

Javier Jose Cancela Barrio · M. Fandiño

## Gestión del agua de riego en Terra Chá: indicadores

Recibido: Setembro 2008 / Aceptado: Outubro 2008  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2009

**Resumen** La adecuada gestión del agua requiere de la aplicación de un sistema de indicadores que permitan realizar el seguimiento de la implementación de los modelos de gestión propuestos por la Directiva Marco del Agua. Para la zona de regadío de Terra Chá, situada en la cuenca de cabecera del río Miño, se presenta una serie de factores a aplicar, tal que partiendo de la situación actual, es posible determinar la evolución en la gestión del agua. Los factores propuestos son específicos para una zona regable, siendo preciso ampliar estos de cara a la proposición de un modelo integrado de gestión del agua, donde tengan cabida todos los usos del agua.

**Palabras clave** gestión integrada, factores, cuenca.

### Introducción. Gestión Integrada

El artículo que se presenta se integra en la tesis doctoral titulada "Gestión integral del agua en la cuenca alta del río Miño" realizada por Cancela (2004). El objetivo de la tesis era la propuesta de un modelo de gestión integrada de los recursos hídricos en una cuenca de cabecera. Para ello se determinaron la oferta de recursos hídricos en la cuenca y la demanda para cada uno de los usos, se caracterizaron las explotaciones de regadío analizando la participación social de estos usuarios y, por último, se propone un sistema de seguimiento y control del modelo. Es en este último aspecto el que se hace especial hincapié en este trabajo.

Javier Jose Cancela Barrio · M. Fandiño  
Departamento de Ingeniería Agroforestal.  
Universidad de Santiago de Compostela  
Tfno: 982252231 Fax: 982285926  
e-mail: javierjose.cancela@usc.es

De los resultados de la tesis se obtiene la información existente sobre la gestión del agua en la cuenca alta del río Miño, además del análisis y diagnóstico del estado actual de la gestión del agua en la cuenca.

Es por ello que para evaluar de forma dinámica en el futuro la gestión del agua de la cuenca, se propone, un conjunto de factores de seguimiento que engloban aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales.

La gestión integrada analiza conjuntamente todos los enfoques posibles que pueden ser dados al agua. Con el fin de controlar la situación futura se definen una serie de factores que permitan evaluar y medir la integración de todos los actores implicados en la gestión del agua.

La importancia del regadío y el ganado en la cuenca alta del río Miño sugiere la proposición de factores específicos para ambos usos, sin olvidarnos de factores globales para el ámbito de cuenca, donde se engloben el conjunto de usos.

En la determinación de las demandas futuras del agua para cada uso, se han tomado una serie de criterios que deben ser controladas en el futuro. Las modificaciones de las explotaciones de regadío se analizan con factores de control para estas, valorando así las consideraciones realizadas en la cuantificación de la demanda del riego.

Con todo, se abre una línea futura de estudio de indicadores ambientales, con los que gestionar el agua con un carácter integrado.

### Material y métodos

A continuación se describen los factores globales, donde desglosamos los factores propuestos agrupándolos según el *item* del modelo de gestión abarcado.

#### *Modelo Hidrológico*

Para el análisis a posteriori del funcionamiento correcto del modelo de precipitación-aportación de Tézmez (Cancela, 2004), debemos realizar una serie de operaciones que

permitan cuantificar la adecuación de los resultados obtenidos, para años futuros.

La aportación mensual estimada para cada una de las subcuencas de estudio, bien tomada como la media de la aportación interanual, bien como aquella que garantiza el 70 o el 80% de las aportaciones interanuales; sufrirá desviaciones que pueden modificar las estimaciones de la oferta de agua que tenemos para cada subcuenca, y que alterarían la correcta gestión del agua. Para medir y valorar las posibles desviaciones se propone el siguiente factor:

- Desviación de la estimación de la aportación mensual por subcuenca para cada mes (%).

Si obtenemos porcentajes positivos, tendremos una mayor cantidad de agua de la prevista en el reparto de la demanda, por lo que no deberían de plantearse problemas de escasez del recurso, aunque deberíamos controlar la posibilidad de inundaciones. Por el contrario si obtenemos porcentajes negativos, la distribución de los recursos hídricos realizado en la estimación de la demanda futura se ve alterada, ocasionando en ciertas subcuencas y en determinados meses conflictos entre los usos del agua, que deben ser solucionados atendiendo a la prioridad de usos que establece el Plan de Cuenca.

En este apartado además resulta obviamente necesario comprobar anualmente la calibración del modelo en busca de unos mejores resultados, que estimen con mayor precisión las aportaciones a cada subcuenca. El factor propuesto empleará los datos foronómicos mensuales de la estación de aforo de Rábade:

-Mejora de la calidad de ajuste de los parámetros del modelo de Témez.

Cuando se obtenga un coeficiente superior al actual, debemos modificar los parámetros del modelo, con lo que la aplicación para cada una de las subcuencas se verá modificada, siendo necesario recalculer las aportaciones mensuales medias interanuales por subcuenca.

A continuación se resumen los factores propuestos según las diferentes demandas del agua para cada uno de los diferentes usos.

## Abastecimiento y saneamiento

La existencia de abastecimientos municipales de agua, y de pozos propios de captación de agua debe ser controlada con el fin de medir la existencia de un servicio que mejore la calidad de vida de la población.

- Porcentaje de población que dispone de abastecimiento de agua municipal.

En la situación actual el 30% de la población dispone de sistemas de abastecimiento municipal que aseguran un control de la calidad y cantidad del agua para el consumo humano. El factor debe incrementarse con respecto a la situación actual, siendo un factor de buena gestión.

Las cantidades de agua supuestas por habitante y día, deben ser particularizadas para la cuenca de estudio,

puesto que las cantidades de 150 y 250 l/hab/día son genéricas. El estudio del consumo por habitante permitirá mejorar la estimación de la demanda de agua, se hace necesario diferenciar entre aquellos habitantes que poseen instalación de captación de agua propia de aquellos que se sirven de una toma municipal. Considerándose el decrecimiento del siguiente factor como señal de buena gestión del agua en la cuenca:

- Consumo de agua por habitante.

Otros factores a analizar, en cuanto al abastecimiento, serían:

- Número de días al año sin agua.

- Pérdidas de los sistemas de distribución (% sobre el total extraído).

- Variación del número de habitantes por subcuenca.

- Calidad del agua para consumo humano.

La calidad debe ser medida analizando los parámetros establecidos en la normativa sobre criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (Real Decreto 140/2003 de 7 de julio. BOE núm 45, pág 7228).

A. Parámetros Microbiológicos.

B.1. Parámetros Químicos.

B.2. Parámetros químicos que se controlan según las especificaciones del producto.

C. Parámetros Indicadores.

D. Radiactividad.

El saneamiento de los núcleos afecta directamente en la calidad de los retornos del agua sustraída para el abastecimiento de la población, el factor propuesto es:

- Porcentaje de población que dispone de red de saneamiento o sistemas de saneamiento privado.

Se requiere realizar una caracterización de los sistemas actuales existentes en la cuenca, además de comprobar el estado de las redes de saneamiento de aquellas entidades de población con mayor número de habitantes. El objetivo perseguido es alcanzar que el 100% de la población disponga de sistemas de saneamiento.

Además es necesario medir la cantidad y calidad de los retornos, comprobando la idoneidad para su utilización por parte de otros usuarios aguas abajo, uno de los factores a emplear sería:

- Nivel de reutilización de aguas depuradas (<http://www.granada.org/ambiente.nsf/>).

Se persigue que este valor sea máximo, obteniendo así una mayor eficiencia en el uso del agua.

## Industria

A nivel del uso industrial se requiere construir una base de datos ubicando cada una de las diferentes industrias, tal

que incluya los recursos sustraídos de los cauces. Los factores para controlar la situación futura serían:

- % de retornos del agua derivada por las industrias.
- Calidad de las aguas retornadas para su posible empleo por otros usuarios.

La determinación de los retornos permite corregir la estimación del Coeficiente de Retorno (0,8) empleado para determinar la demanda futura de la industria. Los parámetros de calidad del agua retornada deben ser determinados cuando menos semanalmente, o bien mensualmente en aquellas industrias que por su bajo volumen de agua demandado y por su proceso productivo no se produzcan modificaciones en la calidad de los retornos.

## Ganado y Regadío

La variación en el número de cabezas de ganado dentro de los límites de una cuenca es prácticamente diaria, por lo tanto debemos establecer un factor que controle la variación de cabezas de ganado.

- Variación del número de cabezas de ganado por especie (%).

La unidad temporal de medición deberá ser ajustada según las fuentes de información disponible, censos agrícolas, anuarios estadísticos, entre otras posibles fuentes de información, o bien obtener la información mediante la realización de encuestas.

Paralelamente se deben realizar estudios que permitan obtener cuales son las necesidades específicas para el ganado en una serie de explotaciones características de nuestra cuenca, con el fin de comprobar la validez y corregir las posibles deficiencias en que se puede haber incurrido al estimar las dotaciones brutas por especie (l/animal/día).

Al igual que para el caso de la industria, los coeficientes de retorno deben ser cuantificados para el caso particular de nuestra cuenca, puesto que en la bibliografía varían desde 0,1 hasta 0,5, lo que da lugar a grandes diferencias de volúmenes.

La calidad del agua debe ser analizada periódicamente, el consumo de agua contaminada por parte de los animales puede afectar a la salud del ser humano, a través de la cadena trófica. La mayoría de captaciones de agua para el ganado se realiza en pozos, siendo por tanto necesario controlar el estado de estos. El factor a analizar sería:

- % de pozos de agua para el ganado analizados.

Como es obvio se persigue obtener el 100% a medio plazo, siendo necesario estudiar con detalle aquellos puntos concretos donde no se cumplen los parámetros de calidad del agua necesarios para el ganado.

Para el regadío debemos controlar en primer lugar la cantidad de agua derivada con respecto a las especificaciones propuestas, el factor sería:

- Volúmenes derivados para el regadío por subcuenca semanalmente.

El derivar una mayor cantidad de agua, de la establecida para el incremento de la superficie actualmente sin regar, puede llevar a recortar la captación de agua en las semanas siguientes y a afectar al riego u otros usos situados aguas abajo, además de afectar a la red de humedales existentes, en especial a los afectados por el regadío.

La proporción de superficie cultivada con maíz forrajero o pradera, afecta directamente a las dotaciones necesarias para el riego durante una campaña, siendo superior la dotación para el maíz que para el caso de praderas. El factor propuesto se encarga de medir esta proporción:

- Superficie de pradera regada / Superficie maíz forrajero regado.

Cuando este factor es inferior a 4 nos encontramos con una situación donde la demanda para regadío es mayor que la estimada, si bien depende de la superficie total regada, debiendo esta acercarse a la totalidad de superficie con posibilidad de ser regada. En los meses de riego, al tratarse de meses críticos, se puede generar una situación de restricción que no permitiría conseguir los rendimientos esperados para el maíz o la pradera. Debemos controlar esta situación al inicio de cada campaña de riego, renovando los mapas de cultivos de la zona.

En cuanto a la superficie regada debemos analizar la importancia de esta respecto a la superficie con instalaciones para ser regada, así como con respecto a la superficie total, los factores de control serían:

- % superficie regada del total de superficie con instalaciones de riego.
- % superficie regada del total de superficie de la explotación.

Para la campaña de riego del año 2001, nos encontramos para cada factor con los datos expresados en la Tabla 1.

Se debe controlar además la evolución de la superficie regada, y de la superficie no regada en aquellas parcelas con posibilidad de riego.

Sector	% Sup. Regada s/sup. Regable	% Sup. Regada s/sup. Total
A Espiñeira – I	29,7	21,6
Arneiro – Vega de Pumar – II	70,3	38,8
Matodoso - III	72,3	54,9
Total	67,9	45,4

**Tabla 1.-** Superficie regada por sectores. Factores actuales

## Demanda Medioambiental

El control sobre el caudal mínimo hidrológico se realiza con un conjunto de medidores de caudal instalados en aquellos puntos de mayor interés. En concreto el factor empleado sería:

- Tiempo por debajo del caudal mínimo hidrológico fijado por la Confederación Hidrográfica.

Este factor permitiría conocer la existencia de momentos en los que no se cumple la normativa establecida por la Confederación Hidrográfica, dando lugar a la posibilidad de ajustar estos caudales en el tiempo.

Los espacios protegidos tienen una presencia importante dentro de la cuenca alta del río Miño, por ello se proponen una serie de factores que controlen el estado de calidad de los mismos. En lo referente a situación de los mismos y calidad de las aguas:

- Superficie de humedales.
- Nivel ecológico de los humedales, en base a la presencia o ausencia de ciertas aves.
- Cantidad de fertilizantes y herbicidas empleados en la comunidad de regantes de Espiñeira. - Momento de aplicación.
- Calidad de las aguas entrantes en los humedales del sector I.
- Calidad del agua de los humedales afectados por el regadío en los sectores II y III.
- Nivel de calidad piscícola de los tramos de río aguas abajo de las captaciones de regadío.

Con la determinación de estos factores se controla el estado de los humedales, la directiva marco del agua establece que el buen estado de estos favorece la consecución del buen estado de todas las aguas. Se persigue en todos los factores obtener los mejores niveles a medio plazo.

### Explotaciones de Regadío

Para realizar el seguimiento de las explotaciones de regadío se debe realizar una encuesta anualmente con la que estimar los resultados para el conjunto de explotaciones. Además de cada cinco años realizar un censo para comprobar el estado general en las explotaciones de la zona. Con los datos obtenidos se calculan determinados factores, como por ejemplo el porcentaje de pozos analizados para el consumo.

El método de muestreo empleado es un muestreo estratificado aleatorio, donde debemos conocer previamente la distribución de la variable estratificadora, así como el número de estratos y composición de los mismos. Es necesario además fijar el error de muestreo con el que pretendemos trabajar, así como el nivel de confianza. El valor inicial permitido para el error es de un 4% a un nivel de confianza del 97,5%, datos a validar tanto para la determinación del tamaño muestral para medias (variables cuantitativas) como para proporciones (variables cualitativas). La complejidad de la encuesta, con múltiples objetivos hace que esta cuente con preguntas cualitativas y cuantitativas que nos obligan a estimar tamaños para ambos tipos.

En nuestro estudio se ha tomado la superficie total en propiedad de cada una de las explotaciones como la variable estratificadora, dada la vinculación existente con el resto de variables definidas.

La media de superficie por explotación es 10,69 ha mientras que la desviación típica de la misma es de 4,92. Conocidos estos parámetros se proponen dos estratos: un primero por debajo de la media y un segundo por encima de la misma (Tabla 2).

	N <sub>h</sub>	Media	Desv. Tip.
<b>Estrato I</b>	95	6,60	1,23
<b>Estrato II</b>	75	15,88	2,12
<b>Población</b>	170	10,69	4,92

*N<sub>h</sub>: Número de elementos que forman cada estrato*

**Tabla 2.-** Parámetros iniciales

Teniendo en cuenta la distribución de la población se procede al cálculo del tamaño muestral más adecuado de acuerdo con la expresión general (Azorín & Sánchez-Crespo, 1994):

$$n = \frac{(\sum W_b \cdot S_b)^2}{\left(\frac{e^2}{k^2} + \frac{1}{N} \cdot \sum W_b \cdot S_b^2\right)}$$

donde:

*n: Tamaño muestral.*

*Wh: Peso correspondiente a cada estrato en la muestra (nh/n)*

*Sh2: Cuasivarianza del estrato*

*e: Error máximo admisible absoluto*

*k: Nivel de confianza*

*N: Tamaño poblacional*

Cuando nos encontramos en el caso de estimación de tamaño muestral en base a proporciones debemos modificar la ecuación anterior, tomando para ello:

$$S_b^2 = \frac{N_b}{N_b - 1} \cdot P_b \cdot Q_b$$

donde:

*Ph y Qh: Probabilidades que toma la muestra para cada uno de los estratos ante una variable cuantitativa.*

	n <sub>h</sub>	N <sub>h</sub>	Media	Sh	Error
<b>Estrato I</b>	9	95	6.60	0.186	0,7%
<b>Estrato II</b>	7	75	15.88	0.133	
<b>Población</b>	16	170	10,69		

**Tabla 3.-** Estimación de tamaños muestrales para medias

	$n_h$	$N_h$	Media	Sh	Error
<b>Estrato I</b>	40	95	0.66	0.220	4,2%
<b>Estrato II</b>	36	75	0.85	0.129	
<b>Población</b>	76	170			

**Tabla 4.-** Estimación de tamaños muestrales para proporciones

Presentadas las condiciones iniciales de la población, el error máximo admisible y el nivel de confianza, procedemos a estimar los tamaños muestrales para el caso de medias y de proporciones.

La búsqueda del error inicial prefijado lleva consigo un elevado número de muestras a encuestar para el caso de proporciones, este número no se considera viable por lo tanto se aumenta el error hasta un 8% en busca de un tamaño de muestra viable. Los resultados obtenidos son los siguientes:

	$n_h$	$N_h$	Media	Sh	Error
<b>Estrato I</b>	17	95	0.66	0.220	7,9%
<b>Estrato II</b>	13	75	0.85	0.129	
<b>Población</b>	30	170			

**Tabla 5.-** Estimación final de tamaños muestrales para proporciones

Por lo tanto, para el seguimiento y control de las explotaciones se encuestaran anualmente un total de 30; 17 de las mismas del estrato I y 13 pertenecientes al estrato II. Además es necesario encuestar las 6 explotaciones de mayor superficie, concretamente aquellas de más de 19 ha. Se puede observar en la Figura 1, que las explotaciones del estrato I se localizan todas en el sector III, mientras que las explotaciones del estrato II tienen presencia en los tres sectores.

Con la realización de la encuesta anual podremos estimar los parámetros técnicos y sociales del conjunto de explotaciones de regadío, definiendo unos intervalos de confianza para cada variable y cada estrato.

El conocimiento de los ingresos mensuales por explotación, la producción por explotación, los tratamientos realizados a los pozos propios, la gestión de purines, fertilizantes, entre otros, permiten implementar una serie de factores de control para la correcta gestión del agua.

- Variación del porcentaje de ingresos mensuales por explotación.

En este factor se busca que las variaciones sean positivas, con lo que se mejora la calidad de vida de la población, además de permitir dedicar una mayor inversión a la gestión del agua. Se propone además un análisis de la importancia de la actividad agraria en cuanto a ingresos, para ello el factor sería:

- % explotaciones con ingresos en la unidad familiar debido a la explotación mayores del 70%.

Este factor nos indica el nivel de especialización e intensificación agraria de las explotaciones, lo que generalmente lleva ligado una mayor demanda de agua para el ganado y el regadío.

Para cuantificar la calidad del abastecimiento de agua para el consumo humano, se propone cuantificar los análisis realizados en cada explotación.

- % de explotaciones que analizan el agua de los pozos propios.

- Número de análisis por pozo, explotación y año.

El objetivo sería alcanzar el 100%, e incluso que realizasen más de un análisis al año.

El manejo de purín en una explotación, debe seguir una serie de criterios ambientales, tal que se controle la contaminación por nitratos. El factor propuesto para realizar el seguimiento es:

- Nº de explotaciones que emplean con criterios técnicos para la distribución de purines.

El concienciar medioambientalmente a la totalidad de los agricultores en este aspecto, es la meta perseguida, además del seguimiento de la aplicación de estos criterios.

Los costes fijados para el agua empleada en el regadío deben emplearse para financiar el proyecto de modernización de regadío, para el mantenimiento de la instalación, para la conservación medioambiental u otras acciones encaminadas a la buena gestión del agua en la cuenca alta del río Miño, el factor propuesto consiste en:

- Coste medio por ha regada.

Actualmente el factor responde al valor de 0 euros por ha regada, obviamente este factor debe incrementarse a corto plazo.

## Participación social

La participación social es fundamental para realizar una gestión del agua con éxito. En este apartado los factores propuestos tratan de medir la integración en el proceso de decisiones de cada uno de los regantes, la participación, en definitiva. Además se proponen una serie de factores que cuantifican la situación futura en cuanto al regadío, es decir, quienes son aquellos regantes más dinámicos, con los que se puede contar a la hora de implantar las actuaciones para ejecutar el modelo de gestión del agua propuesto. Para el caso de los regantes la participación de los mismos puede ser cuantificada con los siguientes factores:

- Número de reuniones de las comunidades de regantes.

- Número de regantes que intervienen en el total de reuniones.

Con estos dos factores se permite conocer el funcionamiento de las comunidades de regantes como entidades encargadas de la gestión del agua de riego, así como el nivel de participación de los regantes, conociendo si esta participación se limita a unos regantes concretos, o

bien, si son todos los regantes los que aportan sus puntos de vista, a la hora de tomar decisiones. No se dispone de datos actualmente sobre estos factores. Otros factores serían:

- Número de cursos de formación realizados en un año

Actualmente el 57,1% no ha realizado nunca ningún curso, por lo que se persigue que el factor se incremente progresivamente.

De las explotaciones de regadío se ha revelado que en un 67,1% el titular, se dedica a tiempo completo a la explotación, con lo que aparentemente se tiene una mayor disponibilidad para la participación. El factor propuesto sería:

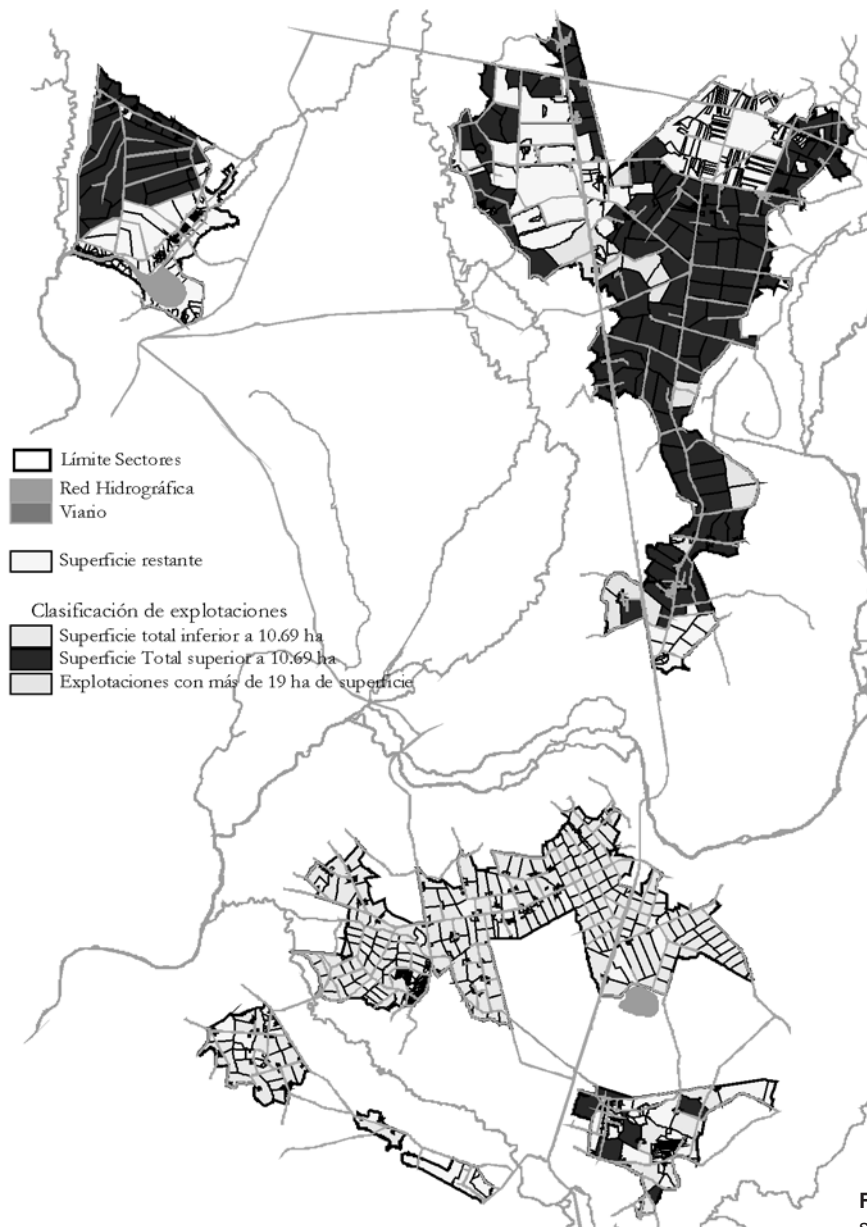
- % de titulares dedicados a tiempo completo a la explotación

El aumento de este factor supondría una mayor participación en la gestión del agua en la cuenca.

La continuidad de las explotaciones de regadío, puede ser valorado a partir de la opinión de los propios titulares o teniendo en cuenta el número de sucesores con que cuenta la explotación. La continuidad es importante para conocer la situación futura de una determinada propiedad, el factor propuesto se basa en el número de hijos,

- Número de hijos por explotación

En la actualidad el 47,6 de las explotaciones cuenta con hijos, por lo tanto, estas serán las explotaciones que tienen



**Figura 1.-** Localización de explotaciones según superficie total

una continuidad a medio-largo plazo en la explotación. Un número de hijos bajo por explotación no asegura de cualquier forma la continuidad, por lo que este factor debe ser interpretado con cautela.

En la situación actual de las explotaciones de regadío el 45,5% detecta algún problema en el agua de la cuenca, bien sean problemas de contaminación, calidad o cantidad. Sería necesario estudiar una por una cada explotación para solucionar los problemas conjuntamente con los titulares. El factor para controlar las explotaciones que detectan algún problema sería:

- % de explotaciones que detectan problemas en el agua

Se persigue reducir al mínimo este porcentaje, lo que conllevaría un bienestar del total de explotaciones y una supuesta adecuación de las aguas de la cuenca.

La revisión de la encuesta de las explotaciones de regadío permitiría conocer además las respuestas de opinión, de la 48A a la 48G, disponiendo de un nuevo grupo de factores de seguimiento,

- % explotaciones que aumentarían la superficie regada (57% actualidad).

- % explotaciones que apoyarían la mejora de la instalación de riego (71,2%).

- % explotaciones que pagarían el agua según lo medido (57,6%).

- % titulares que recibirían cursos de formación en gestión del riego (64,1%).

- % titulares que invertirían en su formación (38,8%).

- % explotaciones que emplearían aguas residuales para regar (20,6%).

Por último se medirá la participación de los regantes en la planificación de la cuenca, toma de decisiones y recogida de información, por medio de la representación en el organismo de cuenca.

- Nº de representantes de los regantes en el organismo de cuenca

Actualmente existe un único representante de los regantes en la Junta de Gobierno y la Junta de Explotación de la Confederación Hidrográfica del Norte, mientras que en el Consejo del Agua existe un único representante de los regantes, concretamente de los regadíos del Bierzo. La persona que representa a las comunidades de regantes de Terra Chá lleva en el puesto desde 1991, a través de la entrevista personal con la misma se entiende que su participación no permite defender los intereses de los regantes. Se pretende aumentar el peso de los usuarios y afectados en la gestión del agua en todos los organismos de la Confederación Hidrográfica.

Para el caso particular del regadío es necesario implementar factores específicos que se adaptan a las condiciones particulares del mismo, los cuales se exponen a continuación.

La importancia de la demanda de agua por el regadío requiere de un conjunto de factores específicos que permitan realizar un seguimiento de la gestión del agua de forma adecuada.

En la caracterización de los sistemas de riego actuales se han detectado, tanto para los sistemas de riego por superficie como para la aspersión, eficiencias de aplicación muy bajas. La modificación en las eficiencias de aplicación del agua de riego se cuantificará con el siguiente factor:

- Eficiencia de los sistemas de riego, aspersión y superficie. Revisión anual.

A mayor eficiencia de aplicación, se reduce la cantidad de agua captada, quedando disponible para otros usos. No se han valorado las pérdidas actuales en la distribución de la red, factor a controlar y que debe ser reducido dentro de unos límites aceptables:

- Pérdidas en la distribución.

Las dotaciones para cada superficie se han cuantificado en apartados anteriores, siendo estas ajustadas a las condiciones particulares de la cuenca alta del río Miño. Para comprobar el cumplimiento de los límites establecidos para la dotación, se emplea el factor:

- Cantidad de agua empleada por ha para el maíz forrajero y pradera.

En el caso de que obtengamos dotaciones superiores a las marcadas, se revisarán las condiciones particulares de la campaña en curso.

La productividad del agua empleada en el regadío debe ser cuantificada y comparada con la rentabilidad que esta genera frente a otros usos: abastecimiento, industria, humedales, entre otros. El factor de seguimiento de la rentabilidad del agua para el regadío sería:

- Producción del maíz forrajero y de la pradera por metro cúbico de agua.

Cuanto mayor sea la producción por unidad de volumen de agua, más eficiente será el uso del agua. Este valor debemos compararlo con los bienes económicos producidos por la industria, abastecimiento por metro cúbico de agua empleado.

---

## Resultados y Discusión

Con los resultados obtenidos se ha caracterizado la situación actual de la cuenca alta del río Miño, además de proponer un sistema de gestión del agua dinámico, basado en el uso de factores de seguimiento. Todo ello sirve para el desarrollo de un modelo dinámico, con base en el enfoque integrado de todos los parámetros implicados en la gestión del agua.

Como resumen del modelo se exponen a continuación los factores principales de seguimiento agrupados según categorías (Tabla 6), presentando además la periodicidad de revisión; anteriormente se han expuesto valores actuales para alguno de los factores de seguimiento y control del modelo.

<b>Factores Globales</b>	<b>Nombre</b>	<b>Período</b>
Modelo	Desviación de la estimación de la aportación por subcuenca (%)	Mes
Hidrológico	Calidad de ajuste de los parámetros del modelo de Témez	Año
	% de población que dispone de abastecimiento de agua municipal	Año
	Consumo de agua por habitante	Año
	Nº de días sin agua	Año
	Pérdidas de los sistemas de distribución	Semestre
	Variación del número de habitantes por subcuenca	Año
	Calidad del agua para consumo humano	Mes
	% de población con sistemas desaneamiento	Año
	Nivel de reutilización de aguas depuradas	Año
	% retornos de agua derivada por las industrias	Año
	Variación del número de cabezas de ganado (%)	Año
Demanda	% de pozos de agua empleados para el ganado analizados	Semestre
	Volúmenes derivados para el regadío por subcuenca	Semana
	Relación Superficie pradera regada / Superficie maíz forrajero regado	Campaña
	% Superficie regada del total de superficie con instalaciones de riego	Campaña
	% Superficie regada del total de superficie de la explotación	Campaña
	Días por debajo del caudal mínimo hidrológico	Mes
	Superficie de humedales	Año
	Nivel ecológico de humedales, ausencia/presencia de aves	Año
	Calidad del agua entrante en los humedales	Mes
	Cantidad de fertilizantes/herbicidas empleados por ha	Mes
	Nivel de calidad piscícola de los tramos de río aguas abajo del regadío	Mes

**Tabla 6.-** Factores de seguimiento del modelo de gestión de agua

<b>Factores Globales</b>	<b>Nombre</b>	<b>Período</b>
	Variación del % de ingresos mensuales por explotación	Semestre
	Explotaciones con ingresos debido a la explotación mayores del 70%	Semestre
Explotaciones Riego	% de explotaciones que analizan el agua de los pozos propios	Semestre
	Nº de análisis de pozos por explotación	Año
	Explotaciones con criterios técnicos para la distribución del purín	Año
	Coste medio del agua de riego por ha	Mes
	Nº de reuniones de las CCRR	Año
	Nº de regantes que intervienen en el total de reuniones	Año
	Nº de cursos de formación realizados	Año
	% de titulares dedicados a tiempo completo	Año
Participación Social	Nº de hijos por explotación	Año
	% explotaciones que detectan problemas de agua	Año
	% de titulares que recibirían cursos de formación	Año
	% de titulares que invertirían en su formación	Año
	Nº de representantes de los regantes en organismos oficiales	Semestre

**Tabla 7.-** Factores de seguimiento del modelo de gestión de agua

Factores Específicos	Nombre	Período
	Eficiencia de los sistemas de riego	Año
	Pérdidas en la distribución	Año
	Cantidad de agua por ha para maíz forrajero y pradera	Año
	Producción del maíz forrajero y pradera por metro cúbico de agua	Año

**Tabla 8.-** Factores de seguimiento del modelo de gestión de agua

En la Tabla 6 se exponen los factores globales correspondientes con el modelo hidrológico y la demanda, mientras que en la tablas 7 y 8 se exponen los factores que estudian las explotaciones de riego, la participación social, así como los factores específicos.

La aplicación de estos factores facilita el seguimiento de la gestión del agua en la cuenca alta del río Miño; de la evolución de los resultados obtenidos para cada factor depende el futuro del agua en nuestra cuenca.

Los resultados deparan líneas futuras de investigación como el estudio de indicadores ambientales, la realización de estudios de consumo de agua y de retornos particularizados para la zona, además de servir como base para la planificación de los proyectos de mejora y modernización de los regadíos de Terra Chá.

**Agradecimientos** Este estudio no se podría haber realizado sin la colaboración de todas las administraciones implicadas en la gestión del agua y sus diferentes usos, así como sin la participación de los regantes.

## Referencias

- Azorín, F. & Sánchez-Crespo, J. (1994). Métodos y aplicaciones del muestreo. Alianza Universidad Textos. Madrid.
- Cancela, J.J. 2004. Gestión integral del agua en la cuenca alta del río Miño. Tesis Doctoral. Departamento Enxeñaría Agroforestal. Universidad de Santiago de Compostela.