
MANUAL

APLICACIONES INFORMÁTICAS PARA LA
CARACTERIZACION ECONÓMICA DE LOS USOS
DEL AGUA EN UNA DEMARCACIÓN
HIDROGRÁFICA

AGRICULTURA y GANADERÍA

Ministerio de Medio Ambiente
Septiembre 2007

3.- AGRICULTURA.

Este documento es un manual de la aplicación que se ha construido para el cálculo de las presiones de la agricultura, a la vez que explica y argumenta los supuestos y cálculos realizados. La presente nota pretende servir de apoyo para replicar estos cálculos en cualquier cuenca hidrográfica. Las dos partes en las que se articula el documento recorren las etapas seguidas en la construcción de la aplicación: información utilizada y cálculos y resultados.

3.1.- Información

En esta apartado se presentan los datos que se utilizan en los cálculos; existen dos tipos: la información depurada proveniente de diversas fuentes y los escenarios o hipótesis que proponga el usuario de la herramienta.

3.2.- Bases de datos necesarias

- Censo Agrario (INE, 1989 y 1999). Encontraremos aquí las superficies de cada cultivo en cada comarca en hectáreas, para secano y regadío. También es necesario sacar estas mismas superficies según método de riego.
- Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE), 2005, MAPYA. Datos de superficies de cultivos, secano y regadío, por provincias y grupo de cultivo.
- Datos de la encuesta piloto de Consumo de Fertilizantes (MAPYA, 2000). Estos datos son las ventas de fertilizantes, para cada tipo de cultivo¹, que han tenido lugar en cada CCAA. Se asume que lo que se vende en una CCAA es consumido completamente en esa misma comunidad. Por tanto la cifra que se utiliza trata de representar la cantidad de fertilizantes que se utilizan y que por tanto puede no coincidir con las necesidades recomendadas de cada cultivo. Todas las comarcas incluidas en la CCAA tendrán la misma dosis (Kg/ha).
- Necesidades hídricas de los cultivos. Estimadas mediante el método de Penman-Monteith a partir de los datos del Instituto Nacional de Meteorología, se encuentran disponibles a nivel comarcal.
- Necesidades de agua por cultivo. Se emplea el método de Penman-Monteith para el cálculo de las necesidades hídricas.
- Eficiencia de los sistemas de riego. Se tiene una eficiencia por cada método de riego.
- Plan Nacional de Regadíos. Se obtienen las nuevas superficies de regadío para el horizonte de planificación 2010, 2015 y 2027 en cada zona regable, asignándolo a comarcas agrarias.
- Expansión porcentual de la Superficie Cultivada debido a revisión intermedia de la PAC. Aparece en el documento *“Prospect for Agricultural Markets and Income in the European Union 2006-2013”*. European Comission (2006).

¹ Los tipos de cultivo que utiliza esta encuesta son diferentes de los que presenta el INE. Hay que asignarlos o reagruparlos para que cuadre.

3.3.- Escenarios

La misión fundamental de los escenarios es permitir la posibilidad de introducir información alternativa, puesto que no existe un consenso total respecto a que datos utilizar. Los escenarios se encuentran en la parte superior de la hoja “Escenario” de la Aplicación. Es posible saltar de un bloque a otro mediante los botones programados a tal efecto; éstos están dispuestos de izquierda a derecha en el siguiente orden:

- E.1. Aumento de la superficie de regadío para el período 2001-2015 en hectáreas para toda la cuenca. Corresponde al Horizonte de Planificación 1998-2010 del Plan Nacional de Regadíos (PNR). En una tabla se ofrece el aumento de superficie de regadío en cada comarca. La información del PNR, que viene por zonas regables, hay que asignarla a municipios y después a comarcas.
- E.2. Variación de la superficie agraria. Como referencia se utiliza la tasa de variación interanual en porcentaje obtenida a partir de los censos Agrarios de 1989 y 1999 para el conjunto de la Demarcación.
- E.3. Crecimiento restringido por razones institucionales o por modificaciones en los incentivos financieros. La referencia actual proviene del documento de la Comisión Europea (*Prospect for Agricultural Markets and Income in the European Union*, 2006-2013). Para cada cultivo PAC se dan las variaciones de superficie, para lo que es necesario “marcarlos” poniendo un “1” en la columna criterio. Cabe incluir en este apartado restricciones que propongan los sectores o la propia Confederación. Un documento más actualizado que puede aportar mejor información es el Scenar 2020, también de la Comisión Europea y disponible en su web.
- E.4. Eficiencia de la técnica de riego en cada comarca y eficiencia del riego localizado.
- E.5. Necesidades de agua por grupo de cultivo.
- E.6. Dosis de fertilizantes por grupo de cultivo.

3.4.- Cálculos

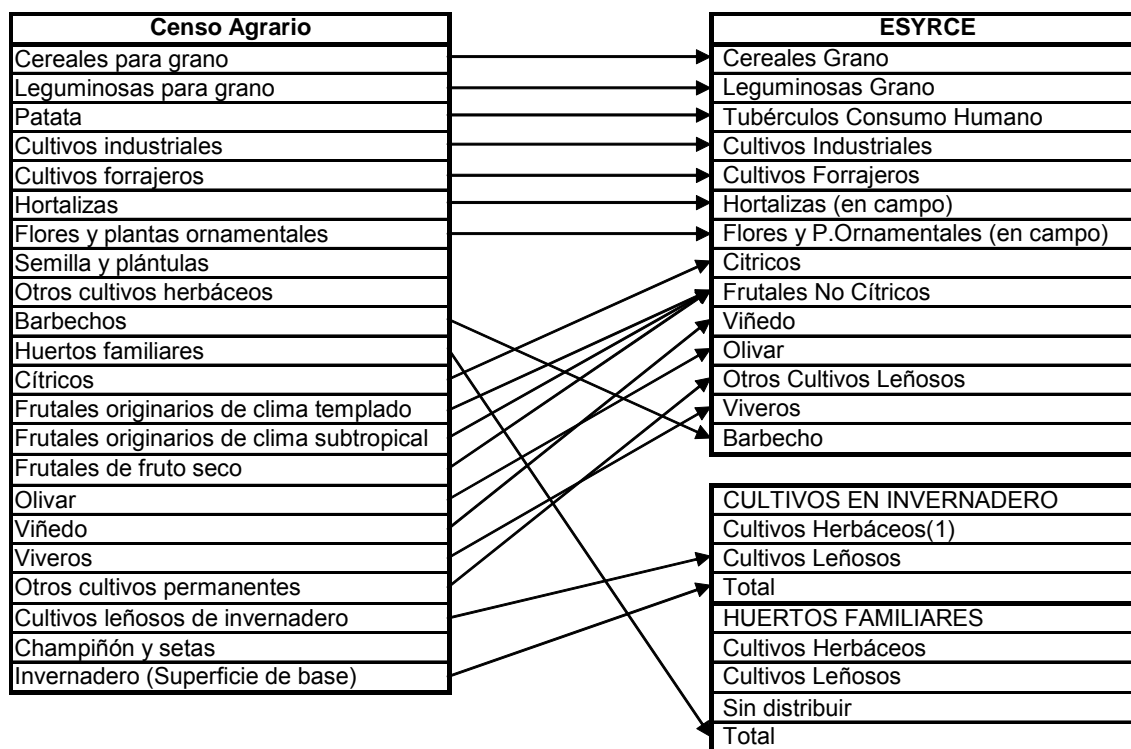
C.1. Superficie en 2005 (Hoja Comarcas 2005)

La información más actualizada de la que disponemos para 2005 es la Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos, con datos provinciales por grupos de cultivos, y las hojas 1T, con datos municipales y cultivos, no disponibles para todo el territorio y de no muy buena calidad cuando se trata de zonas donde hay una elevada presencia de cultivos no apoyados por la PAC. En la aplicación actual, para trabajar a nivel comarcal, nos es suficiente con trabajar con los datos de ESYRCE.

Para lograr tener datos comarcales en 2005 a partir de ESYRCE, es necesario apoyarnos en los datos del Censo Agrario de 1999. Para ello tomamos los datos provinciales del Censo 1999 y de ESYRCE 2005 por grupo de cultivo y calculamos una tasa interanual de crecimiento, que aplicaremos a cada una de las comarcas en 1999. Así, manteniendo

la superficie provincial de 2005, tendremos una aproximación a la desagregación comarcal. Este supuesto hace que cada comarca de una misma provincia crece al mismo ritmo entre 1999 y 2005.

Censo Agrario y ESYRCE no utilizan la misma clasificación de grupos de cultivos, por lo que será necesario asignar correctamente los grupos. La siguiente tabla muestra las principales asignaciones llevadas a cabo:



Además se calculan las superficies totales por CCAA y DH, datos que sirven para alimentar la Hoja Resumen 2001.

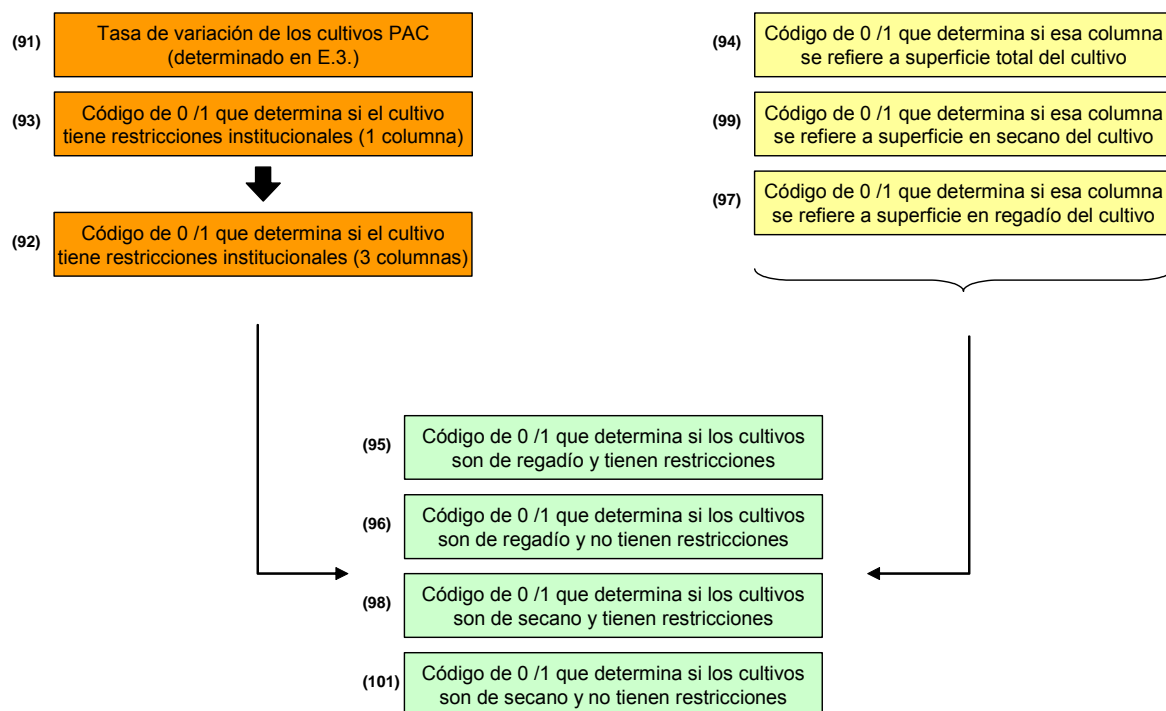
C.2. Eficiencias técnicas de riego comarcales en 2005 (Hoja Escenario)

Aunque en la aplicación sólo se muestra el resultado de los cálculos, este se basa en el mismo método de cálculo de las superficies por cultivo. Por una parte, ESYRCE nos proporciona la superficie regada según sistema de riego a escala provincial, y por otra, Censo 1999 lo hace a escala comarcal. Mediante un proceso idéntico al cálculo de superficies por grupos de cultivo, se calcula la superficie regada por sistema de riego a nivel comarcal en 2005, con la única diferencia que el grupo “aspersión” de Censo 1999 se divide entre “aspersión” y “automotriz” en ESYRCE 2005.

C.3. Variaciones de superficie según tendencias y nuevos regadíos (Hoja Intermediate 2015)

En esta hoja es fundamental el papel de unas variables dicotómicas que se calculan en las filas inferiores. Se trata de construir unos vectores de ceros y unos que servirán para

realizar productos vectoriales y para implementar funciones condicionales que se verán más adelante. En la siguiente figura se muestra la génesis de estas filas y su significado:



Entre paréntesis la fila correspondiente en la aplicación del Ebro.

Fuente: Elaboración propia

Figura 1.- Vectores dicotómicos de la hoja “Intermediate”

Estas filas de unos y ceros o vectores permiten calcular las siguientes superficies por comarca:

- * **S1.** Superficie total en 2005 de cultivos de secano que no tienen restricciones (Columna BH). Para ello se multiplica el vector C101²:BB101 por la superficie de cultivos de cada comarca en 2005 (vectores Di:BBi³, de la hoja “Comarcas2005”).
- * **S2.** Superficie total en 2005 de cultivos de regadío que no tienen restricciones (Columna BE). Para ello se multiplica el vector C96:BB96 por la superficie de cultivos de cada comarca en 2001 (vectores Di:BBi, de la hoja “Comarcas2005”).
- * **S3.** Variaciones de superficie de regadío como consecuencia de las restricciones institucionales (Columna BC). Para ello se multiplica el vector C92:BB92 por el

² Este número coincide con el que aparece entre paréntesis en la Figura 1, correspondiente a la cuenca del Ebro.

³ Se refiere a las filas que ocupan cada comarca. En el caso de la DH Ebro estas filas van de la 3 a la 73

vector C96:BB96 y por la superficie de cultivos de cada comarca en 2001 (vectores Di:BBi, de la hoja “Comarcas2005”).

- * **S4.** Variaciones de superficie de secano como consecuencia de las restricciones institucionales (Columna BF). Para ello se multiplica el vector C92:BB92 por el vector C99:BB99 y por la superficie de cultivos de cada comarca en 2001 (vectores Di:BBi, de la hoja “Comarcas2005”).

Estas otras superficies también aparecen o se calculan en este bloque:

- * **S5.** Nueva superficie de regadío (Columna BD). Proviene de E1.
- * **S6.** Variación de la superficie agraria útil según la tendencia histórica y el aumento global de la superficie agraria del escenario (E.2) (Columna BS). Para ello se tiene en cuenta:
 - o Superficie cultivada en el año base.
 - o Variación de la Superficie Agraria (E.2) expresada, como se vio antes, como una tasa de crecimiento interanual.
 - o El crecimiento interanual de la superficie de cultivo total de la comarca observado en el período 1989/1999, dividido por ese mismo crecimiento observado en el conjunto de la Demarcación.
- * **S7.** Total de la variación de la superficie de secano (Columna BG). Es la diferencia entre **S6** y **S5**; esto es, la diferencia entre lo que aumenta el regadío y la nueva superficie agraria.

Se calculan algunas superficies más que se utilizan a modo de comprobación:

- * **S8.** Variación de la superficie en regadío tras los cálculos realizados en esta hoja (Columna BJ).
- * **S9.** Variación de la superficie secano tras los cálculos realizados en esta hoja (Columna BK).
- * **S10.** Diferencia entre **S8** y **S9** (Columna BL).
- * **S11.** Se muestra la diferencia entre el aumento neto de superficie calculado por el método descrito en **S10** y anteriores y **S6** (Columna BM).

También se contemplan las superficies censales (total, secano, regadío) de los años 1989 y 1999:

- * **S12.** Superficie de secano según el Censo de 1989 (Columna BN).
- * **S13.** Superficie de secano según el Censo de 1999 (Columna BO).
- * **S14.** Incremento anual de superficie de secano entre 1989 y 1999 (Columna BP).
- * **S15.** Superficie de regadío según el Censo de 1989 (Columna BQ).

- * **S16.** Superficie de regadío según el Censo de 1999 (Columna BR).
- * **S17.** Incremento anual de superficie de regadío entre 1989 y 1999 (Columna BS).
- * **S18.** Superficie de cultivo total según el Censo de 1989 (Columna BT).
- * **S19.** Superficie de cultivo total según el Censo de 1999 (Columna BU).
- * **S20.** Incremento anual de superficie total entre 1989 y 1999 (Columna BV).

Las variaciones de superficie por agrupación de cultivo y orientación se calculan de la siguiente manera:

Regadío

Una formulación condicional que se basa en la fila 95 (PAC=1 REG) distingue si los cultivos tienen restricciones institucionales o no.

– Con restricciones institucionales:

$$S_{i,j} = S_{i,j}(2005) \cdot \Delta[2005 - 2015] \quad i \equiv \text{comarca}; j \equiv \text{cultivo}$$

Se aumenta la superficie que había en 2005 según el porcentaje de la fila 91, que lee directamente desde E.3.

– Sin restricciones institucionales:

$$S_{i,j} = \frac{S_{i,j}(2005)}{\sum_{j=1}^n S_i(2005)} \cdot (S3 + S5) \quad i \equiv \text{comarca}; j \equiv \text{cultivo}$$

Los cultivos cuyo comportamiento no se rija por restricciones institucionales han de repartir el balance de superficies (S3+S5) según el porcentaje que ocupaba ese cultivo en 2005 respecto a la superficie total de secano de cultivos sin restricciones⁴.

Secano

El planteamiento para las superficies en secano es similar al anteriormente expuesto; en este caso la fórmula condicional se basa en la fila 98 (PAC=SEC):

– Con restricciones institucionales:

$$S_{i,j} = S_{i,j}(2005) \cdot \Delta[2005 - 2015] \quad i \equiv \text{comarca}; j \equiv \text{cultivo}$$

Se aumenta la superficie que había en 2005 según el porcentaje de la fila 91, que lee directamente desde E.3.

⁴ Es lo que se ha definido como S1.

– Sin restricciones institucionales:

$$S_{i,j} = \frac{S_{i,j}(2005)}{\sum_{j=1}^n S_i(2005)} \cdot (S4 + (S6 - S5)) \quad i \equiv \text{comarca}; j \equiv \text{cultivo}$$

Los cultivos cuyo comportamiento no se rija por restricciones institucionales han de repartir el balance de superficies (S4+S6-S5) según el porcentaje que ocupaba ese cultivo en 2005 respecto a la superficie total de regadío de cultivos sin restricciones⁵.

Como conclusión a los cambios de superficie que se calculan en C.3 podemos decir que todos los cambios de superficie que atañen al secano están en las columnas BF, BG, BH y todo lo que tiene que ver con el regadío está en BC, BD, BE.

C.4. Superficie en 2015 (Hoja Comarcas2015)

Con la misma disposición que en la hoja Comarcas 2005, en cada casilla se tiene la suma de los valores de la superficie en 2005 y la variación que ha tenido lugar, previamente calculada en la Hoja “Intermediate 2015”.

C.5. Presiones 2015 (Hoja Comarcas 2015)

Una vez obtenidas las superficies y a partir de las dosis de fertilizantes (E.6.) se calculan las cantidades de N, P₂O₅ y K₂O vertidas al medio. Para calcular el consumo de agua es necesario emplear las necesidades de agua de cada cultivo y las eficiencias de riego en cada comarca. Para ello se ha realizado una media ponderada utilizando las eficiencias de cada sistema de riego (valores teóricos) y las superficies regadas con cada uno de estos métodos (ESYRCE). Con esta eficiencia, las superficies y las dotaciones se halla el consumo en parcela de agua para cada comarca. Se asume que toda la superficie de invernaderos es regada mediante riego localizado por lo que para el cálculo del consumo de agua de este tipo de cultivo se divide por la eficiencia del riego localizado (0,9). De esta forma, las necesidades de los cultivos –en columna BQ de la hoja Comarcas2015 – tienen la siguiente forma general:

Nec. Hídricas Cultivos/Eficiencia Comarca + Nec. Hídricas/Ef. Riego localizado

En la hoja Resumen 2015 se repiten estos cálculos para cada grupo de cultivos.

El proceso de C.2 a C.5 se repite para el cálculo de superficies y uso de agua y fertilizantes en 2027.

⁵ Es lo que se ha definido como S2.

4.- GANADERIA

Este documento es un manual de la aplicación que se ha construido para el cálculo de las presiones de la ganadería, a la vez que explica y argumenta los supuestos y cálculos realizados. La presente nota pretende servir de apoyo para replicar estos cálculos en cualquier cuenca hidrográfica. Las dos partes en las que se articula el documento recorren las etapas seguidas en la construcción de la aplicación: información utilizada y cálculos y resultados.

4.1.- Información

En esta apartado se presentan los datos que se utilizan en los cálculos; existen dos tipos: la información depurada proveniente de diversas fuentes y los escenarios o hipótesis que proponga el usuario de la herramienta. En realidad el escenario utiliza, inicialmente, una información de referencia que se cita en las bases de información.

4.2.- Bases de datos necesarias

- Censo Agrario (INE, 1989 y 1999). Es necesario el número de cabezas por especie (porcino, vacuno, ovino, caprino, equino y aves –en miles) por comarca.
- Censos Ganaderos 2004. Estos están disponibles para bovinos, ovino-caprino y porcino a escala provincial.
- Factores de conversión por tipo de ganado. Son los coeficientes que permiten transformar el número de cabezas de ganado en presiones. Existen diversas fuentes.
 - o La primera de ellas es el Grupo Wateco, que ofrece, por especie, información sobre las emisiones de fósforo (P), nitrógeno (N), materia orgánica (MO) y sólidos en suspensión.
 - o EL MIMAM tiene datos sobre las emisiones de N en su “Caracterización de las Fuentes Agrarias de Contaminación de las Aguas por nitratos” (2001).
 - o Sobre el nitrógeno existe información mucho más precisa en el estudio “Estudio de balances minerales en alimentación animal” (MAPYA 2006), aunque con datos provisionales para equino y aves.
 - o El MAPYA también dispone de datos para fósforo, aunque se trata de datos provisionales, así como datos de uso de agua (2006).
- Predicción de la producción de carne porcina en la Unión Europea (UE-15) para el período 2005-2013, en miles de toneladas. Prospects for agricultural Markets in the European Union 2006-2013. Directorate General for Agriculture. European Commission (2006).

4.3.- Escenarios

La misión fundamental de los escenarios es permitir la posibilidad de introducir información alternativa, puesto que no existe un consenso total respecto a que datos utilizar. La siguiente información se introduce en el escenario:

- E.1. Factores de conversión por tipo de ganado son los datos que aparecen en el rango B4:H19. existe la posibilidad de utilizar otras cifras a partir de las bases de datos que se han presentado anteriormente.
- E.2. Evolución de las cabezas de ganado para el período 2005-2027. Se asume que el número de cabezas crece de la misma forma que lo hace la producción de carne. Las tasas de crecimiento interanual utilizadas se supone que se estabilizan a partir de 2013, considerando a partir de ese año la tasa media de las anteriores.
- E.3. Tasas de crecimiento del número de cabezas entre el Censo Agrario de 1999 y Censos Ganaderos 2004 por provincias.

4.4.- Cálculos

C.1. Cabezas en 2015 (Hojas EVOL *nombre especie*)

Para los que no existen datos más actuales a los del censo de 1999, se obtiene una tasa de crecimiento anual a partir de los censos de 1989 y 1999. En aquellas especies para las que existe un censo más actualizado (bovino, ovino-caprino y porcino), se obtiene una tasa provincial. Esta tasa es la que se utiliza para ir calculando el número de cabezas de cada especie en cada comarca para el año base 2005. En el caso de no disponer de datos en 2004 y no existe dato en 1989 se ha optado por poner el mismo que aparece en 1999.

C.2. Presiones 2015 (Hojas EVOL *nombre especie*)

A partir de la fila 45 (en la aplicación de la cuenca Norte) se calculan las presiones para cada año y comarca multiplicando el número de cabezas de ese año por los factores de conversión del escenario. Así se obtiene anualmente los kilogramos de nitrógeno, fósforo, materia orgánica y sólidos en suspensión producidos por la actividad ganadera en cada comarca.

En las hojas EVOL_*contaminante* aparece la cantidad total de cada contaminante aportada por todas las especies en cada comarca.

ANEXO I

ESTRUCTURA DE LOS CÁLCULOS

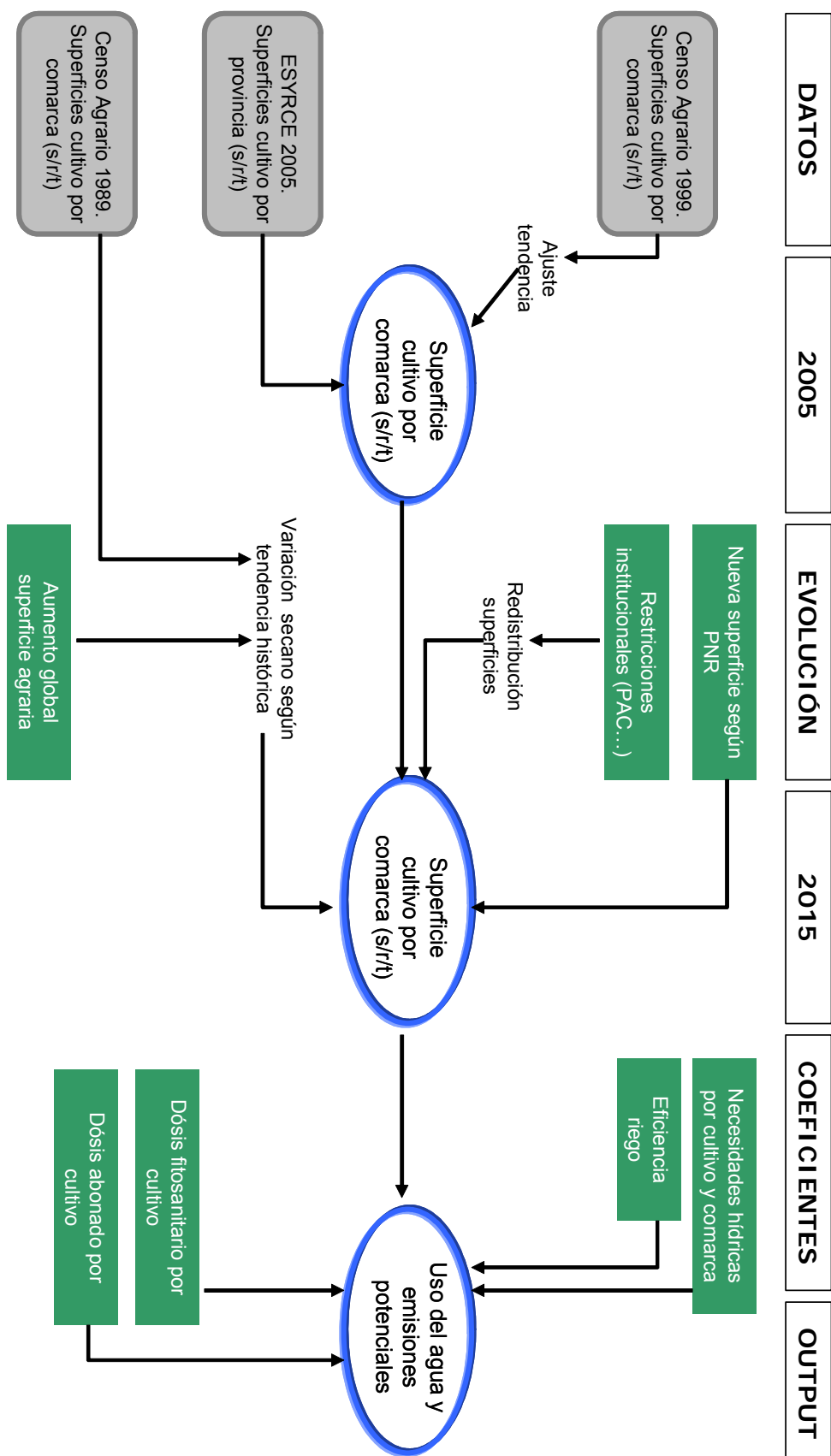


Figura 2.- Agricultura

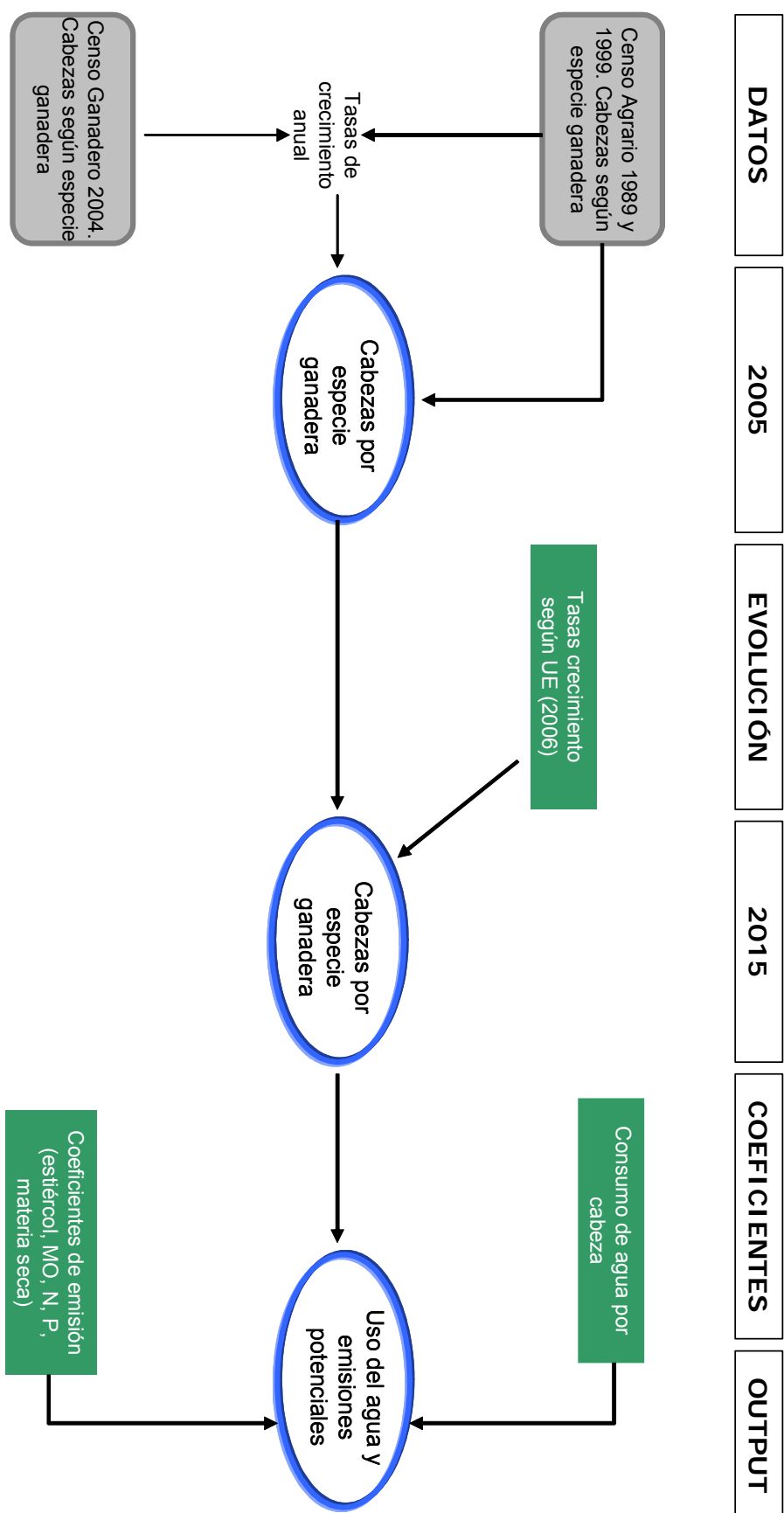


Figura 3.- Ganadería