg/Ha.

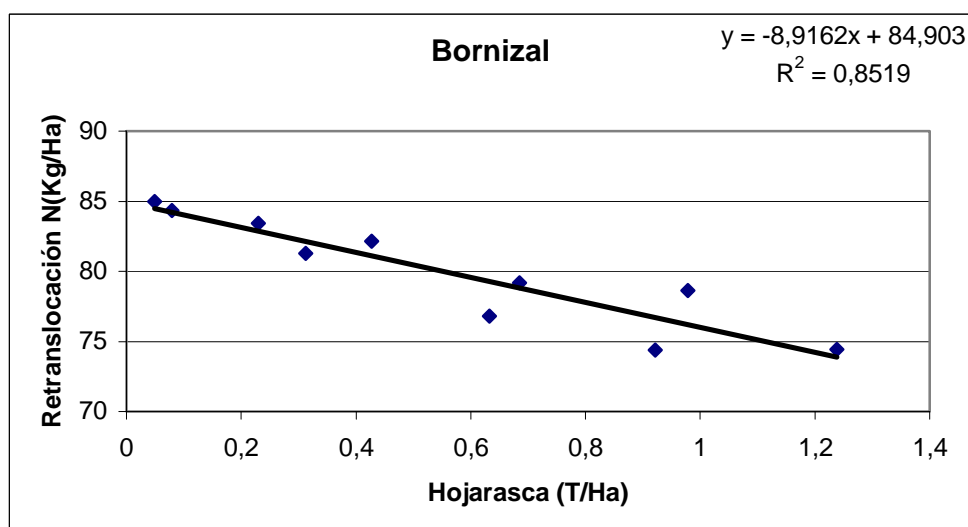


Gráfico 2. Recta de la demanda de nitrógeno en el dosel del bornizal de Jerez de los Caballeros.

Donde se cortan las dos rectas anteriores se obtiene el punto de equilibrio para el período 97/98 en el bornizal de Jerez de Los Caballeros: $x = 8,2$ T/Ha e $y = 11,8$ Kg/Ha. Este es el punto de intersección de las dos rectas, es decir, el punto donde se tira lo mismo que se retiene y el nitrógeno arrojado coincide con la retranslocación del mismo.

La pendiente de la recta de la demanda o retranslocación es superior a la de la oferta o producción de hojarasca ($b > d$), por lo que se tiene una telaraña convergente o amortiguada.

CHAPARRAL

La producción de hojarasca foliar en el chaparral está comprendida entre los 34 Kg/Ha y los 447 Kg/Ha. El nitrógeno contenido en la misma está comprendido entre los 465 g/Ha y los 3 Kg/Ha.

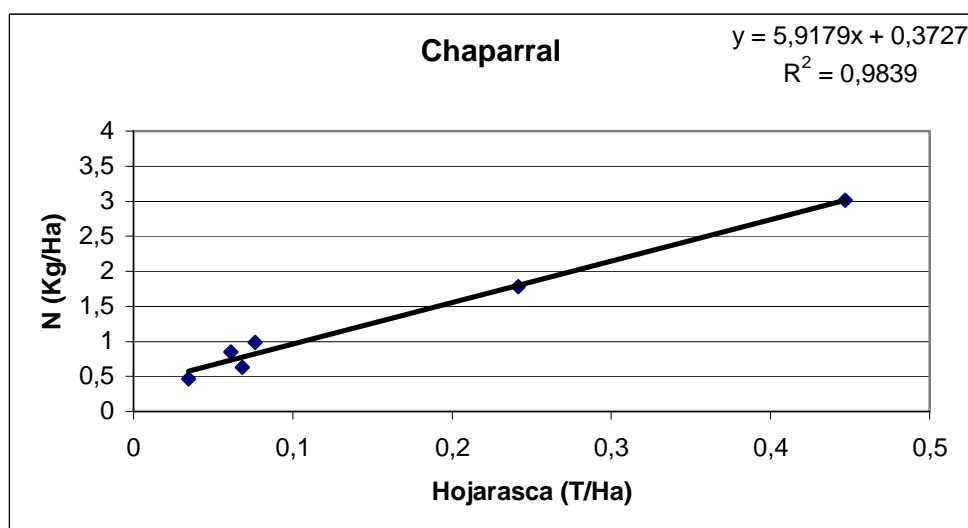


Gráfico 3. Recta de la oferta de nitrógeno en la hojarasca foliar del chaparral de Jerez de los Caballeros.

El nitrógeno retenido en la hojarasca del chaparral está comprendido entre los 40,1 Kg/Ha y los 43,3 Kg/Ha. La hojarasca que contiene ese nitrógeno está comprendida entre los 24 Kg/Ha y los 447 Kg/Ha.

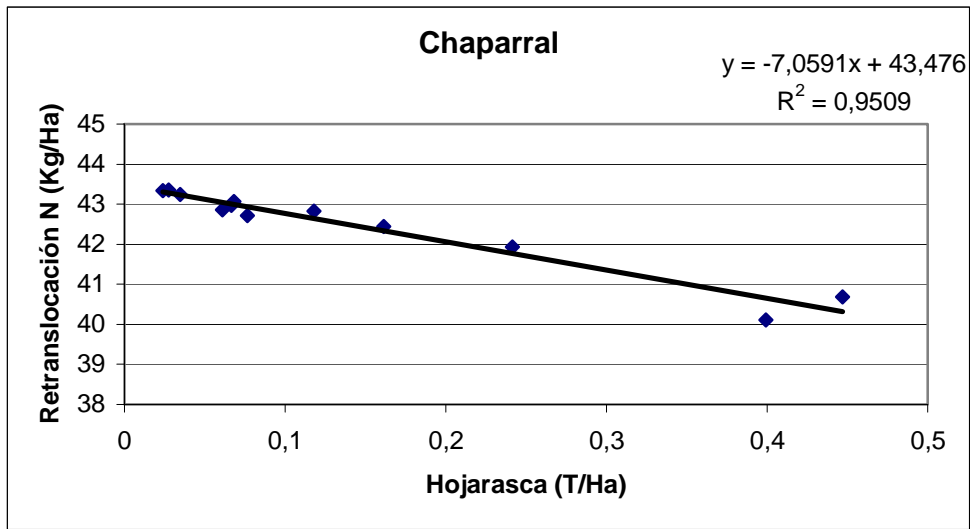


Gráfico 4. Recta de la demanda de nitrógeno en el dosel del chaparral de Jerez de los Caballeros.

El punto de equilibrio para el chaparral de Jerez de los Caballeros en el período 97/98 se halla en el punto: $x = 3,3$ T/Ha e $y = 20$ Kg/Ha.

En el chaparral también se produce una telaraña convergente o amortiguada ($b > d$).

DEHESA ENCINA

La hojarasca de la que se desprenden los tres árboles considerados está comprendida por término medio entre los 9,5 Kg/Ha y los 404 Kg/Ha. El nitrógeno contenido en esa hojarasca está comprendido entre los 44 g/Ha y casi los 1,2 Kg/Ha.

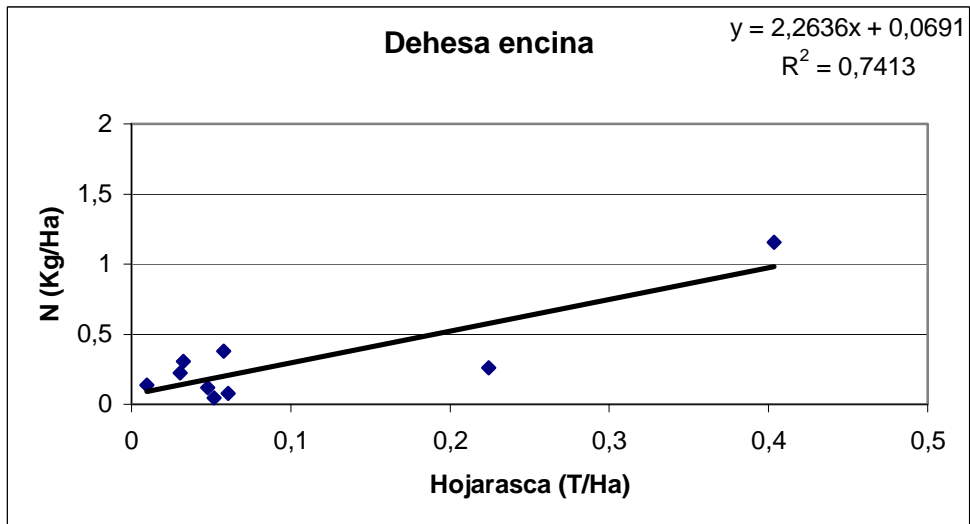


Gráfico 5. Recta de la oferta de nitrógeno en la hojarasca foliar de la dehesa de encina de Jerez de los Caballeros.

El nitrógeno retenido en la media de tres árboles está comprendido entre los 25,3 Kg/Ha y los 28 Kg/Ha. La hojarasca que contiene ese nitrógeno está comprendida entre los 9,5 Kg/Ha y los 404 Kg/Ha.

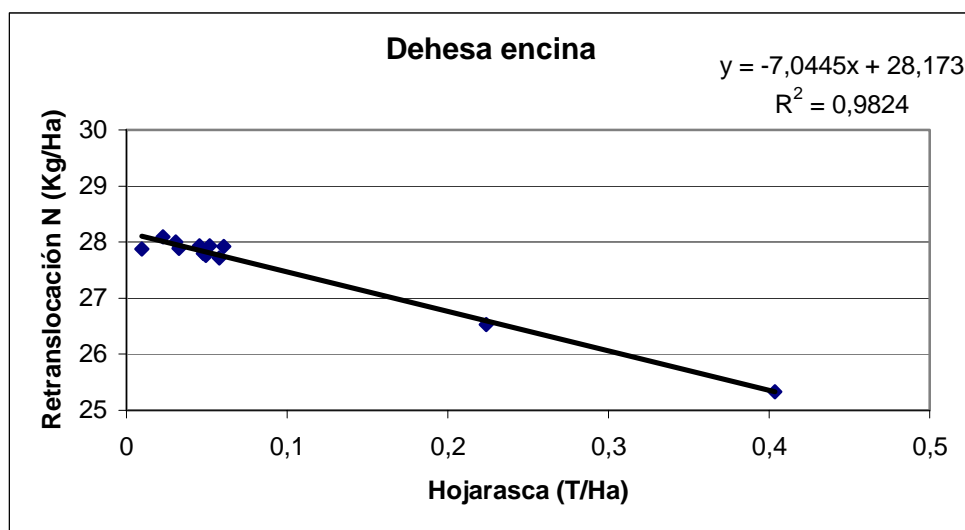


Gráfico 7. Recta de la demanda de nitrógeno en el dosel de la dehesa de encina de Jerez de los Caballeros.

El punto de equilibrio de la dehesa de encina en Jerez de los Caballeros para el período 97/98 se encuentra en: $x = 3 \text{ Tm/Ha}$ e $y = 6,9 \text{ Kg/Ha}$.

La telaraña en este caso también es convergente o amortiguada ($b > d$).

DEHESA ALCORNOQUE

El nitrógeno desprendido por el árbol medio en la dehesa de alcornoque está comprendido entre los 150 g/Ha y los 878 g/Ha. La hojarasca que contiene ese nitrógeno aportado al suelo está comprendida entre los 6 Kg/Ha y los 172 Kg/Ha.

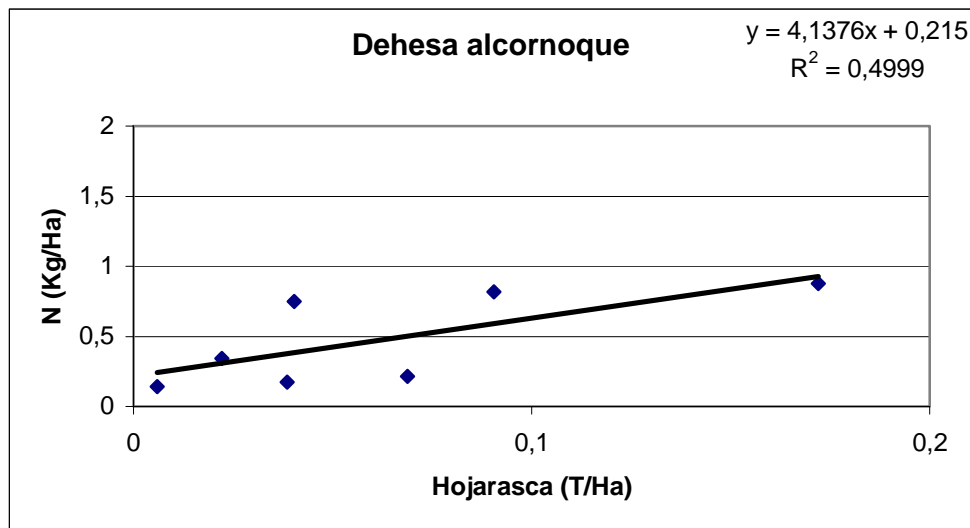


Gráfico 6. Recta de la oferta de nitrógeno en la hojarasca foliar de la dehesa de alcornoque de Jerez de los Caballeros.

El nitrógeno retenido por ese árbol medio en la dehesa de alcornoque está comprendido entre los 8,1 Kg/Ha y los 9,2 Kg/Ha. La hojarasca que contiene ese nitrógeno está comprendida entre los 6 Kg/Ha y los 172 Kg/Ha.

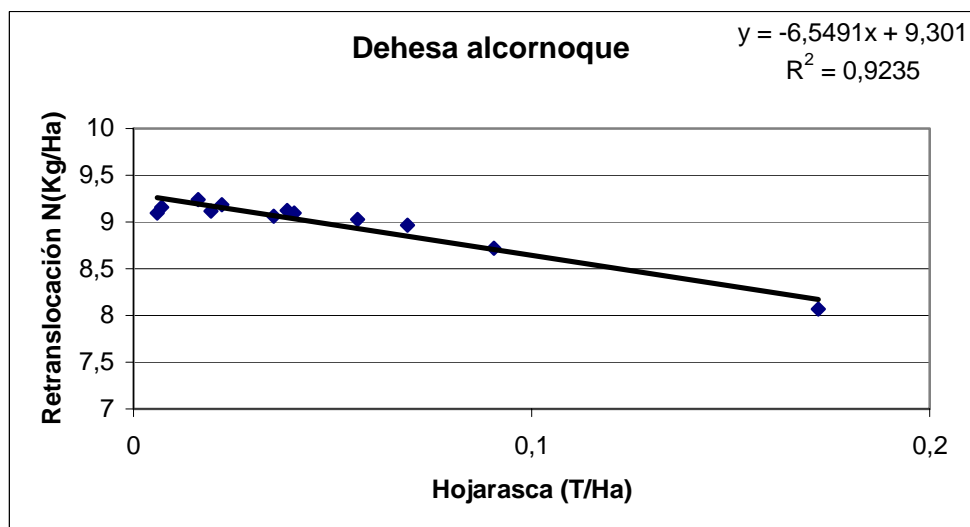


Gráfico 7. Recta de la demanda de nitrógeno en el dosel de la dehesa de alcornoque de Jerez de los Caballeros.

El punto de equilibrio en la dehesa de alcornoque para el periodo 97/98 se encuentra en: $x = 0,85$ T/Ha e $y = 3,7$ Kg/Ha.

La telaraña en este caso también es convergente o amortiguada ($b > d$).

4. Discusión

Según el Teorema de la telaraña (GANDOLFO, 1976) adaptado a la fisiología del árbol: “dado cierto estado fisiológico en que se produce un retraso en la adaptación del retorno de nutrientes a través del desfronde, el equilibrio será siempre estable, esto es, cualquier desviación de la situación de equilibrio producirá oscilaciones convergentes (o amortiguadas) hacia el punto de equilibrio si la elasticidad de la retranslocación es mayor que la del retorno de nutrientes; por el contrario, el equilibrio será inestable, esto es, cualquier desviación producirá oscilaciones divergentes (o explosivas) del punto de equilibrio siempre que la elasticidad del retorno de nutrientes sea mayor que la de la retranslocación. La unidad monetaria son los nutrientes, cuya acumulación a través del metabolismo constituye la formación de moléculas, tejidos y finalmente el producto: la biomasa. Existe un equilibrio entre la oferta y la demanda, es decir, entre el retorno de nutrientes a través del desfronde y los nutrientes con los que se queda el árbol mediante la retranslocación”.

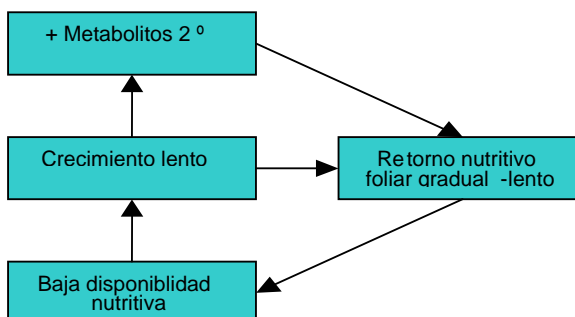
Los resultados indican que la telaraña que se produce en los cuatro ecosistemas estudiados es convergente o amortiguada, es decir, se encuentran en equilibrio estable. Se puede argumentar en ese caso, que el sistema compuesto por las cuatro formaciones es sostenible desde el punto de vista de la economía nutritiva (nitrógeno). Los niveles de nitrógeno foliar por árbol son inferiores en el caso de las masas más densas (ÚBEDA et al., 2004), en cambio el resultado del “precio” del ecosistema compuesto por la suma de los árboles es muy superior en el caso de estas masas cuya espesura es superior. Se aprecia sobre todo en el bornizal con alrededor de 80 Kg/Ha de N retranslocado.

El espacio de aplicación de este teorema es el compuesto por los nutrientes foliares, que constituyen el precio, y por la biomasa foliar desprendida a través del desfronde, que representan la cantidad. Se centra la atención en las hojas debido a su papel regulador de la respuesta de los árboles frente al estrés (DICKSON y ISEBRANDS, 1991) y por la influencia de su composición mineralógica en la calidad del corcho. En ambos casos se presenta un intercambio entre crecimiento y defensa (HERMS y MATTSON, 1992), representando la primera postura la producción de hojas y la segunda la producción de corcho, corteza, espinas, etc.

Las plantas que sobreviven en ambientes pobres en nutrientes, también suelen padecer estrés hídrico agudizando la limitación en recursos que condiciona el lento

crecimiento de la masa forestal en estos terrenos (CHAVES et al., 2002). La Figura 8 muestra el mecanismo de retroalimentación existente entre el crecimiento raquíutico y la baja fertilidad de estos terrenos, modulada a través de un retorno foliar pausado y gradual, debido a la lenta descomposición de la materia orgánica rica en compuestos defensivos (CHAPIN, 1991, HERMS y MATTSON, 1992):

Figura 8. Mecanismo de retroalimentación de la escasa fertilidad de la dehesa (CHAPIN, 1991)



Fuente: Elaboración propia

La presencia de hojas esclerófilas persistentes en estos árboles les asigna cierto grado de autocontrol sobre la irregularidad climática, siendo más sensibles a la misma que las especies caducifolias (BELLOT et al., 1992). Por esta razón estos ecosistemas están marcados por un carácter auto-organizativo (autopoiesis), cuya estabilidad se crea y se mantiene a sí misma mediante respuestas homeostáticas y homeoréticas al ambiente cambiante. La homeostasis representa el equilibrio en torno a una situación puntual concreta y la homeoresis en torno a una determinada trayectoria (NORTON y ULANOWICZ, 1992).

El papel regulador del ecosistema desempeñado por las complejas redes tróficas (REICHLE et al., 1980) se ve apoyado por una autorregulación de la biomasa y los nutrientes que circulan en el ecosistema.

Las cantidades de hojarasca, nitrógeno devuelto y punto de equilibrio muestran un orden decreciente en el siguiente rango:

BORNIZAL > CHAPARRAL > DEHESA DE ENCINA > DEHESA DE ALCORNOQUE

Esto indica una medida de la madurez del ecosistema en función de los parámetros producción de hojarasca o cantidad y retorno de nitrógeno o precio. En el

computo del ciclo global del ecosistema se produce una degradación del recurso nitrógeno, que marca la fertilidad del suelo y está relacionado con complejos problemas de la economía de la región (KONING et al., 2002).

Los puntos de equilibrio se encuentran bastante alejados de la realidad, pero al menos en las dos dehesas se podría estar más cerca si se incrementase la densidad de la masa, con el correspondiente descenso del diámetro medio cuadrático a largo plazo, lo que conllevaría valores más elevados del IDR.

Sin embargo este sistema agrosilvopastoral es el resultado de la acción del hombre sobre el ecosistema natural que ajusta la densidad del arbolado con la precipitación media anual a lo largo de más de 5000 Km² (JOFFRE et al., 1999). En un pasado no muy lejano es probable que la densidad del arbolado fuera superior para abastecer de bellota a una cabaña de cerdos superior a la actual (MARTÍNEZ, 1992).

Parece pues existir una relación directa entre número de cerdos y número de árboles, habiendo adaptado éstos últimos el comportamiento de aquellos según el conocido como el ciclo del cerdo a lo largo de generaciones. Es otra forma más de mimetismo en el ecosistema a través de la coevolución entre especies de distinto reino.

Este hecho brinda la posibilidad de internalizar una de las externalidades que ofrece el ecosistema forestal como es el de la capacidad de generar fertilidad del suelo a partir del vuelo, o retener momentáneamente el CO₂ de la atmósfera (CAMPOS, 2000; VARGAS y APARICIO, 2000).

En ambos casos son las formaciones más densas las que realizan una mayor contribución, observándose un proceso de degradación de los recursos naturales a medida que las formaciones maduran. La dehesa esta envejeciendo y necesita una regeneración. Las medidas para ello son conocidas, sólo son necesarias adecuarlas a la socioeconomía de la zona. Por ejemplo, en las tierras silvopastorales del Sahel se protegió la regeneración a muy bajo coste, colocando madera muerta, triturándola (mulching) e intercalando pequeñas piedras en el contorno de la proyección de las copas. En sólo 5 años fue posible, manteniendo bajas cargas ganaderas, conseguir con éxito la regeneración del arbolado (KESSLER et al., 1998).

TELARAÑA NO LINEAL SELVÍCOLA

La tendencia contrapuesta observada entre nitrógeno desprendido y retenido lleva a considerar con mayores garantías un parámetro como la brecha de rendimiento (SBC) donde se aglutinan ambas. Al mismo tiempo un índice robusto que condensa el diámetro de los árboles componentes y la densidad en la que se encuentran, es el índice de Reineke (IDR) en Pies/Ha.

$$IDR = N \left(\frac{0,25}{D} \right)^{-1,605}$$

donde N = densidad (Pies/Ha)

D = diámetro medio cuadrático (m)

La calidad de estación de las dehesas se podría evaluar mediante la relación existente entre IDR y SBC con un mayor número de parcelas. Esta evaluación se realizaría teniendo en cuenta la persistencia o sostenibilidad del ecosistema forestal. Asimismo se podría estudiar la relación con la producción de corcho o bellotas.

En los períodos de crisis económica aguda se suelen producir procesos revolucionarios. Este es el caso de “La Gloriosa” o revolución de 1868, que en la comarca de Jerez de los Caballeros estuvo acompañada de un alza de precios (inflación) de los bienes propios de una economía de subsistencia y de un aumento del paro (ESPAÑA, 1986). Este incremento de ambas variables económicas, inflación y paro, es un fenómeno conocido como estanflación (FRIEDMAN, 1977).

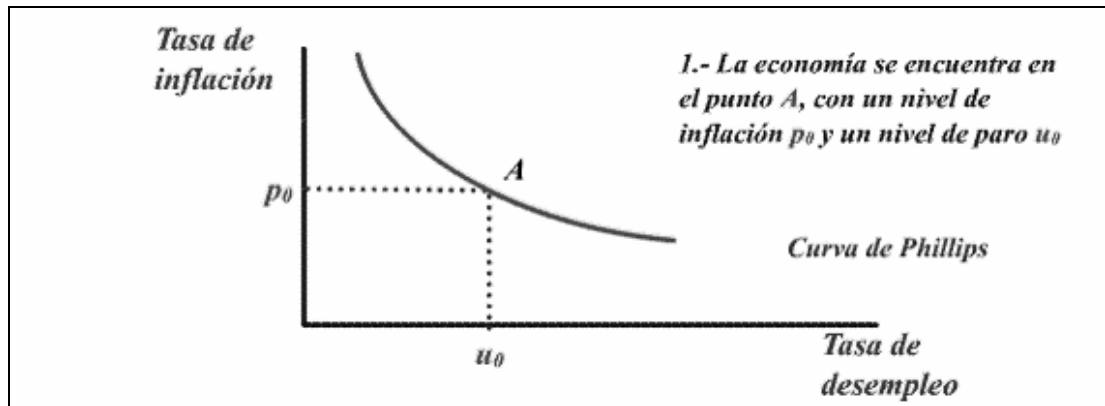
La vegetación de la dehesa, y concretamente en el ámbito mediterráneo, está sometida a una crisis continua debido a los distintos estreses que padece, nutricional e hídrico fundamentalmente, y a las diferentes acometidas periódicas de perturbaciones (“disturbance”) que constituyen los aprovechamientos que se extraen de la masa forestal: descorches y podas principalmente. La inflación es equivalente a la densidad de la masa forestal, que tiende a subir de forma natural pero que puede reducirse por la acción humana (FISCHER y DORNBUSH, 1986).

El paro (P) es equivalente al diámetro de los troncos que va aumentando progresivamente en el proceso de adhesamiento del bosque, existiendo una tasa natural del paro, equivalente al diámetro de referencia de 25 cm. del índice de densidad de Reineke (IDR)

El bosque en estado natural, según el criterio biológico de Liocourt se presenta con una disminución progresiva del número de pies o densidad, en función de la clase diamétrica (Figura 9). Esta curva es semejante a la de los salarios y la

inflación en economía, la conocida como curva de Phillips (FISHER y DORNBUSCH, 1986). Como señala la curva si la economía se encuentra en el punto A cualquier desplazamiento por la misma da lugar a una variación en sentido inverso entre ambas variables.

Figura 9: Curva de Phillips



Fuente: Elaboración propia

Los salarios se representan en el ecosistema forestal mediante el número de pies que es capaz de soportar una determinada productividad primaria neta potencial (GANDULLO, 1985). Es lo que la Naturaleza esta dispuesta a pagar dada una determinada fertilidad del suelo. A medida que el sistema se humaniza tiende hacia un equilibrio estacionario de baja inflación (ARIFOVIC, 1995), al igual que en estos bosques adhesados, si se pretende lograr una cierta estabilidad y persistencia de los mismos, deben presentar bajas clases diamétricas, es decir, regeneración en el sistema más próximo a una masa irregular natural como una curva de demanda.

Sin embargo, la tendencia al progresar el adhesamiento es la contraria, queda mayor número de pies por hectárea de las clases diamétricas superiores (DEL POZO, 2004) al eliminarse los focos de regeneración progresivamente, aunque existe una caída en las etapas finales. Esta es la distribución de los pies por hectárea en función de los diámetros según una distribución Weibull, cuya simplificación es el caso de la recta de Reineke (SERRADA, 2004) .

$$N_i = \frac{c}{b} \left[\frac{D_i - a}{b} \right]^{c-1} e^{-\left[\frac{D_i - a}{b} \right]^c}$$

donde

N_i = densidad

Di = diámetro

a, b, c = parámetros de forma de la curva

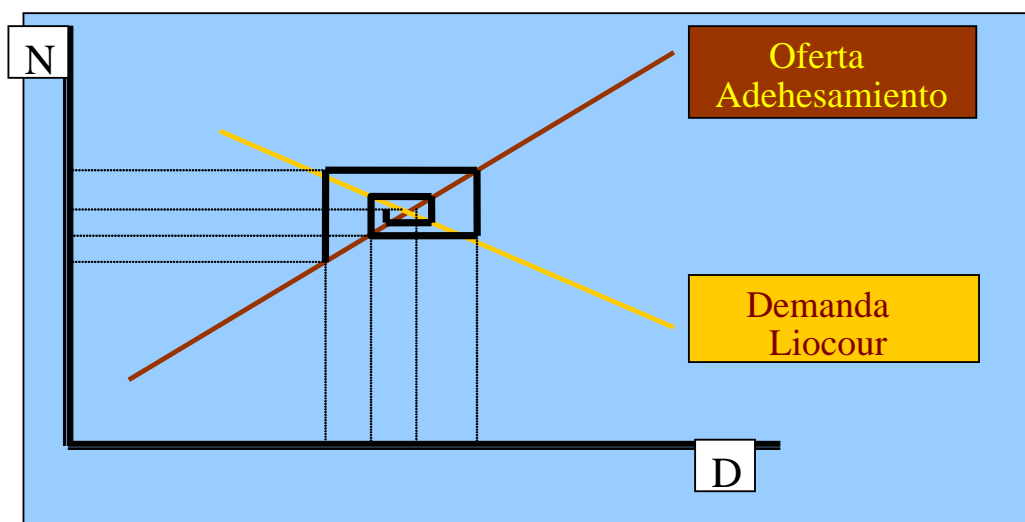
e = inverso del logaritmo neperiano

Las dos curvas se cortarán en determinados puntos de equilibrio del teorema de la telaraña no lineal (GANDOLFO, 1976) ahora extendido al caso general selvícola a partir del particular de cada árbol (FERNÁNDEZ, 2000).

El ciclo se repite pasando por los cuatro estados en el teorema de la telaraña. El sistema “aprende” de los antiguos errores (ARIFOVIC, 1994) para adaptarse a la escasez de nutrientes a través de sucesivas secuencias: bosque inmaduro (irregular) – monte bajo (regular) – dehesa densa – dehesa clara. La secuencia debe continuar si se quiere seguir disfrutando de este ecosistema, aunque la situación actual es acorde con el cambio climático que favorece la ocupación de antiguos robledales (*Quercus pyrenaica* Willd.) por encinares (*Quercus rotundifolia* Lam.). El secuestro de carbono total es superior en los sistemas densos y más eutróficos (GALLARDO y GONZÁLEZ, 2004).

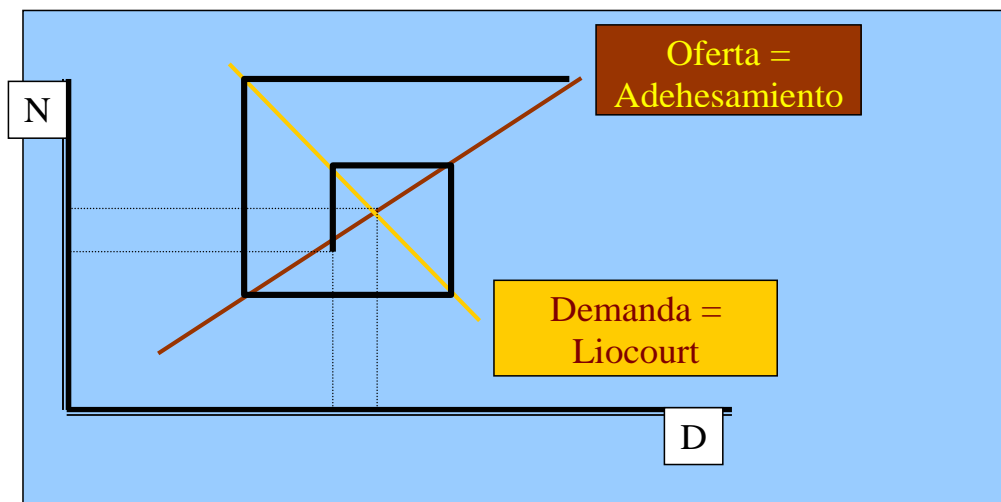
Este proceso conlleva una externalidad positiva, es decir que no se refleja directamente en el mercado (PYNDICK y RUBINFELD, 2001). Se debería comenzar a tener en cuenta estos aspectos en la contabilidad de las fincas que contribuyen a la mejora del medio ambiente (CAMPOS, 2000; NAREDO, 2000).

Figura 10. Modelo estable del teorema de la telaraña aplicado a las regresiones de la curva biológica de Liocourt y del adhesamiento. N (densidad), D (diámetro medio cuadrático).



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Modelo inestable del teorema de la telaraña aplicado a las regresiones de la curva biológica de Liocourt y del adhesamiento. N (densidad), D (diámetro medio cuadrático).



Fuente: Elaboración propia

Una solución de compromiso establecida por DEL POZO (2004), en su método de Ordenación de la Dehesa, es ni la pendiente negativa de la curva biológica de Liocourt ni la positiva del adhesamiento, sino una constante en el número de pies por hectárea para cada clase diamétrica. Esto se corresponde con la tendencia del pronóstico realizado por GÓMEZ y USABIAGA, 1999 de una curva de Phillips prácticamente horizontal a partir del 2001, manteniéndose la inflación en un nivel bajo y reduciéndose también la tasa de paro.

La tasa natural de desempleo o NAIRU, es decir, el diámetro de referencia, debería fijarse para las especies de la dehesa. Sería un paso adelante en el descubrimiento de si se trata de un fenómeno de histéresis o de euroesclerosis, o quizás ambas visiones sean complementarias (BLANCHARD, 2000). Sólo es una hipótesis pero el incremento de la esclerofilia puede ser una conexión entre salud forestal y senescencia, a través de las distintas escalas del paisaje (TURNER et al., 1993).

El primero se debe al incremento progresivo de la tasa natural de desempleo, es decir, el diámetro de referencia. El segundo sería atribuible a la esclerofilia característica de las especies forestales mediterráneas, que ralentiza el ciclo de nutrientes mediante la lenta descomposición de la hojarasca en el suelo (BELLOT et al., 1992). La estrategia seguida con el manejo de la dehesa es la de dejar hacer a la Naturaleza (BATBYAL, 2000), pero el aprovechamiento ganadero abusivo no es

compatible con la persistencia de la misma, exigiendo la regeneración natural como motor del *ecosistema* global.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido llevada a cabo en el Dpto. de Producción Forestal y Pastos de la Consejería de Infraestructuras e Innovación Tecnológica de la Junta de Extremadura.

Bibliografía

1. ARIFOVIC, J., 1994. Genetic algorithm learning and the cobweb model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18: 3-28.
2. ARIFOVIC, J., 1995. Genetic algorithms and inflationary economies. *Journal of Monetary Economics*, 36:219-243.
3. BELLOT, J.; SÁNCHEZ, J.R.; LLEDÓ, M.J.; MARTÍNEZ, P. y ESCARRÉ, A., 1992. Litterfall as a measure of primary production in Mediterranean holm-oak forest. In: ROMANE, F. y TERRADAS, J. (Ed.). *Quercus ilex L. ecosystems: function, dynamics and management*. Kluwer Academic Publishers. 1990.
4. BLANCO E., CASADO M.A. et al., 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Ed. Planeta, Barcelona.
5. BLANCHARD, O., 2000. *Macroeconomía. 2ª Ed.* Prentice Hall. Madrid.
6. CAMPOS, P., 2000. La renta total del alcornoque. *Jornadas sobre manejo y conservación de alcornocales*. Palacio de Congresos y Exposiciones (IFECA). Jerez de la Frontera, 6, 7 y 8 abril.
7. CAMPOS, P., 2004. Towards a sustainable global economics approach for Mediterranean agroforestry systems. In: (SCHNABEL, S. and FERREIRA, A. (Eds.)). *Sustainability of agrosilvopastoral systems (Dehesas, Montados)*. *Advances in geoecology* 37: 13-28.
8. CUEVAS, S.; VÁZQUEZ, F.M^a. y TORRES, E., 2005. Producción de hojarasca en monte adhesado del suroeste de Extremadura: implicaciones de la biomasa y fertilidad del suelo con el manejo. *Congreso Internacional Alcornocales, Fábricas y Comerciantes. Pasado, Presente y Futuro del Negocio Corchero*. 17-19 de febrero de 2005. Palafrugell (Girona).
9. CHAPIN III, F.S. 1991. Effects of multiple environmental stresses on nutrient availability and use. *En: MOONEY, H.A.; WINNER, W.E.; PELL, E.J. y CHU, E. (eds.). Response of plants to multiple stresses*, pp.: 67-88. Academic Press. San Diego.
10. CHAVES, M.M., PEREIRA, J.S., MAROCO, J., RODRIGUES, M.L., RICARDO, C.P.P., OSÓRIO, M.L., CARVALHO, I., FARIA, T. & PINHEIRO, C., 2002. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth. *Annals of Botany*, 89: 1-10.
11. DEL POZO, J.L., 2004. *Método del tramo en densificación en varias repeticiones*. Transferencia de tecnología en la Dehesa Fundecyt. Fregenal de la Sierra, 24 noviembre 2004.
12. DICKSON R.E & ISEBRANDS J.G., 1991. Leaves as regulators of stress response. In: Mooney HA, Winner WE, Pell EJ (eds). *Response of plants to multiple stresses*. Academic Press, San Diego, pp. 3-34.

13. ESPAÑA, R., 1986. *La revolución de 1868 en la comarca de Jerez de los Caballeros*. Tesis de Licenciatura. U.N.E.D. Mérida (Badajoz).
14. FERNÁNDEZ, A., 2000. *Dinámica caótica en Economía*. McGraw-Hill (Ed.). Madrid.
15. FISCHER, S. y DORNBUSCH, R., 1986. *Economía*. McGraw-Hill (Ed.). Madrid.
16. FRIEDMAN, M., 1977. *Paro e inflación*. Unión Editorial, S.A. Madrid.
17. GALLARDO, J.F. y GONZÁLEZ, M.I., 2004. Sequestration of carbon in Spanish deciduous oak forests. In: SCHNABEL, S. y FERREIRA, A. (Eds.). *Sustainability of agrosilvopastoral systems (dehesas, montados)*. International Union of Soil Science. Reiskirchen, Germany.
18. GANDOLFO, G., 1976. *Métodos y modelos matemáticos de la dinámica económica*. Biblioteca TECNO de ciencias económicas.
19. GANDULLO, J.M^a., 1985. *Ecología forestal*. (Ed.) Fundación Conde del Valle de Salazar (FUCOVASA). E.T.S.I. de Montes. Madrid.
20. GÓMEZ, F. y USABIAGA, C., 1999. La relación inflación-desempleo en la economía española (1964-98): Una interpretación. *Revista Estudios de Economía Aplicada*, 13: 65-86.
21. GUNDERSON, L.H.; HOLLING, C.S. & PETERSON, G.D., 1999. Resilience in Ecological Systems. En: JORGENSEN, S.E. & MÜLLER, F. (Eds.). *Handbook of Ecosystem Theories and Management*. Lewis Publishers. Boca Raton.
22. HELLEGERS, P., 1999. The role of the Common Agricultural Policy in maintaining High Nature Value farming systems in Europe. In: RING, I.; KLAUER, B., WÄTZOLD, F. & MANSSON, B.A. (Eds.). *Regional Sustainability. Applied ecological economics bridging the gap between natural and social sciences*. Physica-Verlag Heidelberg. New York.
23. HERMS, D.A. y MATTSO, W.J. 1992. The dilemma of plants: to grow or defend. *Quarterly Review of Biology*. 67: 283-335.
24. JOFFRE, R.; RAMBAL, S. y RATTE, J.P., 1999. The dehesa system of southern Spain and Portugal as a natural ecosystem mimic, *Agroforestry Systems*, 45: 57-79.
25. KESSLER, J.J, SLINGERLAND, M.A. & SAVADOGO, M., 1998. Regeneration of sylvopastoral lands in the Sahel zone under village management conditions. *Land Degradation and Development*, 9: 95-106.
26. KIMMINS, J.P., 2004. *Forest Ecology*, 3^E. Prentice Hall. University of British Columbia.
27. KONING et al., 2002. Wageningen views on food security. library.wur.nl/way/catalogue/documents/Wageningen_UR_visions.pdf
28. MARGALEF, R., 2000. El marco ecológico para iluminar la sociedad actual. In: NAREDO, J.M. y PARRA, F. (Eds.). *Economía, ecología y sostenibilidad en la sociedad actual*. Fundación Universidad de Verano de Castilla y León. Siglo XXI de España Editores, S.A. Madrid.
29. MARTÍNEZ, M.R., 1992. *El libro de Jerez de los Caballeros*. Reedición conmemorativa V centenario.
30. NAREDO, J.M., 2000. El metabolismo de la sociedad industrial y su incidencia planetaria. In: NAREDO, J.M. y PARRA, F. (Eds.). *Economía, ecología y sostenibilidad en la sociedad actual*. Fundación Universidad de Verano de Castilla y León. Siglo XXI de España Editores, S.A. Madrid.
31. NORTON, B.G. y ULANOWICZ, R.E.. 1992. Scale and biodiversity policy: A hierarchical approach. *Ambio*, 21(3): 244 - 249.

32. PYNDICK, R.S. y RUBINFELD, D.L., 2001. *Microeconomía*. 5ª Edición. Prentice Hall. Pearson Educación, S.A. Madrid.
33. REICHLE, D.E., O'NEILL, R.V. Y HARRIS, W.F., 1980. Principios de intercambio de energía y de materia en los ecosistemas. En: *Conceptos unificadores en ecología*. Blume ecología. Barcelona.
34. SERRADA, R., 2004. *Apuntes de Selvicultura*. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.
35. STRASBURGER, E., ZIEGLER, H. y SITTE, P., 1994. *Tratado de Botánica*. 8º. Omega. Barcelona.
36. TOPP, C.F.E., 2002. Utilising the concept of nutrients as a currency within organic farming system. En: POWELL et al. (eds.). *UK Organic Research 2002: Proceedings of the COR Conference, 26-28th March 2002, Aberystwyth*, pp. 157-160.
37. TURNER, M.G.; ROMME, W.H.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. y KRATZ, T.K., 1993. A revised concept of landscape equilibrium: Disturbance and stability on scaled landscapes. *Landscape Ecology*, 8(3): 213-227.
38. ÚBEDA, X., FERREIRA, A. Y SALA, M., 2004. The nutritive status of *Quercus suber* L. in the province of Girona, Spain: a foliar analysis. In: SCHNABEL, S. y FERREIRA, A. (Eds.). *Sustainability of agrosilvopastoral systems (dehesas, montados)*. International Union of Soil Science. Reiskirchen, Germany.
39. VARGAS, J.D. y APARICIO, M.A.; (2000). *El cerdo ibérico en la dehesa extremeña. Análisis Técnico y Económico*. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura.