

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

ECONOMIA DE AGUA NA AGRICULTURA ESPANHOLA

JAILDO SANTOS PEREIRA

Trabalho apresentado como parte dos requisitos do Exame de Qualificação para a habilitação à realização da Tese de Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, junho de 1999.

- 3. Análise Crítica dos Instrumentos Econômicos Aplicados a Gestão das**
, desenvolvida para o *Prof. Carlos André Bulhões Mendes*, apresenta uma análise crítica das vantagens e dificuldades da utilização de instrumentos econômicos para gestão dos recursos hídricos em países em desenvolvimento, como o Brasil.

- 4. A Problemática dos Recursos Hídricos no Brasil**, desenvolvida para o Prof. *Joel Avruch Goldenfum*, pretende, a partir dos casos das bacias dos rios dos Sinos, Rio Grande do Sul; Jacaré-Guaçú, São Paulo; Paraopeba, Minas Gerais e Curú, Ceará, discutir a problemática dos recursos hídricos no Brasil.

SUMÁRIO

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA ESPANHA**
- 3. PESQUISA SOBRE ECONOMIA DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO**
 - 3.1 Modelo de Programação Matemática Utilizado**
 - 3.1.1 A Estrutura Base do Modelo
 - 3.1.2 Os Sistemas Tarifários Simulados
 - 3.1.3 As Estratégias dos Agricultores diante as Políticas Tarif
- 4. AS COMUNIDADES DE IRRIGANTES**
 - 4.1 Características das Comunidades de Irrigantes Analisadas**
 - 4.2 Sistemas de Tarifas e Custo da Água - Situação Atual**
 - 4.2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Duero
 - 4.2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Guadalquivir
 - 4.2.3 Bacia Hidrográfica dos Rios Júcar e Segura
- 5. OS EFEITOS DA POLÍTICA DE REVISÃO DE TARIFAS**
 - 5.1 Nas Estratégias dos Agricultores**
 - 5.2 Na Demanda de Água para Irrigação**
 - 5.2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Duero
 - 5.2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Guadalquivir
 - 5.2.3 Bacia Hidrográfica dos Rios Jucar e Segura
 - 5.2.4 Bacia Hidrográfica de Guadiana
 - 5.3 Na Renda dos Agricultores**
 - 5.3.1 Bacia Hidrográfica do Rio Duero
 - 5.3.2 Bacia Hidrográfica do Rio Guadalquivir
 - 5.3.3 Bacia Hidrográfica dos Rios Jucar e Segura
 - 5.3.4 Bacia Hidrográfica de Guadiana
 - 5.4 Na Arrecadação dos Organismos de Bacia**
 - 5.5 Os Efeitos Segundo os Tipos de Tarifa**
 - 5.5.1 Os Tipos de Tarifas Segundo a Perspectiva do Consumo de Água
 - 5.5.2 Os Tipos de Tarifas Segundo a Perspectiva da Renda Agrária
 - 5.5.3 Os Tipos de Tarifas Segundo a Perspectiva da Arrecadação
 - 5.6 Custo de Aplicação das Tarifas**
 - 5.7 Análise Conjunto dos Efeitos da Política de Revisão das Tarifas**
- 6. LIÇÕES PARA O SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS BRASILEIRO**
- 7. BIBLIOGRAFIA**

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem acontecido na Espanha um importante debate sobre o problema da água e, mais especificamente, sobre a possibilidade de se utilizar o aumento das tarifas de água como ferramenta para racionalizar seu uso e melhorar seu sistema de

Os argumentos favoráveis justificam que o problema da água na Espanha está primordialmente relacionado com o baixo preço que os irrigantes, que consomem 80 % dos recursos hídricos, pagam. A busca do benefício privado por parte dos irrigantes levaria estes, induzidos pelo baixo custo da água, a usar este recurso de forma ineficiente. Se para a sociedade a água tem um valor mais elevado do que o pago pelos irrigantes e, estes a usam de forma ineficiente, a solução é aproximar o preço pago pelos irrigantes de um suposto valor social da água. Se o Estado aumentar o preço da água seguindo este critério alguns irrigantes consumirão menos água, gerando recursos disponíveis para outros usuários mais eficientes.

Os argumentos contrários a esta política defendem que a natureza pública da água e a dimensão social dos usos agrícolas são obstáculos intransponíveis para empregar o preço público como ferramenta para racionalizar o uso da água. Justificam também que as políticas do passado que promoveram a construção da infra-estrutura hidráulica no território espanhol foram capitalizadas no valor da terra pelos proprietários (primeiros beneficiários) das zonas transformadas com a irrigação. Dessa forma, a elevação das tarifas induzirá a redução do valor patrimonial dos ativos agrícolas de caráter expropriatório. Isto implica que tal política somente poderá ser aceita se for implantada depois de um longo período de moratória e de maneira gradual.

A oposição à revisão do sistema tarifário argumenta também que esta política reduzirá a renda agrícola e a competitividade da irrigação e, além disso, a economia de água será considerável apenas nas zonas onde sobra água. Nas zonas onde a água já é verdadeiramente escassa a economia será, praticamente, nula.

Mais recentemente, este debate ganhou grande impulso com o projeto de lei da União Européia intitulado Diretiva Marco no Campo da Política de Água, ou simplesmente Marco das Águas. Este projeto de lei insta claramente os Estados membros da União Européia a implantar sistemas tarifários que permitam a recuperação total dos custos, a internalização completa dos custos ambientais derivados de cada uso e, onde for o caso, o valor de escassez da água para todos usuários do recurso.

Tentando se antecipar aos prováveis efeitos que a aplicação desta norma poderá ocasionar na irrigação espanhola o Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação da Espanha - MAPA firmou um convênio com a Universidade Politécnica de Madri para desenvolver uma série de estudos sobre a "Economia da Água e a Competitividade da Irrigação", cujos resultados foram apresentados em forma de um livro e de um curso que o autor desta monografia teve a oportunidade de participar. O que se segue é uma tentativa de analisar esta experiência espanhola tentando extrair subsídios para a

alimentar a discussão que acontece atualmente no Brasil em relação a aplicação de instrumentos econômicos para a gestão dos recursos hídricos.

2. SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA ESPANHA

Situado no sudeste da Europa, a Espanha possui três fronteiras terrestres, a nordeste com a França e Andorra, a oeste com Portugal. Ela é banhada a sul e a leste pelo Mediterrâneo e norte e a oeste pelo oceano Atlântico. As suas principais ilhas são as Baleares, que se encontram no Mediterrâneo, e as Canárias, no oceano Atlântico. A superfície total do país é de 504.782 km² (dos quais ilhas : 12.319 km²). A sua população estava calculada, em 1992, em 39,1 milhões de habitantes, ou seja, uma densidade que ultrapassa os 77 habitantes / km² (Barraqué, 1996).

75% da água superficial escoam para o Atlântico, e apenas 25% para o Mediterrâneo. Dos oito rios principais, quatro desaguam no Atlântico, em Portugal, ou depois de aí terem passado (bacias internacionais): Minho, Douro, Tejo e Guadiano. O Guadalquivir deságua também no Atlântico, próximo a Gibraltar ; os outros três vão para o Mediterrâneo : Ebre, Júcar e Segura. A pluviometria média é relativamente elevada, 690 mm/ano, mas sofre uma forte variação espacial (de 200 mm no Sudeste a 800 mm na Galiza) e temporal.

No aspecto qualitativo o problema também assume proporções alarmantes. Existe uma forte poluição do Ebro em torno de Saragoça, da maior parte dos pequenos rios costeiros da Catalunha, do Tejo a jusante de Madri e de Toledo, do Guadalquivir em quase todo o seu percurso, do Segura à Jusante de Múrcia e, por fim, dos rios costeiros que banham Huelva, Cádiz, Alicante e Valência.

O grave problema de escassez de água devido a enorme variação das precipitações levou a Espanha a adotar uma política precoce e muito avançada de regularização dos recursos. Foram construídos 800 barragens-reservatórios, em particular durante o ; a sua capacidade total eleva-se a 44.000 hm³, ou seja, 41% do contributo dos rios. Isso coloca a Espanha no primeiro lugar europeu e no terceiro lugar mundial para esses grandes trabalhos hidráulicos. Além disso, este país é um dos poucos a ter implementado transferências de água de bacia para bacia, cobrindo distâncias e capacidades elevadas: 1.000 hm³/ano para 286 km de canalização entre o Tejo e o Segura. A figura 1 apresenta as principais transferências de água entre

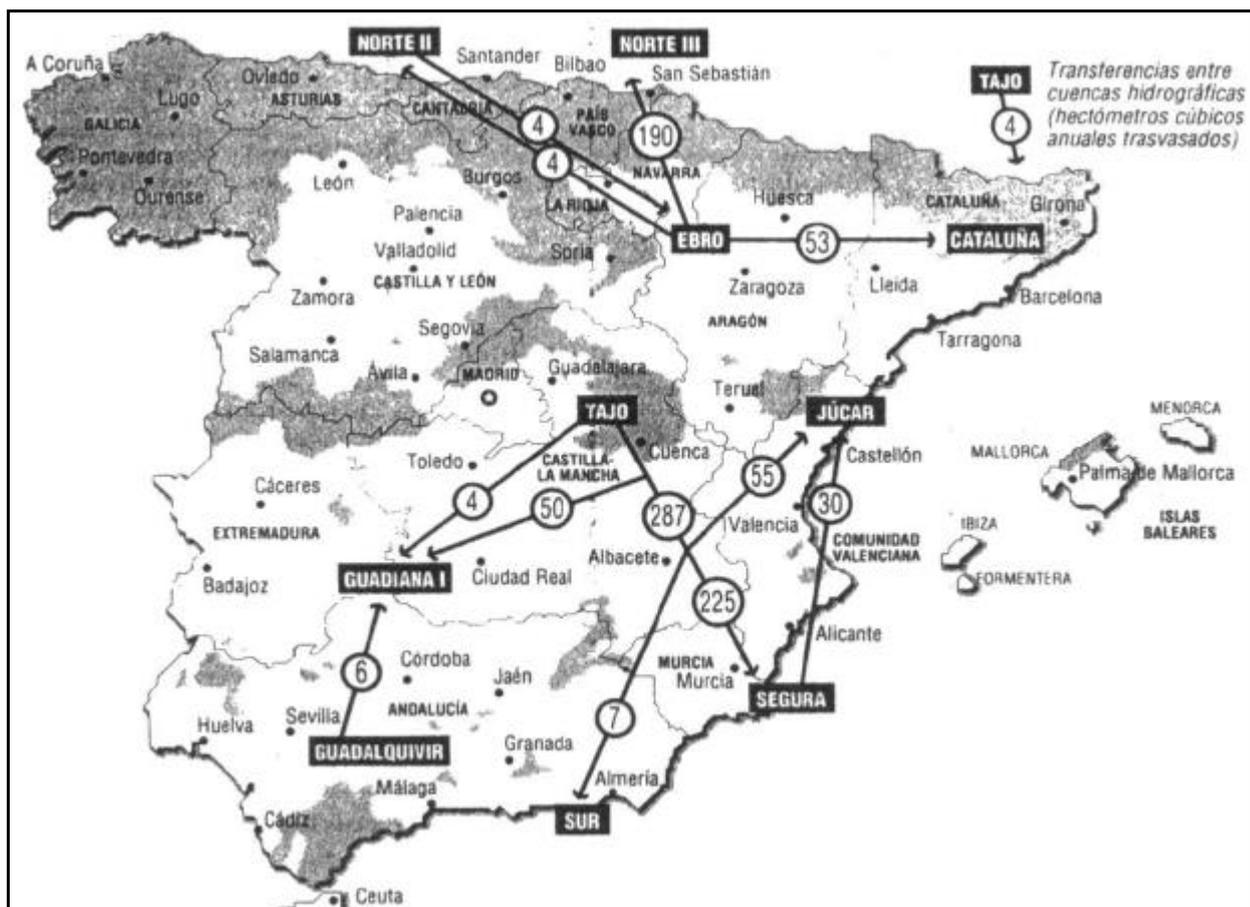


Figura 1 - Principais Transposições da Espanha

Fonte : El País (18 de novembro de 1998)

Basicamente até os anos 70 a gestão de águas na Espanha esteve voltada para o aspecto da oferta. Nesta fase o problema era levar água onde fosse necessário e para isso bastava estimar as demandas para os distintos usos e construir as obras de regularização necessárias para o suprimento desejado. Entretanto, a medida que a aumenta a percentagem de utilização dos recursos hídricos renováveis para atender uma demanda crescente, os custos de novas infra-estrutura são cada vez maiores e a possibilidade de incrementar a regularização cada vez menor.

3. PESQUISA SOBRE ECONOMIA DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO

Para muitos especialistas a aplicação de uma nova política tarifária é o melhor caminho para se obter a racionalização do uso e melhorar a gestão da água na Espanha. Seguindo os princípios elementares da economia, em um trecho inelástico da curva de demanda de água, o estabelecimento de uma taxa (aumento do preço da água) não produzirá nenhuma economia de água, sendo portanto, uma política inútil desde a ótica da economia deste recurso. Entretanto, não somente seria inútil considerando o objetivo de economia da água, como também seria perversa já que provocaria uma perda de renda no setor afetado pela implantação da nova taxa.

Portanto, afirmar que uma nova política tarifária que elevasse o preço da água permitirá economizar água nas zonas irrigáveis espanholas, sem conhecer previamente como são as curvas de demanda de água dessas áreas irrigáveis, é no

mínimo arriscado, e poderia conduzir a recomendações políticas errôneas. Daí a importância de estimar as curvas de demanda de água para agricultura irrigada na Espanha.

O programa de pesquisa desenvolvido por UPM/MAPA inicia-se com um primeiro estudo centrado em analisar a possibilidade de instaurar mercados de água restritos ao setor agrícola. Também, trata-se de um primeiro esforço de aplicar a metodologia da programação não-linear para simular o impacto dos instrumentos econômicos

Na Segunda fase, desenvolvida entre 1996 e 1997, o programa de pesquisa teve como objetivo principal a simulação de novos cenários tarifários, que implicam um aumento do custo de água para irrigação e políticas de melhorias e modernização das áreas irrigadas. Desse modo, pretendeu-se realizar um exercício, que tomando como base um profundo estudo da realidade atual, permitisse avaliar o que aconteceria se fosse adotada este tipo de política de gestão de água. Apesar das muitas variáveis de interesse que a modelação permite quantificar, a atenção se centrou nas três mais importantes:

- ✓ Demanda de água;
- ✓ Renda dos agricultores; e
- ✓ Arrecadação do setor público.

Desta maneira pode-se avaliar como distintas tarifas sobre a água ou distintas políticas de modernização das áreas irrigadas, em distintas bacias hidrográficas, classes de agriculturas e tipos de exploração, afetam a demanda de água, renda agrária e os ingressos que os organismos gestores da água obtém mediante a cobrança de tarifas. A seguir serão apresentadas as características metodológicas mais importantes do estudo, destacando a seleção das comunidades de irrigantes objeto de estudo e o modelo de programação matemática utilizada.

3.1 Modelo de Programação Matemática Utilizado

Este item está baseado em ORTEGA et al. (1998) e VIÑAS et al. (1998).

A metodologia utilizada consistiu na simulação, mediante técnicas de programação matemática, do comportamento dos agricultores diante de distintos cenários de

Inicialmente, utilizou-se modelos de exploração para representar o comportamento individual dos irrigantes diante da aplicação de diferentes medidas de política de água. Basicamente, as técnicas de programação matemática permitem a resolução de problemas cujo objetivo é a otimização de uma certa função sujeita a um número determinado de restrições. A aplicação destas técnicas aos sistemas de produção agrícola consistirá em representar a exploração mediante uma série de relações *input-output* e de disponibilidades de recursos e em definir uma função de utilidade para otimizar. Na prática, isto corresponde a uma busca da combinação ótima de atividades para um contorno sócio-econômico dado.

3.1.1 A Estrutura Base do Modelo

No modelo de programação matemática utilizado o agricultor maximiza sua função de lucro, considerando as restrições técnicas (disponibilidade de terra, mão-de-obra, equipamentos, possibilidades de produção), restrições financeiras (disponibilidade de liquidez, empréstimos), restrições econômicas (preços dos insumos e produtos, valor do dinheiro) e restrições políticas (ajudas e limitações a produção, subsídios para investimentos). O modelo é multiperódico e parte de uma situação inicial (alternativa de cultivos inicial, disponibilidade de equipamentos para irrigação, liquidez do agricultor, etc.) e, para cada período, o modelo determina a combinação ótima das atividades em função das condições técnico-econômicas e políticas. Nos modelos multiperódicos é comum maximizar o valor atual (ou soma descontada o período inicial) da corrente de benefícios que a atividade agrícola gera ao longo do horizonte de planejamento.

A função objetivo é:

$$\text{Max} \sum_{t=1}^T \frac{EXC_t}{(1+ta)^{t-1}} \quad (1)$$

onde:

EXC_t - Benefício total no ano t;
 T - horizonte de planejamento;
 ta - taxa de atualização.

A equação 1 expressa a função objetivo a maximizar e se obtém somando os benefícios totais descontado o período inicial (mediante a taxa de atualização ta). Como indicador do benefício obtido em cada período de decisão utiliza-se o benefício total definido pela soma dos rendimentos líquidos das atividades de produção descontadas os custos de utilização da água, da mão-de-obra e do equipamento de

$$EXC_t = \sum_{j=1}^n c_j \cdot X_{jt} - C_{qt} - C_{lt} - \sum_{k=1}^m \sum_{t-d}^t c_k \cdot X_{kt} \quad (2)$$

onde:

c_j - rendimento líquido da atividade j, que se supõe constante ao longo do horizonte de planejamento T;
 X_{jt} - superfície utilizada com a atividade j no ano t;
 C_{qt} - custo de utilização da água para irrigação no ano t, que dependerá dos cenários
 C_{lt} - custos de utilização de mão-de-obra no ano t;
 c_k - custo de utilização do equipamento de irrigação do tipo k;
 X_{kt} - investimento realizado em equipamento de irrigação do tipo k no ano t.
 d - vida útil do equipamento de irrigação.

O modelo de otimização está sujeito as seguintes restrições:

$$\sum_{j=1}^n X_{jt} \leq s \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n q_j \cdot X_{jt} \leq q = Q \cdot h \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{kj} \cdot X_{jt} - \sum_{t-d}^t X_{kt} \leq 0 \quad (5)$$

$$X_{jt} \geq 0; X_{kt} \geq 0; j=1,2,\dots,n; k=1,2,\dots,m \quad (6)$$

onde:

X_{jt} - superfície utilizada com a atividade j no ano t ;

s - superfície da propriedade;

q_j - consumo de água na atividade j ;

q - dotação líquida de água (na entrada da propriedade);

Q - dotação bruta de água para a comunidade de irrigantes;

h - coeficiente de eficiência técnica na distribuição;

a_{kj} - necessidade do equipamento de irrigação k para a atividade j ;

X_{kt} - investimento realizado em equipamento de irrigação do tipo k no ano t ;

n - quantidade de atividades;

m - quantidade de tipos de equipamentos de irrigação.

As equações 3 e 4 refletem as restrições de disponibilidades de recursos fixos (terra e água). A equação 3 expressa que a superfície alocável as distintas atividades de produção está limitada pela superfície da propriedade, enquanto que a equação 4 indica que o consumo total de água para a produção não pode superar a disponibilidade de água da propriedade, que será dada pela dotação bruta da comunidade de irrigantes (Q) descontada as perdas no sistema de distribuição.

A equação 5 corresponde as restrições de investimentos. Essas restrições expressam que, em cada período de decisão, a superfície que utiliza equipamento de irrigação do tipo k (a matriz a_{kj} indica o requerimento de equipamento de cada atividade de produção) não pode exceder a disponibilidade de equipamento de cada tipo. O modelo considera a possibilidade de incrementar ou reduzir a disponibilidade de equipamento mediante investimentos em tecnologia de irrigação que, na prática, limita a aquisição de equipamentos de irrigação por aspersão (diferenciando aspersão móvel, semi-fixa ou fixa) e por gotejamento. Trata-se neste caso de restrições dinâmicas, já que a disponibilidade de equipamento em um determinado período dependerá tanto dos investimentos realizados neste período como da disponibilidade de equipamento nos períodos anteriores.

Os sistemas tarifários testados foram:

- a) **Sistema Variável (V)** - define uma taxa em pesetas por metro cúbico consumido. Foram simulados 15 níveis de taxas: 0, 3, 6, ..., 42 ptas/m³.
- b) **Sistema Fixo por Área (F)** - define uma taxa em pesetas por hectare irrigável. Foram simulados 15 níveis de taxas: 0, 5.000, 10.000, 15.000, ..., 70.000 ptas/ha.
- c) **Sistema Binômio (VF)** - define uma taxa fixa por área (idêntica a F) combinada com uma taxa por metro cúbico consumido (V).
- d) **Sistema Variável por Trecho (T)** - define uma taxa variável em pesetas por metro cúbico consumido, da seguinte forma:

Faixa de Consumo sobre dotação disponível	L1	L2	L3	L4	...	L15
de 0 a 33% da dotação	0	1	2	3		14
de 33 a 66% da dotação	0	2	4	6		28
de 66 a 100% da dotação	0	3	6	9		42

- e) **Sistema Variável com Bonificação (VB)** - define uma taxa variável idêntica ao sistema V, com os mesmos níveis, para cada metro cúbico consumido e oferece uma bonificação que equivale a 1,1 vezes a taxa paga por cada metro cúbico da dotação que não seja consumida. Os níveis tarifários testados para este sistema foram:
 - L1 - 0 ptas/m³ pago por cada metro cúbico consumido e 0 ptas/m³ de bonificação por cada metro cúbico não consumido;
 - L2 - 3 ptas/m³ pago por cada metro cúbico consumido e 3,3 ptas/m³ de bonificação por cada metro cúbico não consumido;
 - ...
 - L15 - 42 ptas/m³ pago por cada metro cúbico consumido e 46,2 ptas/m³ de bonificação por cada metro cúbico não consumido;
- f) **Sistema de Bonificação por Trechos (BT)** - define uma taxa variável idêntica ao sistema V para todo metro cúbico consumido que exceda a 80% da dotação

disponível e um sistema de bonificação que equivale 0,9 vezes a taxa correspondente ao sistema V por metro cúbico não consumido abaixo de 80% da

- g) **Sistema de Bonificação Pura (B)** - define uma bonificação pura para cada metro cúbico não consumido por baixo da dotação disponível. Os níveis simulados também foram 15: 0, 3, 6, ..., 42 ptas/m³.

Considerando que a disponibilidade de água é determinada pela dotação anual (que dependerá da concessão administrativa), para aquelas comunidades de irrigantes que utilizam apenas uma tarifa fixa por área o custo de uma unidade adicional de água é nulo.

O estabelecimento de uma taxa por área (sistema tarifário fixo) implicará no incremento do custo de utilização da água, que pode ser expresso por:

$$C_{qt} = t_f \cdot s \quad (7)$$

onde:

C_{qt} - incremento do custo de utilização da água;
 t_f - o valor da taxa em pesetas/ha;
 s - área irrigada.

Considerando que uma redução no consumo de água não implicará em nenhum benefício para o agricultor, esta taxa não incentiva a economia de água. Os principais efeitos desta taxa se refletirá na diminuição das rendas dos agricultores e no incremento da arrecadação dos órgãos de administração da água.

O estabelecimento de uma taxa volumétrica (sistema tarifário variável) implicará no incremento do custo do metro cúbico da água utilizada e, portanto, a alocação eficiente deste recurso deverá ocorrer quando o custo do metro cúbico adicional se igualar ao seu valor marginal. Supondo que a água seja tarifada na entrada da área irrigada, o incremento no custo de utilização será expresso por:

$$C_{qt} = t_v \cdot \frac{\sum_{j=1}^n q_j \cdot X_{jt}}{h} \quad (8)$$

onde:

C_{qt} - incremento do custo de utilização da água;
 t_v - o valor da taxa em pesetas/m³;
 q_j - consumo de água na atividade j;
 X_{jt} - superfície utilizada com a atividade j no ano t;
 h - coeficiente de eficiência técnica na distribuição,

Quando cada unidade adicional de água tem um custo, o agricultor deverá comparar o incremento do benefício derivado da utilização desta unidade adicional com seu custo. Isto implica que a elevação do preço da água estimula os agricultores a modificarem seus comportamentos, de forma a economizar água. O consumo de água deverá ser reduzido progressivamente com a elevação do preço deste recurso.

As taxas volumétricas afetam as decisões dos agricultores no que se refere ao uso de água, portanto, é um componente fundamental para a gestão da demanda. A utilização de taxas volumétricas não garante a obtenção dos recursos financeiros necessários para assumir os custos de operação e manutenção do sistema de abastecimento nos anos de baixo consumo, daí uma razão para que seja utilizado sistemas tarifários

A maior ou menor resposta dos agricultores a uma mudança nos preços da água dependerá de múltiplos fatores característicos de cada tipo de exploração (possibilidade de se utilizar fontes alternativas de suprimento, valor da produção, potencial de diversificação de cultivos, disponibilidade de água e garantia de suprimento, tipo de solo, etc.) e também do período de ajuste considerado. Em geral, a longo prazo o agricultor pode variar o sistema de irrigação ou os tipos de cultivos. Desta forma a utilização de taxas pelo uso da água causará maiores impactos sobre o consumo de água a longo prazo do que a curto prazo.

3.1.3 As Estratégias dos Agricultores Diante das Políticas Tarifárias

O modelo de programação matemática descrito no item anterior permite determinar a combinação ótima de atividades em função do contorno sócio-econômico considerado. Basicamente o agricultor decide os cultivos, a área plantada de cada tipo, o nível de intensificação da produção e as técnicas de irrigação. Outras decisões relevantes são referentes aos investimentos e financiamentos da produção.

Os recursos fixos da exploração, que são fundamentalmente a área e a disponibilidade de água, se distribuem entre as distintas atividades de produção, de forma que o benefício obtido seja maximizado. Portanto, todas as decisões são independentes.

O modelo de simulação utilizado contempla seis possíveis estratégias, não excludentes, dos agricultores frente a utilização de novas taxas sobre o uso da água:

1. Mudança no manejo da água;
2. Mudança na dose de água usada para irrigar cada um dos cultivos;
3. Modificação das técnicas de irrigação;
4. Mudança para cultivos que consomem menor quantidade de água;
5. Substituição de cultivos que requerem irrigação para cultivos de sequeiro;
6. Mudar de atividade (abandonar a atividade agrícola).

A escolha de uma ou outra estratégia dependerá fundamentalmente da estrutura da exploração e do tipo de cultivo, da capacidade de pagamento assim como da maior ou menor disponibilidade de água e da organização das comunidades de irrigantes.

4. AS COMUNIDADES DE IRRIGANTES

As comunidades de irrigantes são as instituições que gerenciam o uso coletivo das águas públicas para irrigação e tem uma tradição secular. Estas instituições adquiriram personalidade jurídica explícita com a lei das águas de 1879, reforçada posteriormente com a lei de águas de 1985.

Estas instituições são responsáveis pela organização dos perímetros irrigados, do controle do consumo de água, da vigilância do cumprimento dos critérios de repartição de água, dos investimentos em melhoria e modernização dos sistemas de distribuição de água, pela cobrança das tarifas de água e, geralmente, pelas decisões sobre temas que afetam a disponibilidade e uso da água para irrigação (cessão de água para abastecimentos urbanos mediante indenização, cessão de águas ou permutas com outras comunidades de irrigantes, intercâmbio entre irrigantes de uma mesma zona, etc.).

O papel determinante que as comunidades de irrigantes desempenham na gestão de águas para a irrigação é a razão pela qual o estudo de seu sistema de organização, controle e financiamento, em suma, seu funcionamento constitui-se em um ponto de grande importância para interpretar o comportamento dos agricultores em relação às modificações no sistema de gestão das águas e, em especial, nas mudanças dos

A seguir serão apresentados as principais características das comunidades de irrigantes estudadas no projeto de pesquisa da UPM/MAPA.

4.1 Características das Comunidades de Irrigantes Analisadas

As zonas de irrigação analisadas compreendem 15 comunidades de irrigantes repartidas em 4 bacias hidrográficas. Os Quadros 1 e 2 listam as principais características destas comunidades de irrigantes.

Quadro 1 – Localização das Comunidades de Irrigantes Estudadas e Principais Cultivos

Bacia Hidrográfica / Província	Quant. de C.I. ¹	Principais Cultivos
Duero (Castilla y León)	5	Cultivos herbáceos extensivos e cultivos industriais semi-intensivo
Guadalquivir (Andaluzia)	4	Cultivos herbáceos, cultivos industriais e cultivos horto-frutícolas intensivos
(Comunidade Valenciana)	5	Cultivos horto-frutícolas muito intensivo
Guadiana (Castilla La Mancha)	1	Cultivos herbáceos extensivos, cultivos hortícolas e vinhas

1 – Comunidades de Irrigantes Estudadas

Bacia Hidrográfica	Comunidade de Irrigantes	Ano de Fundação	Área (ha)	Dotação (m ³ /ha) ¹	Disponibilidade de água	Técnicas de Irrigação	Sistema Tarifário ²	Custo da Água (US\$/1000m ³)
Duero	Babilafuente	1968	3.570	13.000	Sem problema	Manual/Aspersão	Fixo	7.71
	Villalar	1991	510	Ilimitada	Sem problema	Aspersão	Variável	62.68 ³
	Villoria	1990	5220	4.000	Escassez	Aspersão	Fixo	48.19 ³
	Páramo	1970	15.500	7.500	Escassez	Manual/Aspersão	Fixo	13.80
	Retención	1965	3.514	7.000	Escassez	Manual/Aspersão	Fixo	9.64
Guadalquivir	Genil-Cabra	1980	15.000	4.000	Escassez	Asp./Gotej.	Binómia	57.83 ³
	Fuente Palmera	1980	5.000	4.200	Escassez	Asp./Gotej.	Binómia	106.01 ³
	El Viar	1950	12.000	7.000	Escassez	Sulcos/ Gotej.	Fixa	16.42
	Setor B XII	1970	11.900	6.000	Escassez	Sulcos/ Gotej.	Fixa	35.31 ³
Júcar e Segura	Acequia Real	Sec. XVIII	20.955	12.600	Sem problema	Sulcos/ Gotej.	Fixa	42.87
	Levante M. Esq.	Sec. XX	26.399	7-10.000	Escassez	Sulcos/ Gotej.	Binómia	171.86 ⁴
	Canal Cota 220	1980	2.179	7-10.500	Escassez	Sulcos/ Gotej.	Binómia	119.51
	Novelda	Sec. XX	2.056	7-10.500	Escassez	Sulcos	Binómia	212.03 ⁵
	Vall d'Uxo	1980	2.822	10.000	Escassez	Sulcos/ Gotej.	Binómia	192.75 ⁵
Guadiana	Daimiel		19.000	4.700	Sobreexplot.	Gotej./asp.	Fixo	

1 – Refere-se aos valores médios efetivamente colocados à disposição das comunidades de irrigantes nos últimos anos
³; Binómia: uma parcela fixa (PTA/ha) + uma parcela variável (PTA/m³)

3 – Inclui custo de energia elétrica

4 – Recebe água da transposição Tajo-Segura a preços elevados

5 – Abastecimento exclusivamente por água subterrânea

1 US\$ = 129.7 Pesetas, em 31/12/1996 (Fonte: <http://www.xe.net/currency/table.htm>)

Nota: Os custos da água apresentados nesta tabela são os atualmente praticados nas comunidades estudadas e, portanto, representam o ponto de partida (ou o zero) para os sistemas simulados.

irrigantes analisadas. Estas diversidades ilustram a grande variedade de situações que pode ser encontrada na agricultura Espanhola.

Analisando um pouco mais as principais características destas comunidades observa-se que, por exemplo, em Castilla y León (Bacia Hidrográfica del Duero) as comunidades selecionadas representam situações bem distintas dentro das zonas irrigáveis desta bacia. A maior ou menor antiguidade das zonas irrigadas, as diversas procedências dos recursos hídricos e o grau de escassez de água são elementos que conferem uma certa variedade a este conjunto de Comunidades de Irrigantes.

As características técnicas e institucionais das comunidades de irrigantes estudadas na bacia hidrográfica del Duero estão relativamente entrelaçadas, o que permite a comparação de ambos os aspectos. Assim, as Comunidades de Irrigantes de Villoria e Villalar são recentes, dispõem de um sistema de distribuição de água eficiente, mas têm distintos níveis de dotação de água e distintos sistemas de gestão do recurso. Em Villalar os irrigantes podem usar o volume de água que desejarem, mas em Villoria a disponibilidade de água é bastante limitada, de modo que nos anos secos sofrem sérios problemas de escassez de água. Neste modelo de organização, gestão e controle da irrigação a tecnologia avançada utilizada nos sistemas de distribuição de água torna a participação dos agricultores desnecessária (Instituição de irrigação centralizada).

Por sua vez, em Villoria não é possível medir o consumo de água de cada irrigante, a organização e o controle da irrigação é muito restrita e alcança altos níveis de eficiência (está proibido a irrigação manual). A Comunidade de Irrigante estabelece turnos de irrigação e posteriormente os próprios agricultores distribuem a água em função das áreas que irrigam. A este modelo de organização em que a participação da Comunidade de Irrigantes e dos próprios agricultores é muito alta denomina-se instituição de irrigação descentralizada.

As outras três comunidades de irrigantes são bem mais antigas (Babilafuente, Páramo e Retención) e apresentam distintos graus de escassez de água e diferentes tipos de organização. Em Babilafuente existe água abundante (dotação 13.000 m³/ha) com boa garantia de suprimento, entretanto nas Comunidades de Irrigantes de Páramo e Retención existe sérios problemas de escassez de água que se originam devido a sua baixa dotação e sua baixa garantia de suprimento.

Em Andaluzia (Bacia Hidrográfica Guadalquivir) é onde se encontra a maior diversidade de aproveitamentos e técnicas de cultivos. Das Comunidades de Irrigantes analisadas nesta bacia, duas possuem modernos sistemas de distribuição de água totalmente automatizado (Genil-Cabra e Fuente Palmera), que correspondem as Comunidades de Irrigação mais recentes. Nestas duas Comunidades de Irrigantes existem limitações de água (baixas dotações e baixas garantias de suprimentos) porém, dispõem de avançados sistemas de distribuição de água que permite alcançar uma elevada eficiência técnica. A organização destas

duas Comunidades de Irrigantes é semelhante (instituição de irrigação centralizada).

As outras duas (El Viar e Setor B XII) são muito mais antigas e, portanto, seus sistemas de distribuição de água não são tão avançados. Suas dotações de água são maiores e ainda sim tem graves problemas de suprimento. Seus sistemas de organização correspondem ao modelo descentralizado, com uma elevada participação da própria Comunidade de Irrigantes e dos próprios agricultores.

Pode-se destacar uma dicotomia que existe entre dois grupos de Comunidades de Irrigantes. Um primeiro grupo composto por Comunidades de Irrigantes modernas (por exemplo, Genil-Cabra e Fuente Palmera), com baixa dotação, sistemas de distribuição de água avançado (controle centralizado do consumo de água) e um sistema tarifário segundo o volume de água consumida que discrimina entre irrigantes segundo seu consumo de água. O segundo grupo representa as Comunidades de Irrigantes mais antigas (por exemplo, El Viar e Baixo Guadalquivir) sem graves problemas de escassez de água em condições climatológicas normais, com um sistema de gestão descentralizado, baseado no estabelecimento de turnos de irrigação, vigilância e controle rigoroso de seu cumprimento a cargo de pessoas contratadas pelas Comunidades de Irrigantes e com um sistema de tarifação fixo (valor fixo cobrado por hectare) que não discrimina os usuários segundo seus consumos.

As Comunidades de Irrigantes das bacias hidrográficas de Júcar e Segura são representativas da grande diversidade das zonas de irrigação existentes na Comunidade Valenciana, Comunidade Autônoma que conta com uma grande tradição no uso da água para irrigação e com sistemas de organização muito peculiar.

Em relação a procedência da água, as Comunidades de Irrigantes analisadas nas bacias de Júcar e Segura podem ser agrupadas em três grupos: abastecidas por águas superficiais, abastecidas por águas subterrâneas e mistas.

No primeiro grupo (abastecidas por água superficiais) estão Acequia Real (Valência) que utiliza água do rio Júcar e Levante Margem Esquerda (Alicante) que utiliza água do rio Segura e, de forma complementar, água da transposição do Tajo-Segura. Em Acequia Real não existe problema de garantia de suprimento de água, entretanto no Levante Margem Esquerda a garantia de suprimento é muito deficiente, o que unido às menores dotações provoca grave problemas de escassez

No segundo grupo (abastecidas por águas subterrâneas) estão as Comunidades de Irrigantes de Novelda (Alicante) e Vall d' Uxó (Castellon). Finalmente, apenas a Comunidade de Irrigantes de Canal 220-Onda (Castellon) é abastecida por águas de procedência mista (superficial + subterrânea).

Na Região de Castilla La Mancha foi escolhida uma única Comunidade de Irrigante (Daimiel) que é abastecida pelo aquífero 23 cuja sobreexploração devido a forte

expansão da irrigação nesta área tem provocado graves danos ambientais, em especial no Parque Nacional Tablas de Daimiel.

A taxa de regulação e a tarifa de utilização visam compensar o Estado pelos investimentos realizados na bacia. Esta parcela é paga para a Confederação Hidrográfica. As despesas referentes a gastos com pessoal, manutenção e conservação da rede de distribuição de água são divididas entre os agricultores que pagam uma cota a Comunidade de Irrigantes.

Os critérios utilizados pelas Comunidades de Irrigantes para transferir os custos para seus associados variam bastante. Algumas transfere os custos fixos (administração da entidade, vigilância, tarifa de utilização, etc.) em função da superfície com direito a irrigação e os custos variáveis em função do consumo de água. Outras transferem todos os custos em função da superfície irrigada (pta/ha irrigada).

4.2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Duero

O sistema tarifário das Comunidades de Irrigante de Castilla y León está baseado em um pagamento em função da área em lugar de um pagamento por volume de água realmente consumida. A única exceção é a Comunidade de Villalar (zona irrigada por água subterrânea), onde o custo referente a energia é faturado pela própria companhia elétrica em função do volume efetivamente consumido por cada agricultor, situado em torno de 10 PTAS/m³ (0.077 US\$/ m³).

Geralmente, a tarifa é composta de duas parcelas: uma taxa (ptas/ha) que se paga a Confederação Hidrográfica del Duero e uma cota (ptas/ha) que se paga a Comunidade de Irrigantes. A parcela paga a Confederação Hidrográfica não reflete em todos os casos o custo real da irrigação pois só inclui os custos energéticos quando a energia consumida é elétrica (Villoria e Villalar). Portanto, o valor cobrado não considera os custos energéticos das Comunidades de Irrigantes onde se irrigam a pressão com motores movidos a gasolina (Babilafuente, Páramo e

Quadro 3 Custo da Água nas Comunidades de Irrigantes de Duero

Comunidade de Irrigantes	Custo da Água (US\$ /ha)			Dotação ³ (m ³ /ha)	Custo Unitário (US\$/1000 m ³)
	Taxa ¹	Cota ²	Total		
Babilafuente	84.81	7.71	92.52	12.000	7.71
Villalar ⁴	154.20 - 192.75	15.42	192.75	4.000	48.19
Villoria ⁴	485.74	15.42	501.16	8.000	62.68
Páramo	84.81	11.57	96.38	7.000	13.80
Retención	42.41	15.42	57.83	6.000	9.64

1 - Valor pago a Confederação Hidrográfica del Duero
2 - Valor pago a Comunidade de Irrigantes
3 - Valores médios efetivamente colocados à disposição da Comunidade de Irrigante
4 - Inclui custo de energia elétrica

4.2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Guadalquivir

Nas zonas irrigadas mais modernas utiliza-se um sistema tarifário binômio (componente fixa de pesetas por hectare mais componente variável de pesetas por m³), é o caso das Comunidades de Irrigantes de Genil-Cabra e Fuente Palmera. Nas zonas irrigadas mais antigas (El Viar e Baixo Guadalquivir) o pagamento é efetuado mediante uma tarifa fixa (pesetas por hectare). Estas diferenças de sistemas tarifários se devem a que os sistemas de distribuição de água das zonas mais modernas permitem conhecer o consumo de água de cada agricultor enquanto nas zonas irrigadas antigas isto não é possível.

Quadro 4 Custo da Água nas Comunidades de Irrigantes de Guadalquivir

Comunidade de Irrigantes	Dotação (m ³ /ha) ¹	Energia Elétrica		Taxa ²	Custo Total	
		US\$/m ³	US\$/ha	US\$/ha	US\$/ha	US\$/1000m ³
Genil-Cabra	4.000	0.031	123.362	107.941	231.303	57.83
Fuente Palmera	4.000	0.077	308.404	115.652	424.056	106.01
El Viar	8.000	0.000	0.000	131.072	131.072	16.42
Setor B XII	6.000	0.017	100.231	111.796	212.028	35.31

1 - Valores médios efetivamente colocados à disposição da Comunidade de Irrigante
2 - Valor pago a Confederação Hidrográfica del Guadalquivir

Os custos de energia elétrica de Genil-Cabra e Fuente Palmera são estimados em função do volume consumido (pta/m³) e em Baixo Guadalquivir (Setor B XII) são estimados em função da área (pta/ha). Observa-se que Fuente Palmera e Genil-Cabra conseguem reduzir seus custos de energia elétrica graças aos modernos sistemas de automatização que lhes permitem otimizar o custo energético aproveitando para bombear nos horários de vale (horários em que a tarifa de

4.2.3 Bacia Hidrográfica dos Rios Júcar e Segura

O sistema tarifário de Acequia Real, que irriga com água superficial, dotações elevadas e alta garantia de suprimento é diferente das demais comunidades. Em Acequia Real somente é cobrado apenas uma tarifa por unidade de superfície e nas demais é utilizado uma tarifa binômio (uma tarifa por superfície mais uma tarifa por volume de água utilizada, estimada de forma indireta).

Quadro 5 Custo da Água nas Comunidades de Irrigantes de Júcar e Segura

Comunidades de Irrigantes	Consumo (m ³ /ha)	Custo Unitário	
		US\$/ha	US\$/1000 m ³
Acequia Real	6.300	269.854	42.87
Levante M. Esq.	4.800	824.981	171.86
Canal Cota 220	7.200	860.447	119.51
Novelda	6.000	1272.167	212.03
Vall d'Uxó	7.200	1387.818	192.75

Analisando os valores apresentados no quadro 5 pode-se observar que existe uma clara correlação entre os custos e consumo de água e que a variável chave que discrimina o custo da água em Júcar e Segura é a procedência superficial ou subterrânea dos recursos hídricos. A Comunidade de irrigantes Levante Margem Esquerda, apesar de ser suprida por água superficial, recebe um complemento da transposição do Tajo-Segura a preços elevados, o que justifica os seus valores elevados apresentados no quadro 5.

5. OS EFEITOS DA POLÍTICA DE REVISÃO DE TARIFAS (Situação Simulada)

5.1 Nas estratégias dos agricultores

Os resultados obtidos nos estudos realizados pela UPM/MAPA indicam que as estratégias adotadas pelos agricultores diante do aumento no preço da água centram-se, basicamente, na substituição de cultivos que demandam maior quantidade de água para cultivos que demandem menor quantidade; na redução da área irrigada (substituição de cultivos que requerem irrigação para cultivos de sequeiro) e abandono do cultivo, ainda que esta última opção só ocorreu nas bacias

Nas comunidades de irrigantes da bacia hidrográfica do Rio Duero a estratégia fundamental e quase única foi substituir cultivos irrigados por cultivos de sequeiro. A explicação é que para tarifas médias-altas, que é quando o agricultor começa a introduzir mudanças para economizar água, e considerando a ajuda da política agrícola comum da União Europeia, é mais rentável o cultivo de cereais e oleaginosos em sequeiro do que por irrigação.

A única exceção é a comunidade de irrigantes de Páramo de León que substitui cultivos que requerem mais água por outros menos exigentes, porém segue utilizando irrigação. Esta resposta diferenciada em relação às demais comunidades de irrigantes desta bacia é explicada pela má qualidade dos solos em Páramo de León e os baixos rendimentos obtidos quando utilizando agricultura de sequeiro.

Observou-se que na comunidade de irrigantes de Babilafuente (bacia hidrográfica do Rio Duero) quando a tarifa atinge 6 pesetas/m³, o agricultor modifica o manejo da irrigação. Esta mudança de comportamento se traduz em um melhor controle da água utilizada em sua parcela, obtendo deste modo uma certa economia de água.

Nas comunidades de Guadalquivir, de forma geral, tarifas baixas promovem a substituição de cultivos que requerem irrigação por outros, porém, que demandem

menos água. Tarifas médias-altas promovem a substituição de culturas irrigadas por culturas de sequeiros.

Observou-se dois casos na bacia hidrográfica de Guadalquivir onde a elevação das tarifas implicou em mudanças nas técnicas de irrigação e nas doses de água aplicadas aos cultivos.

No Setor B XII, onde não é possível irrigar por gotejamento devido a problemas de salinidade, observou-se que para níveis médios de tarifas o algodão deixaria de ser irrigado exclusivamente por aspersão para ser irrigado por um sistema misto (sulcos e aspersão), apesar do rendimento ser maior usando aspersão. A explicação deste resultado está relacionado com os distintos custos de cada técnica e dos diferentes rendimentos que se pode obter com cada uma.

Na comunidade de irrigantes de Fuente Palmera (bacia hidrográfica de Guadalquivir), observa-se que para tarifas altas o algodão é irrigado exclusivamente por gotejamento. Entretanto, para tarifas mais baixas, parte do algodão é irrigado por gotejamento e parte por aspersão. O investimento inicial para utilização do sistema por gotejamento é justificado pelo grande aumento do rendimento do algodão em relação ao que possibilita a irrigação por aspersão.

Em relação as comunidades de irrigantes de Jucar e Segura, na maioria dos casos, a única estratégia observada foi o abandono total da atividade agrícola. Isto ocorreu, especialmente, nas zonas de monocultura (Onda, Vall D'Uxó, Novelda e uma grande parte de Levante Margem Esquerda). O alto valor agregado destes cultivos e as pequenas dimensões das propriedades (aproximadamente 1 ha) explica o desinteresse pela substituição por outros cultivos irrigados ou mesmo de sequeiros.

Na comunidade de irrigantes de Daimiel (bacia hidrográfica de Guadiana) ocorre o mesmo que nas comunidades de irrigantes da bacia del Duero. Praticamente, a única estratégia é substituir cultivos irrigados por cultivos de sequeiro. Neste caso a explicação reside fundamentalmente nas baixíssimas dotações destas áreas irrigadas (1.500 a 2.000 m³/ha), como consequência da declaração de sobreexploração do aquífero 23 que abastece esta zona.

A conclusão central derivada destas análises é que as principais estratégias seguidas pelos agricultores diante as novas políticas tarifárias, consistem na substituição entre cultivos irrigados (bacia de Guadalquivir e algumas comunidades de irrigantes da bacia de Duero e Jucar com casos excepcionais), a substituição de cultivos irrigados por cultivos de sequeiro (bacias de Guadalquivir, Duero e Guadiana) e, abandono do atividade agrícola (bacias de Jucar e Segura). O quadro 6 resume os principais resultados.

Quadro 6 - Estratégias Adotadas pelos Agricultores Frente ao Novo Modelo

Bacia Hidrográfica	Principais Estratégias Adotadas pelos Agricultores
del Duero	Substituição de cultivos irrigados por cultivos de sequeiros
Guadalquivir	Tarifas baixas - substituição por cultivos também irrigados, porém, que Tarifas de média a alta - substituição de cultivos irrigados por cultivos de sequeiros.
Jucar e Segura	Abandono total da atividade agrícola
Guadiana	Substituição de cultivos irrigados por cultivos de sequeiros

5.2 Na Demanda de Água para Irrigação

As curvas de demanda de água obtidas a partir das simulações realizadas com o modelo de programação matemática para o sistema tarifário variável são bastantes distintas nas diferentes bacias hidrográficas estudadas.

A explicação dessas diferenças está relacionada com as variáveis de caráter estrutural, nos fatores naturais - sobretudo, as condições agroclimatológicas que determinam a orientação produtiva - e o tamanho das explorações, mais as variáveis relacionadas a dotação de água, garantia de suprimento e eficiência da rede de distribuição das comunidades de irrigantes.

5.2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Duero

As curvas de demanda de água das zonas irrigadas da bacia do rio Duero apresentam um primeiro trecho inelástico que chega a tarifas médias (entre 8 e 16 pesetas/m³ (0.062 - 0.123 US\$/m³)), conforme ilustra a figura 2.

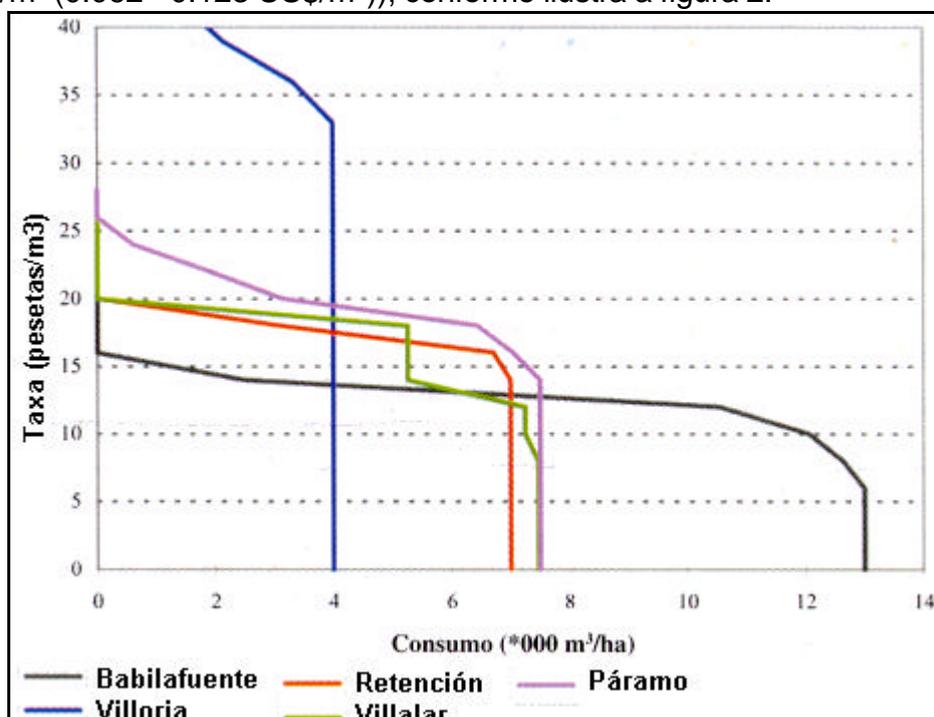


Figura 2 - Demanda de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Duero

Fonte: VIÑAS et al. (1998) (Cotação da peseta: 1 US\$ = 129.7 pesetas)

O trecho elástico situa-se entre 10 e 22 pesetas/m³ (0.077 US\$/m³ e 0.170 US\$/m³) e costuma ser muito curto e muito elástico (redução brusca do consumo de água).

Na bacia do rio Duero, onde as possibilidades de cultivos se reduzem a cinco ou seis herbáceos, as curvas de demanda de água são mais inelásticas.

As variáveis relacionadas com a dotação de água, seu custo e sistema de distribuição tem um papel muito importante, ao menos para explicar certas diferenças que aparecem dentro da mesma bacia.

Observando a curva de demanda da comunidade de irrigantes de Babilafuente (Figura 2), que tem uma dotação muito abundante, sistema de distribuição antigo e ineficiente e manejo de água deficiente - é muito mais elástico que a comunidade de irrigantes de Villoria - com menor dotação de água e um sistema de distribuição moderno. Em Villoria os agricultores não modificam seu consumo de água com tarifas inferiores a 25 pesetas/m³ (0.193 US\$/m³).

A comparação dos resultados entre Babilafuente e Villoria é muito ilustrativa, visto que trata-se de zonas irrigadas com muitos elementos comuns (qualidade dos solos, tipo de cultivo e tamanho das explorações), porém, com uma diferença fundamental: a eficiência da rede de distribuição em Babilafuente é de 60% enquanto em Villoria é de 95%. Esta comparação permite explicar a relação entre elasticidade da demanda, dotação de água e eficiência técnica.

A comunidade de irrigantes de Babilafuente tem uma dotação de 13.000 m³/ha (eficiência técnica muito baixa e grande disponibilidade de água) enquanto Villoria tem uma dotação de apenas 4.000 m³/ha (eficiência técnica muito alta e escassa disponibilidade de água). Seguindo os resultados do modelo matemático, em Villoria os agricultores não reduzem seus consumos antes que as tarifas atinjam níveis elevados (superior a 25 pesetas/m³ ou 0.193 US\$/m³), enquanto que em Babilafuente começam a racionar água muito antes (6 pesetas/m³ ou 0.046 US\$/m³). Entretanto, em Babilafuente os agricultores recorrem ao trecho elástico da curva de demanda que vai de 6 a 20 pesetas/m³ (0.046 US\$/m³ a 0.154 US\$/m³), para situar-se em um nível de consumo próximo aos 4.000 m³/ha, que é justamente a dotação dos agricultores de Villoria.

5.2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Guadalquivir

Nesta bacia é possível uma amplíssima gama de cultivos e, portanto, as curvas de demanda de água são mais elásticas. A figura 3 apresenta estes resultados.

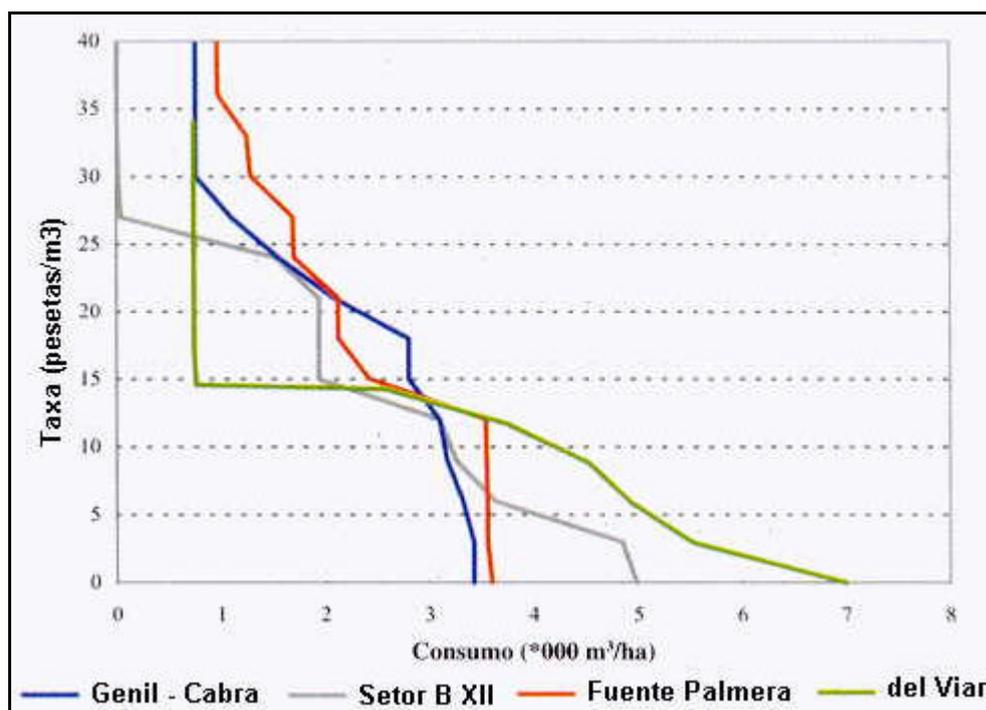


Figura 3 - Demanda de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Guadalquivir
 Fonte: VIÑAS et al. (1998) (Cotação da peseta: 1 US\$ = 129.7 pesetas)

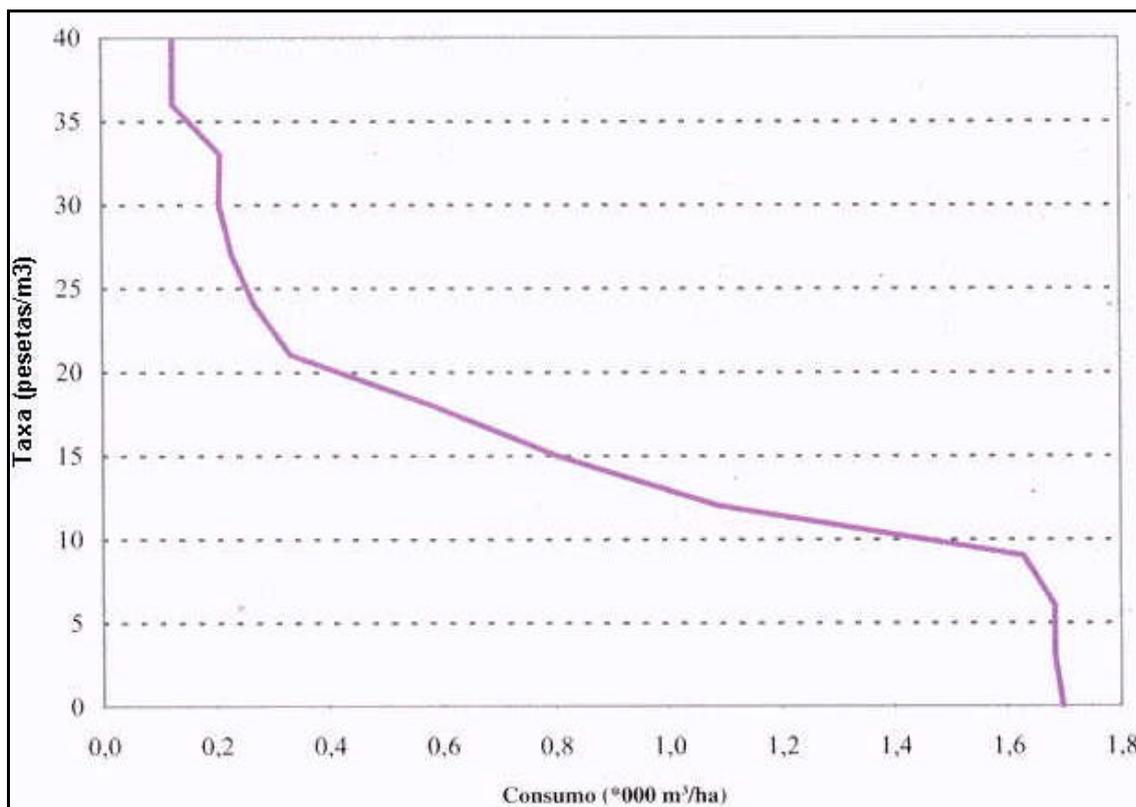
Na bacia hidrográfica do rio Guadalquivir, as comunidades de irrigantes com menores dotações de água e sistemas de irrigação mais modernos e mais eficientes (Genil Cabra e Fuente Palmera) apresentam curva de demanda mais inelásticas que as outras comunidades de irrigantes (Baixo Guadalquivir e Viar), que são mais antigas, têm maiores dotações de água (no caso de Viar maior garantia de suprimento) e dispõem de sistemas de distribuição menos eficientes.

5.2.3 Bacia Hidrográfica dos Rios Jucar e Segura

As curvas de demanda de água das zonas irrigadas desta bacia apresentam diferenças que são explicadas por variáveis tecnológicas e institucionais (dotação de água, sistema de gestão e controle do consumo de água). Dessa forma, em Acequia Real onde a dotação de água e a garantia de suprimento são elevados e o sistema de distribuição não é muito eficiente, a curva de demanda é mais elástica que nas comunidades de irrigantes de Onda, Novelda e Vall d'Uxó, onde existem fortes problemas de escassez de água e os sistemas e técnicas de irrigação são mais eficientes.

Entretanto, neste caso a comparação não é de todo ilustrativa, pois os efeitos das variáveis escassez de água e sistema de distribuição estão distorcidos pelo fato de que os cultivos são muitos distintos em Acequia Real (grande percentagem de cultivos hortícolas) e as outras três comunidades de irrigantes (cítricos em Onda e Vall d'Uxó, uva de mesa em Novelda). Dessa forma, as explorações que incluem cultivos hortícolas, além de frutícolas, apresentam curvas de demanda de água mais elásticas que as explorações que somente cultivam frutícolas. A figura 4 apresenta as curvas de demanda de água para as comunidades de irrigantes da bacias de Jucar e Segura.

A curva de demanda para a comunidade de irrigantes de Daimiel apresenta um primeiro trecho completamente inelástico, que chega a tarifas de 8 pesetas/m³ (0.062 US\$/m³). A figura 5 apresenta a curva de demanda de água desta comunidade de irrigantes.



Fonte: VIÑAS et al. (1998) (Cotação da peseta: 1 US\$ = 129.7 pesetas)

As novas políticas tarifárias pretendem como objetivo essencial estimular a economia de água (redução do consumo) e sua implementação só terá algum significado na bacia hidrográfica de Guadalquivir, onde as curvas de demanda de água são bastante elásticas desde níveis tarifários baixos ou médios (especialmente nas comunidades de irrigantes com bons solos e elevado potencial produtivo, com suficiente dotação de água e com sistema de distribuição de baixa

Entretanto, não teria muito sentido na comunidade de irrigantes da zona dos aquíferos de La Mancha (bacia de Guadiana) nem nas comunidades de irrigantes da bacia do rio Duero, onde as curvas de demanda são inelásticas até níveis tarifários médios-altos. Não apresenta nenhum significado adotar a revisão tarifária nas bacias de Jucar e Segura, onde as curvas de demanda de água são, em geral, totalmente inelásticas inclusive para níveis elevados de tarifas.

Baseado nos comentários anteriores é muito discutível aplicar uma mesma política tarifária em distintas bacias, e inclusive dentro da própria bacia. A aplicação de um preço ou taxa uniformemente em todas as bacias causará efeitos tremendamente diferentes em cada bacia. Em algumas promoverá uma certa economia de água, noutras nenhuma. Portanto, cada bacia necessita de uma política tarifária específica, e em algumas bacias como Jucar e Segura não teria razão de ser nenhum tipo de política tarifária, sempre desde a perspectiva do objetivo de reduzir

O quadro 7 ilustra os comentários anteriores com valores numéricos. Por exemplo, uma taxa de 3 pesetas/m³ (0.023 US\$/m³) não produziria nenhuma economia de água, exceto na comunidade de irrigantes de Viar (Guadalquivir) onde a redução de

Quadro 7 - Impactos Sobre a Redução no Consumo de Água (%)

Tarifa pta/m ³	DUERO					GUAD.	GUADALQUIVIR				JUCAR E SEGURA				
	Babil.	Villo	Palen.	Villa.	Léon	Daimiel	B XII	G.Cabra	F.Palm	Viar	A.Real	Onda	Nov.	Elch e	V.d'Úxó
3	0	0	0	0	0	1	3	0	1	21	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	27	3	1	30	0	0	0	0	0
9	5	0	0	1	0	4	35	7	1	35	0	0	0	42	0
12	19	0	0	3	0	36	38	10	2	46	0	0	0	42	0
15	90	0	2	30	3	53	61	18	33	63	0	0	0	42	0
18	100	0	56	30	14	66	61	18	41	89	0	0	0	42	0
21	100	0	100	100	66	80	61	39	41	89	0	7	0	2	2
24	100	0	100	100	92	84	69	54	53	89	0	11	0	42	5
27	100	0	100	100	100	86	99	68	53	89	0	2	0	42	5
30	100	0	100	100	100	88	100	78	64	89	0	4	0	42	11

5.3 Na Renda dos Agricultores

Uma nova política tarifária que implique em aumento do custo da água, muito provavelmente, resultará em perda de rendas para os agricultores. A grandeza dessas perdas em termos absolutos (pesetas/ha), dependerá de três elementos principais:

1. A elasticidade da demanda de água;
2. A estratégia seguida pelos agricultores para reduzir o consumo de água, que dependerá da gama de cultivos adaptados a zona, do cultivo relativo de água dos distintos cultivos e da rentabilidade relativa de cada tipo de cultivo;
3. A dotação inicial de água (supondo que as novas tarifas serão função do volume consumido).

Nos trechos iniciais totalmente inelásticos da curva de demanda de água, a perda de renda do agricultor será função apenas de sua dotação inicial de água, já que nesta parte da curva de demanda os agricultores não adotam nenhuma estratégia para economizar água, ainda que tenham que pagar mais caro pela sua dotação inicial. Nos trechos mais ou menos elásticos, a perda de renda é função da elasticidade da demanda de água e do tipo de estratégia seguida pelo agricultor

5.3.1 Bacia Hidrográfica do Rio Duero

Nas comunidades de irrigantes desta bacia as curvas de demandas são inelásticas até que a tarifa atinja um nível médio (10 a 15 pesetas/m³ ou 0.077 US\$/m³ a 0.116 US\$/m³), e nestes trechos as perdas de renda mais altas ocorrem em Babilafuente (dotação inicial 13.000 m³/ha) e as mais baixas em Villalar (dotação inicial 4.000 m³/ha), sendo as perdas médias nas outras três comunidades de irrigantes (dotação inicial entre 6.000 e 8.000 m³/ha).

Para tarifas acima de 10 pesetas/m³ (0.077 US\$/m³) encontra-se um trecho elástico, especialmente em Babilafuente e Páramo. Neste trecho as maiores perdas de renda ocorrem em Babilafuente, onde a redução do consumo de água é obtida mediante a substituição de cultivos irrigado por cultivos de sequeiro gerando importantes reduções na renda agrária e em Páramo, onde a transferência da irrigação para sequeiro é mais gradual, pois os solos desta comunidade de irrigantes são de pior qualidade e propicia rendimentos muito baixo em sequeiro. Nas outras comunidades de irrigantes ocorrem perdas de renda medianas e muito semelhantes. A figura 6 ilustra estes resultados.

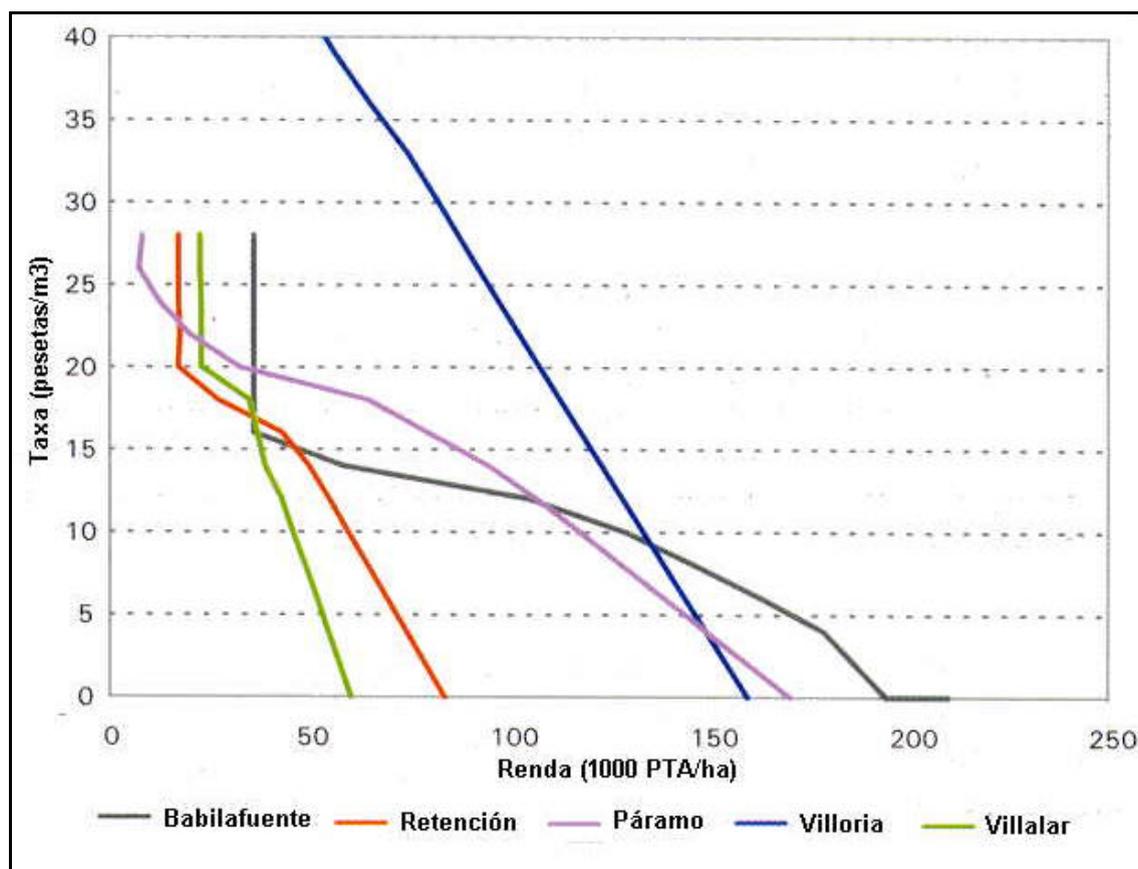


Figura 6 - Perda de Renda Agrária na Bacia do Rio Duero
 Fonte: VIÑAS et al. (1998) (Cotação da peseta: 1 US\$ = 129.7 pesetas)

5.3.2 Bacia Hidrográfica do Rio Guadalquivir

Nos trechos inelásticos das curvas de demanda de água das comunidades de irrigantes de Guadalquivir, correspondentes a tarifas baixas, as menores perdas de renda em termos absolutos (pesetas/ha) ocorrem em Genil-Cabra e Fuente Palmera, comunidades de irrigantes com uma dotação inicial de água muito menor que Baixo Guadalquivir e Viar.

Para tarifas elevadas (9 a 15 pesetas/m³ ou 0.069 US\$/m³ a 0.116 US\$/m³) a elasticidade da curva de demanda de água em Viar é muito maior que nas demais comunidades de irrigantes desta bacia. Além disso as estratégias adotadas pelos agricultores de Viar diante a elevação dos preços da água não causam maiores

Fonte: VIÑAS et al. (1998) (Cotação da peseta: 1 US\$ = 129.7 pesetas)

Em geral, as curvas de demanda das comunidades de irrigantes desta bacia são completamente inelásticas até alcançar tarifas muito elevadas. As maiores perdas de renda ocorrem em Acequia Real, que possui a maior dotação inicial de água (12.000 m³/ha). Nestas zonas irrigadas a dotação inicial está diretamente relacionada com a magnitude das perdas de renda.

Na comunidade de irrigantes de Daimiel ocorrem perdas de renda bastante baixa em termos absolutos (20.000 pesetas/ha para uma tarifa de 10 pesetas/m³, enquanto para esta mesma tarifa as comunidades de irrigantes da bacia do rio Duero perdem de 30.000 a 60.000 pesetas/ha). Isso ocorre como consequência dos problemas de sobreexploração do aquífero que abastece esta zona e da legislação que regula o consumo de água, limitando as dotações iniciais de água em valores muito baixos (1.500 a 2.000 m³/ha). E além disso, para tarifa de 9 pesetas/m³ a demanda de água em Daimiel é muito inelástico.

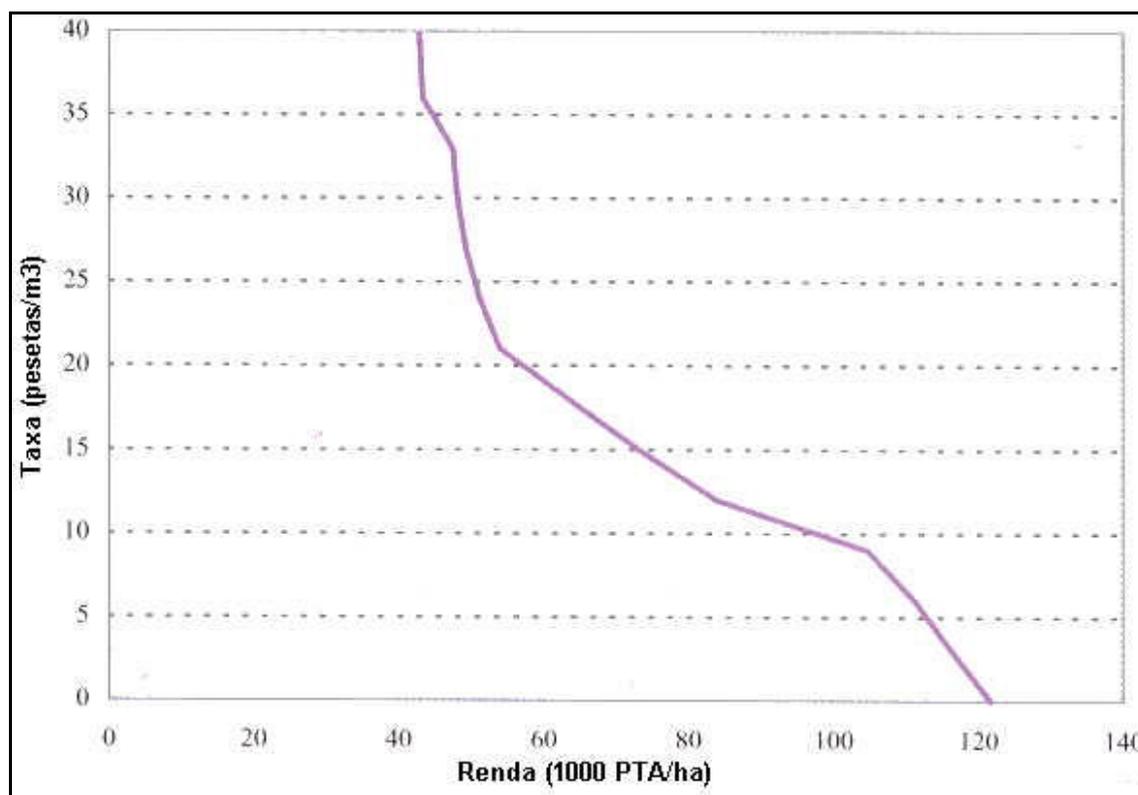


Figura 9 - Perda de Renda Agrária na Bacia de Guadiana

Fonte: VIÑAS et al. (1998) (Cotação da peseta: 1 US\$ = 129.7 pesetas)

A conclusão deste item não difere da apresentada no item anterior, no sentido de que a aplicação de uma mesma política tarifária poderá produzir efeitos muito diferentes sobre a renda dos agricultores das distintas comunidades de irrigantes, causando importantes problemas sociais e de aceitação política. No quadro 8 estão representadas as perdas de renda agrária das diferentes zonas irrigadas como consequência da aplicação de uma nova política tarifária sobre a água. Ao tratar-se de perdas relativas, influenciará bastante nesta análise o peso que o custo da água representa dos custos totais. Assim, o elevado valor agregado dos cultivos de algumas zonas irrigadas de Jucar e Segura (por exemplo Novelda com uva de mesa) e portanto o pequeno peso do custo da água explica o pequeno percentagem da perda de renda agrária nesta zona.

Quadro 8 - Perda de Renda Agrária Devido às Novas Políticas Tarifárias (%)

Tarifa pta/m ³	DUERO					GUAD.	GUADALQUIVIR				JUCAR E SEGURA				
	Babil.	Villo	Palen.	Villa.	Léon	Daimiel	B XII	G.Cabra	F.Palm	Viar	A.Real	Onda	Nov.	Elch e	V.d'Úxó
3	11	6	0	7	9	4	8	3	4	6	6	5	2	5	8
6	22	10	17	14	18	9	28	7	7	9	11	10	4	8	12
9	34	15	26	22	28	14	34	10	11	11	17	15	6	20	18
12	50	20	35	29	37	31	37	15	14	17	22	20	8	22	23
15	78	24	48	37	49	40	40	28	22	23	28	25	11	23	29
18	83	29	68	42	62	48	41	28	26	34	34	31	13	25	35
21	63	34	79	62	85	56	43	35	28	35	39	39	15	27	42
24	83	39	80	62	93	58	45	39	29	35	45	45	17	29	48
27	83	43	80	83	96	60	71	44	31	35	50	47	19	30	54
30	83	44	80	63	95	60	71	47	35	36	56	52	21	32	60

5.4 Na Arrecadação dos Organismos de Bacia

A arrecadação é equivalente ao aumento do custo da água que o agricultor sofrerá como consequência da nova política tarifária. Nos trechos totalmente inelásticos das curvas de demanda de água, a arrecadação coincidirá com as perdas de renda do agricultor. Portanto, neste trecho, a arrecadação dependerá exclusivamente do nível

Nos trechos elásticos das curvas de demanda de água a arrecadação não coincidirá com as perdas de renda. Quanto maior a elasticidade da demanda de água menor será a arrecadação obtida através do preço da água.

Esta relação inversa entre a elasticidade da demanda de água e a arrecadação, explica o fato de que as curvas que relacionam o nível de tarifa com o nível de arrecadação apresentam, na maioria dos casos, um retrocesso, que se produz ao nível tarifário em que a demanda se torna muito elástica.

Do ponto de vista da arrecadação, a política tarifária não deve superar o nível de tarifa a partir da qual a curva de arrecadação começa a decrescer. Estes níveis tarifários não devem ultrapassar, atendendo exclusivamente a objetivos de arrecadação, entre 12 e 18 pesetas/m³ (0.093 US\$/m³ a 0.139 US\$/m³) na bacia do rio Guadalquivir com arrecadação que variam entre 40.000 e 50.000 pesetas/ha (308.40 US\$/ha a 385.51 US\$/ha); entre 12 e 18 pesetas/m³ (0.093 US\$/m³ a 0.139 US\$/m³) na bacia do rio Duero (exceto a comunidade de irrigantes de Villoria que admite uma tarifa de até 33 pesetas/m³) com arrecadação que variam entre 85.000 e 125.000 pesetas/ha (655.36 US\$/ha a 963.76 US\$/ha); 10 pesetas/m³ (0.077 US\$/m³) na bacia de Guadiana com arrecadação de 15.000 pesetas/ha (115.65 US\$/ha); e finalmente nas bacias de Jucar e Segura, encontra-se um nível tarifário limite entre 30 e 35 pesetas/m³ (0.231- 0.270 US\$/m³) com uma arrecadação máxima de 400.000 pesetas/ha (3084.04 US\$/ha) em Acequia Real e de 250.000 pesetas/ha (1927.53) nas comunidades de irrigantes de Vall d'Uxó e Onda.

De forma semelhante aos itens anteriores, pode-se concluir que a aplicação de uma mesma taxa em todas as bacias produzirá efeitos muito diferentes na arrecadação dos organismos de bacia. O quadro 9 apresenta estas cifras para todas as comunidades de irrigantes estudadas e, como exemplo, a figura 10 ilustra os resultados obtidos para as zonas irrigadas da bacia do rio Duero.

Quadro 9 - Impactos Sobre a Arrecadação (US\$ /ha)

Tarifa US\$/m ³	DUERO					GUAD.	GUADALQUIVIR				JUCAR E SEGURA				
	Babil.	Villo.	Palen.	Villa.	Léon.	Daimiel	B XII	G.Cabra	F.Palm.	Viar	A.Real	Onda	Nov.	Elche	V.d'Úxó
0.023	300.69	92.52	161.9	172.86	172.86	38.87	111.41	79.35	82.34	122.32	291.44	185.34	145.10	141.16	213.33
0.046	601.39	185.04	323.8	345.72	346.95	77.74	167.69	153.93	164.70	217.27	582.88	370.64	290.17	282.33	426.62
0.069	854.71	277.56	487.2	510.25	443.33	114.34	226.43	220.28	246.53	297.80	874.33	555.96	435.24	247.79	485.76
0.093	975.44	370.08	647.6	671.01	693.91	100.62	286.57	287.26	328.08	324.87	1165.77	741.28	588.03	330.40	853.29
0.116	133.57	462.61	791.5	608.67	837.78	92.84	224.69	324.73	280.72	278.39	1303.01	926.60	725.26	414.80	1066.62
0.139	0.00	555.13	416.9	730.45	894.02	80.73	269.59	389.32	295.77	73.10	1748.65	1092.66	99.48	500.73	1275.03
0.162	0.00	647.65	0.00	0.00	481.80	53.77	314.54	336.85	344.88	82.21	2041.63	1211.85	1015.58	578.20	1302.59
0.185	0.00	740.17	0.00	0.00	112.38	49.86	283.11	288.54	315.14	93.95	2331.53	1319.50	1160.66	660.79	1628.62
0.208	0.00	817.27	0.00	0.00	0.00	47.70	9.70	230.63	351.87	105.69	2622.98	1631.71	1305.74	743.39	1836.63
0.231	0.00	832.69	0.00	0.00	0.00	48.23	5.04	177.96	298.59	117.45	2878.80	1781.02	1450.81	827.39	1897.29

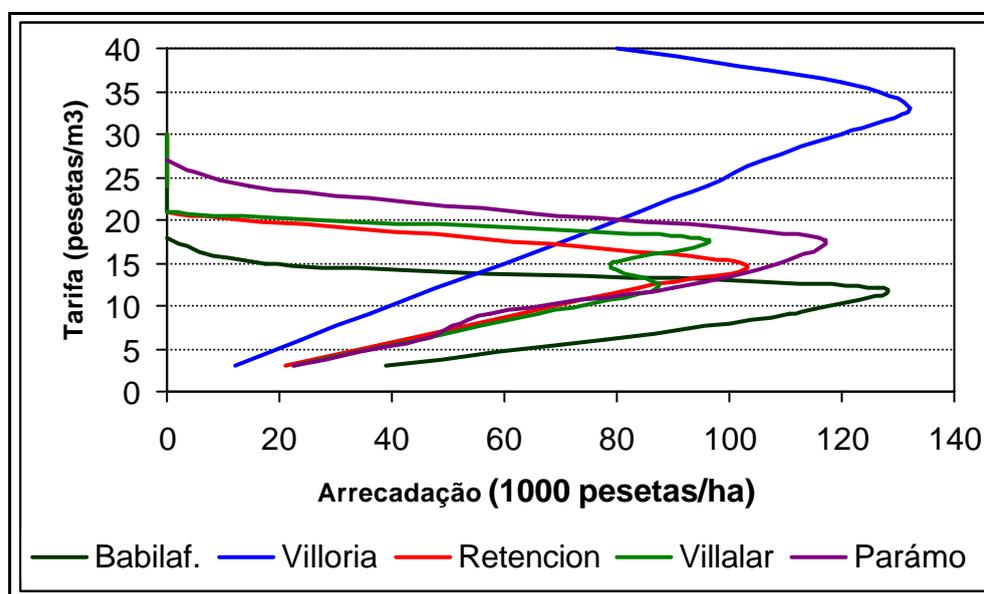


Figura 10 - Arrecadação - Bacia do Rio Duero

Fonte: VIÑAS et al. (1998) (Cotação da peseta: 1 US\$ = 129.7 pesetas)

5.5 Os Efeitos Segundo os Tipos de Tarifa

As análises realizadas nos itens anteriores não levaram em consideração os

O sistema binômio, apesar de sua importância, não foi objeto de simulação, pois os resultados que seriam obtidos com este sistema podem ser deduzidos facilmente a partir das simulações dos sistemas fixo (F) e variável (V). Dessa forma, as curvas de demanda do sistema binômio são as mesmas que as correspondentes ao sistema variável (V) e, para calcular os efeitos da implantação do sistema binômio sobre a renda dos agricultores e a arrecadação do organismo de bacia, basta utilizar os resultados das simulações do sistema variável (V) e somar à parte fixa da tarifa (pesetas/ha).

O sistema fixo (F) pode ser aplicado de duas formas distintas. A primeira consiste em cobrar uma tarifa por área irrigável (F_0), independente de que seja efetivamente irrigada ou dos tipos de cultivos, se demandam mais ou menos água.

A segunda consiste em aplicar uma tarifa em função da área efetivamente irrigada (F_s), e inclusive usando coeficientes de correção para considerar se os cultivos

No caso de se pretender transferir para o agricultor os custos da infra-estrutura implantada pelo Estado, a tarifa do primeiro tipo é mais apropriada, já que o investimento público já foi realizado e as infra-estruturas estão disponíveis, independente se o agricultor irriga ou não. Nos demais casos, se a tarifa tem como objetivo recuperar apenas os custos de operação e manutenção, incorporar renda de escassez e estimular o uso racional da água, a tarifa deve ser do segundo grupo.

Foram simulados os dois sistemas fixos e os resultados obtidos foram semelhantes. No primeiro sistema (F_0), como não poderia ser diferente, as curvas de demanda são totalmente inelásticas em todas as bacias. Portanto, com uma tarifa em função da área irrigável não se obtêm nenhuma economia de água e o impacto mais visível será a perda de renda dos agricultores, que coincide exatamente com a arrecadação dos organismos de bacia.

No segundo sistema (F_s), a curva de demanda é inelástica até a tarifa atingir valores elevados, especialmente nas bacias do rio Duero e Jucar-Segura, para adquirir depois uma ligeira elasticidade nos trechos superiores, de tal modo que para tarifas razoáveis também não se obteria economia de água, sendo o impacto mais importante a perda de renda, equivalente a quantidade arrecadada.

A comparação dos resultados obtidas com os dois sistemas permitiu concluir que:

- ✓ em ambos sistemas não se obtêm economia de água;
- ✓ com o sistema F_0 não se modifica o plano de cultivos conforme se incrementa a taxa aplicada;
- ✓ com o sistema F_s diminui paulatinamente a área irrigada mas sem redução do consumo de água, ocorre o contrário. Isto é consequência da substituição por

- ✓ a perda de renda é semelhante nos dois sistemas;
- ✓ o sistema F_s arrecada menos, pois sua aplicação induz uma diminuição na área efetivamente irrigada.

O sistema tarifário fixo não estimula economia de água em nenhuma das modalidades e sua aplicação provocará transferência de renda dos agricultores para os organismos de bacia. A longo prazo, o efeito da aplicação deste sistema tarifário se refletirá no preço da terra, que por sua vez provocará uma redução no valor patrimonial da terra. Considerando que um dos objetivos principais de qualquer sistema tarifário é incentivar a economia de água, o sistema tarifário fixo será excluído da análise comparativa entre os distintos sistemas tarifários.

Serão comparados os seguintes sistemas tarifários: variável (V), de trechos (T), variável com bonificação (VB) e bonificação segundo os trechos (BT). Os quadros 10, 11 e 12 apresentam os resultados dos efeitos dos quatro sistemas tarifários sobre a economia de água, a renda dos agricultores e a arrecadação dos organismos de bacia, para as comunidades de irrigantes analisadas.

Quadro 10 - Redução de 10% do Consumo de Água

		Variação da Renda (%)				Arrecadação (US\$/ha)				Taxa-Bonificação (US\$/ha)			
		V	T	VB	BT	V	T	VB	BT	V	T	VB	BT
Duero	Babilaf.	-41	-28	-16	-13	940.6	547.4	331.5	100.2	0.08 1	0.04 7	0.03 2	0.077(1.11)
	Villoria	-57	-42	-22	-17	963.7	639.9	300.6	107.9	0.26 7	0.17 9	0.09 8	0.289(4.1)
	Retención	-51	-38	-28	-18	786.4	478.0	339.2	84.8	0.12 5	0.07 6	0.06 2	0.129(1.8)
	Villalar	-31	-22	-16	-10	647.6	408.6	277.5	69.3	0.09 6	0.06 0	0.04 9	0.092(1.5)
Guadalquivir	Paramo	-57	-41	-29	-20	878.9	532.0	362.3	84.8	0.13 1	0.07 9	0.06 2	0.127(1.8)
	B. XII	-8	-10	-8	-11	131.0	69.3	7.7	0.0	0.03 0	0.01 9	0.00 8	0.030(0.43)
	G. Cabra	-14	-8	-8	-5	292.9	115.6	69.3	0.0	0.09 4	0.04 8	0.03 5	0.089(1.3)
	F.Palmera	-12	-10	-7	-5	316.1	192.7	100.2	0.0	0.09 9	0.05 9	0.05 1	0.120(1.8)
J. Segura	Viar	-3	-3	-1	-2	61.6	30.8	7.7	0.0	0.01 1	0.00 6	0.00 7	0.012(0.2)
	A. Real	-69	-64	-35	-21	3145.7	2860.5	1380.1	431.7	0.27 8	0.25 3	0.14 0	0.345(6.7)
	Onda	-64	-47	-25	-1	2058.6	1364.6	693.9	15.4	0.28 6	0.19 0	0.14 3	0.029(0.4)
	Novelda	-32	-34	-28	-6	1950.6	2050.8	932.9	239.0	0.32 4	0.34 4	0.21 8	0.359(5.2)
Guadiana	V. d'Uxó	-59	-57	-22	-13	1881.2	1711.6	578.2	285.2	0.22 7	0.20 9	0.09 3	0.288(4.1)
	Elche	-11	-12	-5	-3	277.5	200.4	-7.7	0.0	0.05 2	0.03 6	0.02 9	0.091(1.3)
	Daimiel	-17	-15	-8	-8	107.9	84.8	23.1	0.0	0.07 3	0.05 5	0.02 9	0.063(0.9)

Quadro 11 - Redução de 25% do Consumo de Água

		Variação da Renda (%)				Arrecadação (US\$/ha)				Taxa-Bonificação (US\$/ha)			
		V	T	VB	BT	V	T	VB	BT	V	T	VB	BT
Duero	Babilaf.	-52	-43	-20	-20	917.5	547.4	215.9	-54.0	0.094	0.056	0.035	-0.094
	Villoria	-61	-47	-26	-23	863.5	493.4	246.7	-54.0	0.288	0.164	0.130	-0.288
	Retención	-56	-45	-28	-26	663.1	385.5	215.9	-46.3	0.127	0.073	0.066	-0.131
	Villalar	-34	-27	-18	-14	586.0	339.2	200.5	-46.3	0.106	0.061	0.058	-0.116
Guadalquivir	Paramo	-67	-54	-32	-30	794.1	454.9	231.3	-61.7	0.141	0.082	0.066	-0.151
	B. XII	-26	-34	-20	-25	161.9	84.8	23.1	-38.6	0.044	0.030	0.022	-0.036
	G. Cabra	-26	-31	-17	-10	370.1	285.3	61.7	-92.5	0.146	0.111	0.067	-0.143
	F.Palmera	-23	-16	-13	-6	277.6	192.8	23.1	-84.8	0.110	0.071	0.060	-0.118
J. Segura	Viar	-5	-4	-2	-3	169.6	100.2	23.1	-15.4	0.034	0.019	0.017	-0.033
	A. Real	-77	-74	-40	-32	2683.1	2451.8	825.0	0.0	0.287	0.261	0.147	-0.331
	Onda	-68	-65	-27	----	2050.9	1549.7	370.1	----	0.301	0.258	0.158	----
	Novelda	----	----	-28	----	----	----	663.1	----	----	----	0.278	----
Guadiana	V. d'Uxó	-76	-67	-27	-17	1919.8	1495.8	269.9	-285.3	0.281	0.219	0.096	-0.284
	Elche	-15	-16	-8	-5	262.1	185.0	-84.8	-293.0	0.060	0.041	0.037	-0.090
	Daimiel	-25	-27	-16	-14	107.9	92.5	15.4	-23.1	0.085	0.073	0.039	-0.092

Quadro 12 - Redução de 50% do Consumo de Água

		Variação da Renda (%)				Arrecadação (US\$ /ha)				Taxa-Bonificação (US\$ /ha)			
		V	T	VB	BT	V	T	VB	BT	V	T	VB	BT
Duero	Babilaf.	-61	-62	-27	-17	655.4	416.3	-30.8	-370.1	0.100	0.050	0.045	-0.094
	Villoria	-66	----	-30	----	609.1	----	-38.6	----	0.305	----	-0.170	----
	Retención	-65	-65	-30	-23	470.3	308.4	-23.1	-308.4	0.135	0.089	0.073	-0.143
	Villalar	-48	-52	-24	-16	532.0	393.2	-23.1	-347.0	0.143	0.105	0.069	-0.154
Guadalquivir	Paramo	-77	-75	-37	-26	555.1	347.0	-23.1	-354.7	0.149	0.093	0.071	-0.158
	B. XII	-38	-38	-25	-24	254.4	146.5	-69.4	-215.9	0.105	0.059	0.039	-0.082
	G. Cabra	-31	-38	-21	-15	300.7	192.8	-77.1	-269.9	0.178	0.113	0.089	-0.179
	F.Palmera	-26	-28	-12	-10	323.8	208.2	-69.4	-285.3	0.180	0.110	0.088	-0.183
J. Segura	Viar	-16	-14	-8	-5	316.1	215.9	-54.0	-239.0	0.097	0.062	0.049	-0.106
	A. Real	-91	-90	-48	----	1942.9	1796.5	-107.9	----	0.309	0.285	0.161	----
	Onda	-73	-79	28	----	2050.9	1942.9	370.1	----	0.324	0.340	0.187	----
	Novelda	----	----	-34	----	----	----	-161.9	----	----	----	0.324	----
Guadiana	V. d'Uxó	-85	-86	-36	-21	1387.8	1326.1	-246.7	-863.5	0.308	0.293	0.026	-0.291
	Elche	-38	-42	9	14	1156.5	1133.4	-	-	0.324	0.324	0.291	-0.356
	Daimiel	-38	-45	-27	-23	92.5	92.5	-23.1	-77.1	0.112	0.105	0.057	-0.113

5.5.1 Os Tipos de Tarifas Segundo a Perspectiva do Consumo de Água

Os resultados apresentados nos quadros 10, 11 e 12 indicam que, dentre os diversos sistemas simulados, os sistemas com bonificação são os que induzem a uma maior economia de água. Entre os sistemas com bonificação, o sistema VB é o mais eficaz para pequenos níveis de economia de água, entretanto, para níveis de economia mais elevados o sistema BT apresenta melhores resultados.

Em relação aos sistemas sem bonificação, o sistema de trechos (T) propicia um nível de economia mais elevado do que o sistema variável. Ou seja, para se obter um determinado nível de economia de água é necessário tarifas mais elevadas no sistema variável (V) do que no sistema de trechos (T).

5.5.2 Os Tipos de Tarifas Segundo a Perspectiva da Renda Agrária

Os efeitos dos sistemas tarifários sobre as rendas dos agricultores aparecem com bastante nitidez. Assim, praticamente em todas as comunidades de irrigantes, para um determinado nível de economia de água, a ordenação dos sistemas tarifários em ordem decrescente das perdas de renda que provocam é: V, T, VB e BT. A única ressalva que deve ser feita é que para níveis elevados de economia de água, os sistemas V e T são muito similares em relação à perda de renda.

Este resultado, totalmente lógico, são derivados da própria definição dos sistemas tarifários. Os sistemas com bonificação (VB e BT) causam menores perdas de renda devido ao seu sistema de bonificação. É como se o agricultor se convertesse em vendedor de uma parte de sua dotação, ou seja, que seus ingressos procedesse por uma parte da venda de sua produção agrária e por outra da venda de sua água. Inclusive para certos níveis de bonificação suficientemente atrativa, o agricultor prefere renunciar toda sua dotação de água e deixar de irrigar, já que o ingresso pela "venda" de água supera a diferença de renda entre os cultivos irrigados e de sequeiro.

5.5.3 Os Tipos de Tarifas Segundo a Perspectiva da Arrecadação

A ordenação dos sistemas tarifários em função de sua capacidade arrecadatória é também muito persistente em todas as comunidades de irrigantes e, como era de se esperar, coincide com a ordenação segundo a perda de renda. As variáveis perda de renda e aumento da arrecadação estão fortemente relacionadas, especialmente nos trechos inelásticos das curvas de demanda. Assim, em praticamente todas as comunidades de irrigantes, a ordenação decrescente da capacidade arrecadatória é: V, T, VB e BT.

O sistema variável (V) é o melhor do ponto de vista da arrecadação, mas é o que provoca maiores perdas nas rendas dos agricultores. No outro extremo, o sistema BT é o mais favorável para os agricultores, entretanto, é o que proporciona a menor arrecadação para os organismos de bacia. Os sistemas T e VB são intermediários, ainda que VB por utilizar o esquema de bonificação está mais próximo de BT do que de T e V.

Depois de analisar as diferenças entre os distintos sistemas tarifários, pode-se concluir que os sistemas com bonificação VB e BT são mais eficazes em relação ao objetivo economia de água e são os menos prejudiciais desde a ótica da manutenção da renda agrária e da competitividade do setor. Entretanto, são os que geram menor arrecadação dos organismos de bacia e, inclusive, para níveis elevados de economia de água pode gerar arrecadação negativa, isto é, um aumento dos gastos público (pagamento de bonificação líquida aos agricultores).

No entanto, em algumas comunidades de irrigantes de Guadalquivir (Baixo Guadalquivir e Viar), o sistema tarifário BT é muito recomendável por permitir alcançar um nível de economia considerável, com uma perda de renda mínima e sem custo para a administração (em termos líquido, nem se arrecada nem se paga).

5.6 Custo de Aplicação das Tarifas

Muitas vezes, ao se tentar colocar em prática as prescrições obtidas em rigorosos estudos emergem grandes dificuldades derivadas da não consideração dos custos

Todos os sistemas tarifários aplicáveis às zonas irrigadas, exceto os que consideram a área irrigada ou irrigável, exigem o registro do consumo de água de cada agricultor, para o qual é preciso instalar equipamentos de medição, procedimento de leitura, cobrança e fiscalização. A soma destes custos de

implantação de equipamento e do processo administrativo deve ser integrada à análise custo-benefício que permita dirimir se é ou não recomendável modificar uma

A consideração de que todos os sistemas tarifários estudados são igualmente aplicáveis em todas as zonas irrigadas pode indicar conclusões que na realidade não se concretizam. A aplicação de um determinado sistema tarifário, sem considerar seu custo de implantação, pode ser preferível a outro em razão do balanço custo-benefício. Entretanto, tal escolha pode ser invertida se os custos de implantação do sistema inicialmente escolhido são superiores ao incremento do benefício líquido que seria obtido ao modificar-se o sistema tarifário.

Segundo TSUR e DINAR apud VIÑAS (1998), a aplicação de um sistema tarifário baseado no consumo individual só deve ser utilizado se o custo de aplicação não excede 10% da arrecadação alcançável. Caso contrário, será mais interessante utilizar um sistema tarifário baseado na área irrigada ou irrigável, apesar de que o irrigante continuaria desinformado em relação ao valor marginal da água.

Então, o registro individualizado do consumo de água é desejável quando seu custo de implantação não é muito elevado em relação com a melhora que se consegue ao substituir um sistema de baixo custo de aplicação, como é uma tarifa fixa por área,

A escolha do sistema de tarifas dependerá, por tanto, dos objetivos que se pretenda atingir mediante a aplicação da política tarifária. Trata-se, portanto, de um problema

5.7 Análise Conjunto dos Efeitos da Política de Revisão das Tarifas

Depois de analisados separadamente os efeitos das políticas tarifárias sobre a demanda de água, a renda dos agricultores e a arrecadação dos organismos de bacia, considerando-se os diferentes sistemas tarifários, o passo seguinte é proceder uma análise dos efeitos combinados das distintas políticas tarifárias sobre estas três variáveis. A pesquisa desenvolvida pela UPM/MAPA admitiu que o principal objetivo de uma política tarifária é a racionalização do uso da água (redução do consumo) e conseguir um adequado nível de recuperação dos custos, além disso, considerou a manutenção da renda agrária como um objetivo

A análise dos efeitos combinados das políticas tarifárias será baseado nas informações apresentadas nos quadros 10, 11 e 12, comentados no item 5.5, nos quais aparecem os dados relativos aos impactos das políticas tarifárias nas rendas dos agricultores e na arrecadação da administração, para todas as comunidades de irrigantes estudadas e para os quatro sistemas tarifários V, T, VB e BT (variável, trechos, variável com bonificação e bonificação com trechos, respectivamente).

Ao analisar as informações listadas nos quadros 10, 11 e 12 observa-se que para um nível relativo (percentual) de economia de água dado, a perda de renda agrária é pequena ou média em Guadalquivir e em Guadiana (Daimiel), é forte nas na bacia

do rio Duero e muito forte em Jucar e Segura (a exceção é a comunidade de irrigantes de Levante Margem Esquerda, que tem menores perdas de renda).

Quando se aplicam sistemas tarifários sem bonificações, por exemplo o sistema variável, as comunidades de irrigantes de Jucar e Segura sofrem fortes perdas de renda. Por exemplo, para se obter uma economia de 10% mediante o uso do sistema tarifário variável, os agricultores sofrem as seguintes perdas:

- comunidades de irrigantes da bacia do rio Duero - de 31 a 57%;
- comunidades de irrigantes da bacia de Jucar e Segura - de 11 a 69%.

Entretanto, quando se aplicam sistemas tarifários com bonificações, especialmente o sistema com bonificação por trechos (BT), as perdas de renda são sensivelmente inferiores:

- comunidades de irrigantes da bacia do rio Duero - de 10 a 20%;
- comunidades de irrigantes da bacia de Jucar e Segura - de 1 a 20%.

Para um nível de economia de água mais elevado, 25% por exemplo, as perdas de renda são maiores, mas não crescem proporcionalmente com o aumento do percentual da economia. Utilizando-se um sistema variável, as perdas de renda situam-se entre 34 e 67% na bacia do rio Duero e entre 15 e 77% na bacia de Jucar e Segura.

Baseado nas informações anteriores, conclui-se que é muito pouco recomendável a utilização do sistema variável, pois para obter uma pequena economia de água, por exemplo de 5 a 10%, provoca perdas de renda que ultrapassa 50% na maioria das comunidades de irrigantes das bacias dos rios Duero e Jucar-Segura.

A avaliação das implicações dos diversos sistemas tarifários na arrecadação dos organismos de bacia será baseada nas colunas referentes à arrecadação, apresentados nos quadros 10, 11 e 12. Considerando o sistema variável e um nível de economia de água de 10%, obtêm-se uma arrecadação mediana (entre 10.000 e 40.000 pesetas/ha) em Guadalquivir, Guadiana e na comunidade de irrigantes da Margem Esquerda (bacia de Jucar-Segura); muito forte (entre 84.000 e 125.000 pesetas/ha) na bacia do rio Duero e exorbitante (entre 250.000 e 400.000 pesetas/ha) na bacia de Jucar-Segura, excetuando-se a comunidade de irrigantes da Margem Esquerda, já assinalada.

Como era de se supor, para o mesmo nível de economia de água, 10%, e o sistema com bonificações (BT), as arrecadações são consideravelmente reduzidas. Na bacia de Guadalquivir e em Guadiana a arrecadação fica praticamente nula. Na bacia do rio Duero a arrecadação situa-se entre 9.000 e 14.000 pesetas/ha (US\$ 69.39/ha e US\$ 107.94/ha), e na bacia de Jucar-Segura entre 30.000 e 56.000 pesetas/ha (US\$ 231.30/ha e US\$ 431.77/ha).

Segundo a perspectiva da capacidade de arrecadação, as bacias de Guadalquivir e Guadiana são as que têm menores níveis de arrecadação para um mesmo nível de economia de água. Em geral, a maioria das comunidades de irrigantes

apresentam níveis elevados de arrecadação, especialmente com o sistema tarifário variável, e na bacia de Jucar-Segura a administração arrecadaria somas exorbitantes. Entretanto, ao se utilizar a análise custo-benefício para decidir se uma política deve ser aplicada, a arrecadação deveria ser considerada como um benefício da política tarifária, pois ela permitiria financiar a realização de novas infra-estruturas de irrigação ou melhora das infra-estruturas existentes.

A análise conjunta dos efeitos das políticas tarifárias coloca em evidências duas questões. A primeira, que a escolha de uma determinada política tarifária (nível de tarifa e sistema tarifário) é um problema complexo que deveria ser abordado com base em uma rigorosa análise custo-benefício ou mediante algum método de decisão multicritério, que leve em consideração a função de bem estar social.

A Segunda é que para alcançar o mesmo objetivo de economia de água, por exemplo 10%, em todas as comunidades de irrigantes, seria necessário aplicar políticas tarifárias muito diferente em cada uma delas. Esta conclusão remete às comentadas nos itens anteriores, segundo as quais a aplicação da mesma política tarifária em todas as comunidades de irrigantes produzem impactos muito díspares em economia de água, renda e arrecadação.

6. LIÇÕES PARA O SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS BRASILEIRO

A gestão dos recursos hídricos no Brasil ganhou um grande impulso com a aprovação da Lei Federal 9433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diversos estados brasileiros têm respondido a este esforço com a aprovação, também, de suas respectivas leis que instituem os Sistemas Estaduais de Recursos Hídricos. Estas leis oferecem à sociedade uma série de instrumentos de gestão que de forma direta e/ou indireta causará grandes impactos em suas atividades. Isto têm provocado dúvidas e inquietações, sobretudo quando o instrumento em questão é a cobrança pelo uso da água. O momento atual é de regulamentação e implementação destes instrumentos.

No que se refere à cobrança pelo uso da água nos projetos públicos federais de ² 89.496 de 29 de março de 1984 que regulamentou a Lei nº 6.662 de 25 de junho de 1979 (Lei da Irrigação) estabelece que a cobrança terá base de incidência múltipla pela adição de duas parcelas:

I - da parcela correspondente à amortização dos investimentos públicos nas obras de infra-estrutura de irrigação de uso comum, calculada anualmente, por projeto, com base no valor atualizado das mesmas, em moeda nacional, para cada hectare irrigável do usuário;

II - da parcela correspondente ao valor das despesas anuais de administração, operação, conservação e manutenção das infra-estruturas, calculada anualmente, por projeto, em cruzeiros, para cada 1.000 metros cúbicos de água fornecida ao usuário.

Entretanto, esta legislação não foi implementada na prática entre outras razões devido a problemas da capacidade de pagamento da atividade agrícola.

Estudos realizados pelo BANCO MUNDIAL (1995a) mostra que normalmente os valores cobrados deste grupo não chega cobrir os custos. Segundo o BANCO MUNDIAL (1995b), o custo de abastecimento para irrigação fica entre US\$ 8 e US\$ 50 por 1000 m³, dependendo se o projeto é público ou privado e o abastecimento da água é por gravidade ou bombeamento. Por outro lado, o benefício econômico derivado por 1000 m³ de água é, em média, US\$ 20 para cultivos de baixo valor (feijão, arroz, milho, etc.) e entre US\$ 50 e US\$ 400 para cultivos de alto valor, tipo

Estudos realizados por LANNA (1995) para diversas regiões do Brasil apontaram diversas restrições em relação à cobrança de custos reais para a irrigação.

Antes de se aplicar uma política de gestão de águas, especialmente através de instrumentos econômicos, deve-se saber, de forma mais geral, qual o modelo de agricultura que se pretende para o futuro e de forma mais específica, no que se refere a gestão dos recursos hídricos, quais objetivos que se pretende alcançar. Em função dessas definições pode-se pensar em um sistema de tarifação que permita

O estudo da experiência espanhola permitiu identificar alguns resultados que podem ser úteis na momento de implementação da cobrança pelo uso da água no Brasil.

Ficou demonstrado que as estratégias que os agricultores adotarão como resposta a elevação do preço da água estão relacionadas com suas curvas de demanda de água e essas, fortemente, influenciadas pelas características físicas da área.

As possibilidades de cultivos nos solos de boa qualidade são maiores, permitindo que o agricultor tenha mais alternativas (trecho elástico da curva de demanda de água). Por exemplo, substituição de cultivos que demandem maior quantidade de água para cultivos que demandem menor quantidade e, no caso extremo, substituição de cultivos que requerem irrigação para cultivos de sequeiro. No caso de solos de má qualidade as possibilidades são poucas (trecho inelástico da curva de demanda de água). Diante do aumento do preço da água, basicamente, o agricultor seguirá perdendo renda sem que isso altere seu comportamento até o ponto onde ele simplesmente encerrará sua atividade.

Questões como perda de renda dos agricultores e arrecadação dos organismos de bacia são de grande relevância e o estudo da experiência espanhola permite extrair

Uma política tarifária que implique em aumento do custo da água, muito provavelmente, resultará em perda de rendas para os agricultores. A questão é saber até que ponto esta perda de renda não comprometerá a manutenção desta atividade.

Quanto a arrecadação dos organismos de bacia, ela é extremamente atraente sob a ótica de geração de receitas para cobrir gastos com a melhoria do meio ambiente, mas fortemente relacionada com as perdas de renda dos usuários e com outros impactos negativos daí decorrente.

Finalmente, depois de definido o objetivo da política tarifária (racionalização do uso da água, recuperação dos custos, etc.) deve-se buscar aplicar sistemas tarifários distintos, de acordo com a realidade de cada bacia. A aplicação de um preço fixo (ou mesmo sistema tarifário) uniforme em todas as bacias causará efeitos muito distintos. Em algumas promoverá certa economia de água, noutras nenhuma. Em relação as rendas dos usuários ocorrerá o mesmo. Poderá mediante a aplicação de uma tarifa provocar uma perda de renda pequena nos usuários de uma determinada bacia e noutra provocar uma perda insustentável. Portanto, cada bacia necessita de uma política tarifária específica, que considere suas características físicas, sócio-econômicas e culturais.

7. BIBLIOGRAFIA

- 1 BARRAQUÉ, B. **As Políticas da Água na Europa**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. 374p.
- 2 El País. 1998. **El Futuro del Agua en España**. 18 de novembro, Madri.
- 3 LANNA, A. E. 1995. Cobrança pelo uso da água: reflexões sobre sua aplicação no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11., 1995, Recife. Anais. ABRH. v. 3, p. 79-84.
- 4 THE WORLD BANK. 1995a. **Toward sustainable management of water resources**. Philadelphia.
- 5 THE WORLD BANK. 1995b. **ECONOMICS NOTES - BRAZIL: MANAGEMENT OF WATER RESOURCES**. Philadelphia.
- 6 ORTEGA, C. V., VIÑAS, J. M. S., COLMENERO, A. G., FONSECA, M. B., MARTÍNEZ, E. I. Water Pricing Policies, Public Decision Making and Farmer's Response: Implications for Water Policy. **Agricultural Economics**, v.19, n.1, p.193-202.
- 7 VIÑAS, J. M. S., COLMENERO, A. G., FONSECA, M. B., ORTEGA, C. V., MARTÍNEZ, E. I. **Economía y Política de Gestión del Agua en la Agricultura**. Madri: Mundi-Prensa libros, 1998. 351p.
- 8 VIÑAS, J. M. S. 1998. **Curso Sobre Economía y Política de Gestión del Agua en la Agricultura**. Madri: Universidade Politécnica de Madri/MAPA. [Notas de aulas].
- 9 Xenon Laboratories. **The Interactive Currency** Tabela Disponível on-line em <http://www.xe.net/currency/table.htm>