

Futuro de la gestión integrada “aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” en Túnez. Caso del perímetro de riego público (PRP) de Zaouia (Susa)

Future of integrated management "treated wastewater/peri-urban agriculture" in Tunisia. Case of the public irrigated perimeter (PIP) of Zaouia (Susa)

Abdelkarim Hamrita

High Agronomic Institute of Chott-Mariem. University of Sousse
Susa, Túnez
abdelkarimhamrita@gmail.com

Hichem Rejeb

High Agronomic Institute of Chott-Mariem. University of Sousse
Susa, Túnez
hrejeb62@yahoo.fr

Resumen — Las aguas residuales tratadas eran recursos y su uso en los países áridos y semiáridos es una pregunta de nivel internacional. El artículo aborda el proceso de gestión integrada “aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” en Túnez, y sus conflictos ambientales y sociales. La investigación se basa en la combinación del método de evaluación del paisaje, *Landscape Character Assessment* (LCA), y las entrevistas realizadas con los agricultores de la zona de riego público (ZRP) de Zaouia, lo que permite la caracterización de los paisajes del ámbito de estudio y explicar la percepción de los agricultores, especialmente, sobre el uso de las aguas residuales tratadas y su interacción con otros actores del territorio. Los resultados serán una herramienta de toma de la decisión y desarrollar el compromiso entre las aguas residuales tratadas y la agricultura periurbana.

Abstract — *Treated wastewater (TWW) was a resource and its use in arid and semi-arid countries is a topical question of an international level. The article addresses the integrated management process "treated wastewater / peri-urban agriculture" in Tunisia, and its environmental and social conflicts. The research is based on the combination of landscape assessment method, Landscape Character Assessment (LCA), and interviews with farmers in the public irrigated perimeter (PIP) of Zaouia, which allows the characterization of the landscape of the area of study and explain the perception of farmers, especially, about the use of treated wastewater and its interaction with other actors in the territory. The results will be a tool for making the decision and developing the commitment between treated wastewater and peri-urban agriculture.*

Palabras clave: Gestión integrada, Aguas residuales tratadas, Agricultura periurbana, ZRP de Zaouia

Keywords: Integrated management, Treated wastewater, Peri-urban agriculture, PIP of Zaouia

Información Artículo:

Recibido: 4 septiembre 2018

Revisado: 27 enero 2019

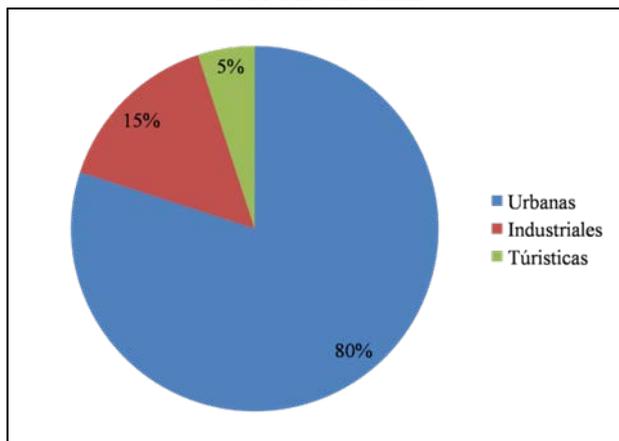
Aceptado: 13 abril 2019

INTRODUCCIÓN

En los países del sur y el norte del mediterráneo y particularmente, en los del sur de la región (Monteverdi and al, 2014) la consiguiente creciente demanda de agua, para uso turístico, industrial y agrícola supone un serio inconveniente frente de un déficit estructural en los recursos. En razón de su situación geográfica, El actual Túnez está situado entre la zona templada, influenciada por el mediterráneo, al Norte, y la zona subtropical, sujeta a la influencia sahariana, al Sur. Este es el origen de una irregularidad y una variabilidad de su pluviometría y su dependencia del cambio climático, que corresponde a una repartición variable en el espacio y en el tiempo de la lluvia en las diferentes regiones naturales. De este modo, los riesgos de abundancia o de insuficiencia de agua constituyen dos fenómenos que necesitan una gestión óptimal de los recursos que permite el almacenamiento del excedente durante los años sobrantes por la sequia y también la recarga artificial del nivel freático. El país dispone de 4,6 millones de m³ de agua, el 60% son aguas superficiales –el 80% de ésta están en el Norte de Túnez– y el resto, el 40%, son recursos subterráneos –el 70% de éstos están en el Sur del país– (Kochbati, 2009). La salinidad mediana del agua esta de 1 g/l. Solamente el 50% tienen una salinidad inferior a 1,5 g/l y el 16% tienen una salinidad superior a 3 g/l (Lebdi, 2005). Así, el balance hídrico en el país indica que la demanda se encuentra muy por encima de los recursos hídricos disponibles y el mantenimiento del crecimiento económico del sector agrícola, particularmente, el sector de riego (417.285 hectáreas de regadío en 2015) y la garantía de la sostenibilidad de su paisaje depende del factor del agua que es un factor limitante y limitado (Hamrita et al., 2017). Esta situación crónica de escasez de agua, obligan a unas iniciativas, principalmente, publicas para mejorar la sostenibilidad del uso del agua. La tendencia actual es la intensificación del reciclaje de aguas residuales gracias a sus ventajas económicas y ecológicas (Angelakis, Marecos Do Monte, Bontoux y Asano; 1999). En Túnez, el 80% de las aguas residuales son de origen urbanas. El resto proviene de aguas industriales y turísticas (Figura 1). Las tecnologías de agua, las medidas y políticas para reutilizarla, han permitido recuperar más de 200 millones de m³ en 2010 de aguas no convencionales, el 42% son producidas en el Gran Túnez (Figura 2), que una vez tratadas y regeneradas, se aplican en asegurar regadíos y en facilitar otros usos como el ambiental (Tabla 1). Además, la rápida expansión de tejido urbano sobre los espacios agrícolas y naturales ha dado lugar a la proliferación de barrios populares en la zona periurbana de la ciudad de Túnez en los últimos años, que ha generado una emergencia social dada la gran dificultad de planificación, de ordenación y diversificación de restricciones en la gestión integrada de los recursos del agua y del suelo (Bouraoui et Houman, 2008). Así, el objetivo principal del uso de las aguas residuales tratadas es la mejora de las condiciones socioeconómicas de la población desfavorecida, en particular la colectividad de los pequeños agricultores, a través la valorización del agua residual tratada en la agricultura urbana y periurbana en el contexto de pequeñas granjas familiares. Con este panorama de menos y peor agua distribuida, problemas de planificación y de

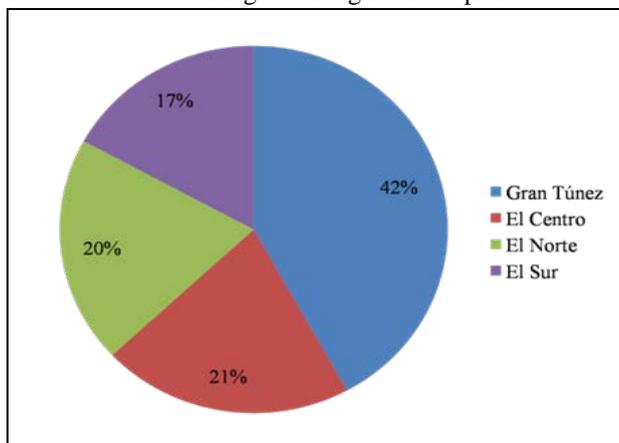
gestión de los recursos naturales, la reutilización de las aguas residuales tratadas en el sector agrícola tunecino es una de las principales estrategias de la gestión integrada de los recursos hídricos del país para solucionar el problema de la escasez de agua. Además, esta estrategia también forma parte de la nueva política ambiental del país que, de forma conjunta, promueva una nueva cultura del agua, tratando de aumentar el uso no convencional y garantizar al mismo tiempo la física, la química, y la calidad bacteriológica de los recursos hídricos (Pérez et al., 2011).

Figura 1: Origen de las aguas residuales recolectadas por la ONAS en Túnez



Fuente: ONAS, 2009.

Figura 2: Porcentaje de producción de las aguas residuales tratadas según las regiones del país



Fuente: ONAS, 2009.

Tabla 1: Tipos de los usos de las aguas residuales tratadas

Uso de las aguas residuales tratadas	Superficie (ha)	cantidad de agua consumida (m ³)	Número de las EDAR
Agrícola	8.065	40	26
Riego de los campos de golf	1.040	12	6
Riego de los espacios verdes	450	7,3	-
Otros usos	-	21	-

Fuente: ONAS, 2009.

MATERIAL Y MÉTODOS

La mayoría de las ciudades tunecinas son caracterizados por una agricultura periurbana materializada en su mayoría en los perímetros de riego públicos o privados. Es una agricultura que ofrece

productos frescos de calidad y de proximidad a la ciudad y también otros servicios paisajísticos (Termorshuizen and Opdam, 2009). El uso de las aguas residuales tratadas para

cubren alrededor de 4.232 ha, más del 50% del total del área irrigado por los aguas residuales tratadas (Tabla 2).

La puesta en marche de la estrategia de gestión integrada

Tabla 2: Los Perímetros de Riegos Públicos regados por aguas residuales tratadas en el territorio tunecino

Provincia	Perímetro de riego	Año de puesta en marcha	Superficie	Culturas practicadas
Ariana	Soukra	1965	409	Cítricos, granaderos, forraje
	Bordj Touil	1989	3.145	Cereales, forraje, arboricultura
Ben Arous	Mornag	1989	1.087	Cereales, forraje, arboricultura
Bizerte	Sidi Ahmed	2005	174	
Béja	Béja	2003	354	Cereales, forraje
	Medjez El bab	2003	100	Cereales, forraje
Le Kef	Semmama	2004	180	Cereales, forraje
Nabeul	Souhil, Messadi	1981	562,5	Árboles frutales, cereales, forraje
	Bir Romana	2001		
	El Houaria	2002		
	Beni Khair	2003		
Sousse	Zaouit Sousse	1997	205	Árboles frutales, forraje, olivos
	M'saken	2003	125	Cereales, forraje
Monastir	Ouardanine	1997	45	Cereales, forraje, arboricultura
	Lamta-Sayada-Bouhjar	1999	50	Arboles frutales, forraje
Kairouan	Dhraa Tammar	1989	240	Cereales, forraje
Siliana	Mediouna	2006	87,2	Cereales, forraje
Kasserine	Oued Essid	1998	131	Cereales, forraje, árboles frutales
Sfax	El Hajeb	1989	537	Olivos, forraje
Gafsa	El Aguila	2000	117	Cereales, forraje, arboricultura
Gabes	Dissa (I y II)	1999/2007	300	Olivos, granaderos, forraje
	El Hamma	2007	50	Olivos, granaderos, forraje
Medenine	Oulget Elkhodher	2004	30	Arboricultura, forraje
	Jerba Aghir	2005	51	Arboricultura, forraje

Fuente: Dirección General de Ingeniería Rural y Explotación del Agua, 2008.

finés agrícolas comenzó en 1965 en la región de Soukra, en la región periurbana de la capital Túnez para el riego de 1.200 hectáreas de cítricos por las aguas de la EDAR de Charguia. Desde la década de 1980, la política de reutilización de las aguas residuales tratadas ha sido confirmada. Los proyectos más importantes se han implementado en Cebela-Bordj Touil, Soukra, Mornag, Nabeul, Sousse, Monastir, Sfax y Kairouan, siendo los perímetros más grandes los de Bordj Touil y Mornag que

comparación con el resto de regiones tunecinas. El perímetro de riego público de Zaouia corresponde al primero proyecto de valorización de las aguas residuales tratadas en la región desde los años 90. El objetivo general de este proyecto es la mejora de las condiciones socioeconómicas de la población desfavorecida de la región de Susa, en particular los pequeños agricultores, a través la valorización de las aguas residuales tratadas en la agricultura y particularmente en los olivares periurbanos

Figura 2: El perímetro de riego público (PRP) de Zaouia y su proximidad



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de imagen google earth.

“aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” en Túnez en 1990, principalmente, por razones ambientales ayudé a la implementación de 10 proyectos o experiencias en este periodo y actualmente otros proyectos implementados para la FAO en el cuaderno del “*Forest restoration in Algeria, Egypt, Morocco and Tunisia using treated wastewater to sustain smallholders' and farmers' livelihoods*” (Monteverdi and al, 2014). Uno de estos proyectos es el perímetro de riego público (PRP) de Zaouia en la aglomeración de Susa, la tercera ciudad metropolitana del país y su capital turística. El caso de la región de Susa resulta particularmente interesante pues se trata de una de las regiones que, en términos generales, ha registrado uno de los crecimientos más rápidos en materia de producción de aguas residuales en el contexto de pequeñas y medianas granjas agrícolas familiares gestionadas por los miembros de la comunidad de Zaouia.

La exploración sobre la idea de la agricultura periurbana y las aguas residuales tratadas nos conduce a la definición de una metodología de investigación sistemática de identificación y de caracterización de los paisajes de la agricultura periurbana “*Landscape Character Assessment*”, integrando las entrevistas de campo de una muestra de actores, compuesta principalmente por agricultores y actores institucionales. El objetivo de este artículo es el de tratar y explicar la estrategia nacional de la gestión integrada “aguas residuales tratadas-agricultura periurbana” aplicada

al caso del PRP de Zaouia caracterizado como un área paisajístico de agricultura periurbana (APAP) (Hamrita, 2017) a partir de *Landscape Character Assessment* (Swanwick, 2002; Hurni, 2004; Tudor, 2014; Fernández Álvarez, 2015) y también, estudiar el futuro de la dicha estrategia frente a un cambio climático, político y de percepciones de los actores poco a poco integrados en un proceso de gobernanza después la revolución del 14 de enero de 2011. Las entrevistas realizadas en colaboración con el comisaría regional de desarrollo agrícola (CRDA) sobre una muestra representativa de 150 agricultores locales y algunos actores institucionales en las regiones periurbanas de la Gran Susa que se caracterizan con un patrimonio agrícola de calidad y de alto valor económico como los olivos de Kalâa Kébira, Kalâa Sghira y M'saken, nos permiten saber, en primer lugar, las leyes, las tecnologías empleadas para el tratamiento de las aguas residuales y las infraestructuras creadas para llevar estas aguas a los perímetros de riego y en segundo lugar, saber el grado de aceptación del uso de las aguas residuales tratadas en el riego de los olivos y la necesidad de la aportación de un suplente de agua, principalmente, en los periodos de sequía. Los resultados pueden ser, una herramienta de toma de la decisión y desarrollar la estrategia de la gestión integrada “aguas residuales tratadas/agricultura periurbana”.

RESULTADOS

La mayor parte de los recursos hídricos de la región del Gran Susa, proceden del centro del país, principalmente, de la presa de Nabhana en la región de Kairouan. El resto proceden de la circulación efímera tras lluvias de fuerte intensidad y recursos subterráneos. El balance hídrico de la región de Susa es deficitario, lo que provoca que las necesidades de abastecimientos, regadíos y otros usos superen a la suma de volúmenes propios y los trasvasados de Nabhana. Como medidas para reducir este déficit, tenemos; la medida de pago del consumo, la práctica de sistemas de riegos deficitarios, el establecimiento de la gestión participativa de los recursos hídricos (Grupos de desarrollo agrícola (GDA)), el desarrollo de las políticas de modernización de regadíos gracia al uso de equipamientos y técnicos modernos, el recargo artificial de las napas subterráneas y la reutilización de aguas residuales tratadas. Los parámetros físico-químicos y microbiológicos de aguas regeneradas para riego son los que aconsejan su uso en cultivos como los frutales de hueso y pepita, incluidos almendro, olivar y viñedo, especialmente con sistemas de riego a presión localizado del tipo goteo (Nicolás et al, 2012).

El ciclo del agua residual establecido por la Oficina Nacional de Saneamiento (ONAS)

El organismo en cargo de la gestión de aguas residuales es la Oficina Nacional de Saneamiento (Office National d'Assainissement (ONAS)). Es un organismo público creado en agosto 1974 con un carácter industrial y comercial, cargado de la gestión.

La mayoría de los residentes de los grandes centros urbanos tienen acceso a los sistemas de saneamiento adecuados y a las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, generalmente, con diseños convencionales. 5.8 millones (61%) de la población urbana están acordados al red de saneamiento con un tasa de conexión promedio de

89.5%. Según estimaciones recogidas del ministerio del medioambiente, en la actualidad existen en Túnez 110 Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) que depuran más de 230 Millones m³ anuales de aguas residuales. Las Tecnologías de tratamiento adoptadas son de tres categorías: 80% lodos activados, 12% lagunaje y 8% otras tecnologías del sector de saneamiento e interviniente principal en la protección del ámbito hídrico. Sus misiones son:

- La lucha contra cualquier contaminación de aguas superficiales, subterráneas, presas, albuferas, y sebkhas
- Gestión, operación y mantenimiento de las redes de saneamiento
- La realización de estudios y la construcción de la infraestructura de saneamiento por parte de las autoridades estatales y locales
- Desarrollo e implementación de los proyectos de tratamiento y evacuación de aguas pluviales
- La promoción de subproductos de purificación

Leyes y reglamentaciones

En Túnez, las legislación sobre el tratamiento ha experimentando un gran desarrollo y está consolidada desde los años noventa. El marco político-administrativo de la reutilización de las aguas residuales se organiza jerárquicamente desde la escala central a la escala regional, donde el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Salud Pública, el Ministerio de Medio-ambiente y la Oficina Nacional de Saneamiento (ONAS) se encargan de buscar formas de mejorar la efectividad de la política nacional de reutilización del agua. En Túnez, como en otros países del mediterráneo, y en particular en España, los usos que se puedan dar a las aguas residuales tratadas son varios: el mayoritario es la regeneración de las mismas y su aplicación al riego; le siguen en importancia los procesos de depuración para los llamados caudales ecológicos, al verter a cauce público una vez depuradas (uso ambiental), con al menos un tratamiento primario y secundario; finalmente, pero en menor volumen, se reutilizan en el entorno de las industrias que las generan o en las urbanizaciones aplicadas a higiene de calles y riego de jardines. Siempre, y en todos los casos, con los tratamientos necesarios para que garanticen la salud de los usuarios de estos espacios. Además, hay que tener en cuenta el papel de los fangos y lodos para la agricultura y para la producción de biogás.

De acuerdo con la promulgación del código de agua y la ley de 1975, está prohibido el uso de aguas residuales tratadas para riego y el uso agrícola. Luego, el decreto del 1989 estableció las condiciones para el uso de aguas residuales tratadas con fines agrícolas según el estándar tunecino que estableció la calidad del agua residual tratada para los mismos fines. Por último y en el año 1994, el estándar tunecino estableció la lista de cultivos irrigables por aguas residuales tratadas y en 1995, aprobó un conjunto de especificaciones que establecen las condiciones para el uso de aguas residuales tratadas con fines agrícolas. Las regulaciones de 1989 especifican que el uso de efluentes secundarios tratados está autorizado para regar todo tipo de cultivos, excepto los vegetales que se consumen cocidos o crudos. Por lo tanto, las aguas residuales tratadas se utilizan para regar árboles frutales

(limón, aceitunas, almendras, melocotones, manzanas, pimientos...), viñedos, forrajes (sogho, alfalfa), algodón, tabaco y cereales (Tabla 3). Además, se usan en los campos de golf (Tunis, Monastir, Hammamet, Sousse), jardines de hoteles y espacios verdes (Kessira, 2005). Según los últimos datos disponibles, la distribución por usos del agua depurada es la siguiente: 40% para uso agrícola, 30 % para usos ecológicos y recarga de acuíferos, 20% para usos recreativos y campos de golf y 10 %, para servicios urbanos y riego de los espacios verdes (Abroug, 2014).

Tabla 3: Los cultivos producidos en los perímetros agrícolas regados por aguas residuales tratadas

Cultivos		% de la área
Árboles frutales	Olivos, almendras, granadera...	45
forrajes	Alfalfa, sorgo, avena...	36
Cereales	Trigo, cebada...	15
Cultivos industriales	Tabaco, girasol...	4

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2014.

Recursos hídricos, método de tratamiento y instalaciones hidráulicas

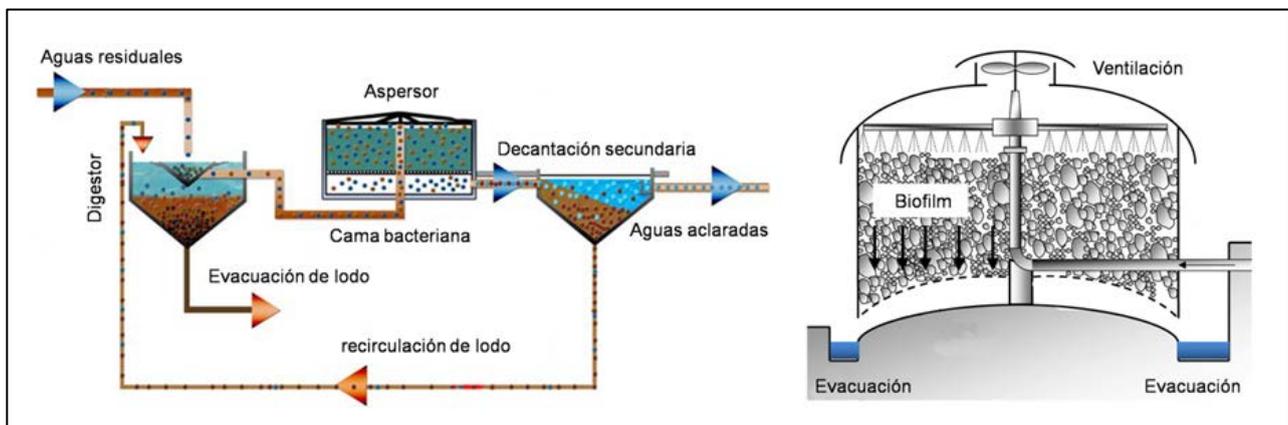
El perímetro de riego público (PRP) de Zaouia recibe las aguas tratadas de la Estación depuradora del sur de Susa localizada en el extremo este del territorio de la ciudad de Zaouia y a lado sureste de la Sekbkhat de Susa y a lado oeste de la zona industrial de Sidi Abdelhamid (Figura 2). La estación recibe las aguas residuales de las ciudades del sur de Susa y de la zona industrial de Sidi Abdelhamid. Las aguas residuales se someten a un tratamiento biológico combinado con el sistema de lodo activado y la estabilización aeróbica y el sistema de la cama bacteriana que es un proceso de purificación biológica basado en el desarrollo de las bacterias sobre un soporte inerte (biofilm) (Figura 3). Frente a un problema

cooperación financiera entre Túnez y Alemania, las principales acciones ha sido: el cambio de las camas bacterianas, la instalación de dos unidades de hidratación mecánica para el tratamiento del lodo y el cambio de los ventiladores de la cuenca de estabilización. El modo de riego practicado es el de inundación por turnos entre los agricultores, con un flujo de agua de 10 l/s. La infraestructura hidráulica del proyecto se compone de: una estación de bombeo controlada por radio, ubicada a unos 200 m de la planta de tratamiento de aguas residuales y equipada con 3 bombas con un flujo unitario de 73 l/s, es decir, un total de 220 l/s, un tanque de almacenamiento de agua de 2500 m³; una red de tuberías de 12.770 m compartida entre una de descarga y otra de distribución, 9 distritos de distribución y 36 terminales de riego.

Características paisajísticas del PRP de Zaouia

La metodología aplicada está basada en el enfoque del paisaje para identificar y caracterizar las áreas paisajísticas que identifican y caracterizan el espacio agrario periurbano del gran Susa y comprender su percepción social, es decir, entendiendo el paisaje en su doble dimensión, la de su materialidad morfológica, territorial y funcional, y sus percepciones. Desde esta perspectiva, por el caso de Susa, y particularmente en el espacio agrario periurbano, éste está estructurado por la trilogía de la olivicultura, de la arboricultura frutal y de la hortaliza. La metodología de investigación aplicada nos permitió clasificar la agricultura periurbana en una tradicional y en otra moderna, sobre la base de gestión del agua de riego que parece un factor fundamental del desarrollo de la actividad agraria en la región y también como un criterio de clasificación. El PRP de Zaouia según esta metodología se corresponde a un área paisajística de agricultura periurbana (APAP) con sistemas de producción combinada “olivicultura, forraje y ganadería poco intensiva” sobre un parcelario heterogéneo privado y familiar de tamaño mediano a pequeño irrigado con los aguas residuales tratadas de la estación depuradora del sur de Susa cuya finalidad principalmente es la comercial. En segundo lugar, está la alimentaria (Tabla 4 y Figura 4). El perímetro cubre un área de 405 hectáreas. De ellas, solamente, 205 hectáreas son explotados. La explotación

Figura 3: Tecnología de tratamiento con cama bacteriana



Fuente: Elaboración propia de los autores

de capacidad, la estación ha sufrido una acción de rehabilitación en el año 2004/2005 en base al acuerdo de

de estas tierras comenzó en 1987. Este territorio pertenece a 577 propietarios. La estructura de la propiedad está

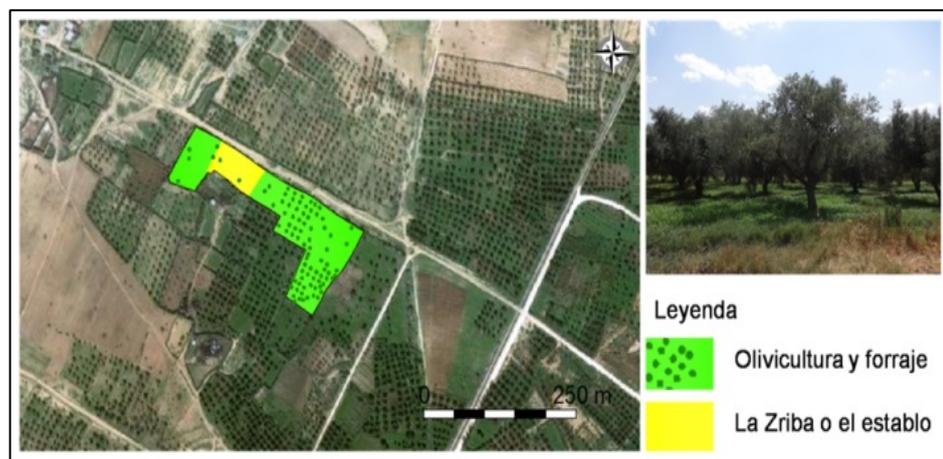
marcada por una fuerte fragmentación. Alrededor de 90% de las tierras tienen un superficie menor a 1 hectárea (tabla 5).

Tabla 4: Síntesis sobre los característicos paisajísticos del PRP de Zaouia

Área de paisaje de agricultura periurbana (APAP)	Organización general, componentes y elementos paisajísticos	Funcionamiento y dinámicas paisajísticas
APAP "PRP de Zaouia"	<ul style="list-style-type: none"> -Olivos tradicionales irrigados con los aguas residuales -Localizados al suroeste de la ciudad de Susa -El olivo corresponde al elemento fundamental del área de paisaje -Parcelario de tamaño pequeño < a 3 ha -Sistema de riego tradicional: acequia 	<ul style="list-style-type: none"> -Sistemas de producción combinada "olivicultura, forraje y ganadería poco intensiva" -Propiedad privada y familiar -Gestión familiar de las granjas -Técnicos de riego y de producción tradicionales -Venta de los productos al mercado local y a la granja

Fuente: Elaboración propia y de síntesis de los autores

Figura 4: Ejemplo de una granja representativa de la APAP de PRP de Zouia



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de imagen google earth y trabajo de campo.

Tabla 5: Estructura de la propiedad de las granjas del PRP de Zaouia

Tamaño de las granjas	Cantidad de propietarios	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje de área	Área promedio
0-1 ha	530	91,85%	114	63,33%	0,21
1 a 2 ha	40	6,93%	46	25,56%	1,15
2 a 5 ha	6	1,04%	14	7,78%	2,34
> 5 ha	1	0,17%	6	3,33%	6
Total	577	100%	180	100%	-

Fuente: Plan maestro para la creación de PRP a partir de los aguas residuales tratadas, CRDA (2006).

La práctica de cultivo está basada en dos niveles (olivos + forrajero) que caracterizan el perímetro. Los olivos cubren aproximadamente el 70% del área con un espaciado de 10 m por 10 m y los cultivos forrajeros como el sorgo forrajero, la cebada, la avena y la alfalfa son intercaladas entre el olivar. Según los datos de la CRDA y las entrevistas, el 98% de las familias tienen vacas lecheras, contabilizándose un total de 715 vacas lecheras, que supone en torno al 35% del ganado de la región de Susa, estimado a 2.110 cabezas (CRDA, 2007). Además de la práctica de los cultivos forrajeros en el perímetro, los agricultores explotan los espacios libres ubicados en el área y las tierras comunes de Oued Laya en el pasturaje.

La aplicación a riego de las aguas regeneradas según comunidades de regantes

Como en España, la política del agua en Túnez se ha centrado en la gestión participativa y la participación de los usuarios con la creación de las comunidades de regantes, que son corporaciones en las que los agricultores se agrupan con la finalidad de autogestionar la distribución del agua de un modo eficaz, ordenado y equitativo. Ésta, admeás, promueven la participación de los usuarios, delegan las misiones técnicas de operación y mantenimiento de las estructuras, administran el sistema administrativo y financiero de las comunidades, y quizás administrarán próximamente las aguas subterráneas sometidas a la explotación (Marlet y Mnajja, 2017).

Según la política del agua tunecina, el modelo de los Grupos de Desarrollo Agrario (GDA) se adopta para todas las comunidades de regantes. A finales de 2012 había un total de 1.327 grupos con lo que se ha conseguido aumentar la participación de los usuarios en el manejo del riego, mejorar la calidad del servicio del agua, reducir el coste del riego para el gobierno, mejorar la productividad del agua y la rentabilidad de la agricultura de riego y promover la organización colectiva y la cooperación en el sector agrícola.

Además, la aplicación a riego de las aguas regeneradas ordenadas a través de comunidades de regantes y la actividad agrícola en el PRP está protegida por la Ley N° 83-87 del Artículo 1 del Boletín Oficial de la República de Túnez de 1983, que define las tierras agrícolas como "todas las tierras con potencial físico y afectadas o que pueden serlo al sustento de la producción agrícola o forestal" (JORT, 1983). También la clasificación del PRP, como un área roja de alto valor productivo y económico, va a proteger sginfivativamente estas tierras de una futura expansión urbana significativa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el estado actual, la EDAR al sur de Susa sufre de una saturación hidráulica en comparación a su capacidad normal de tratamiento, y en especial durante los períodos punta. Desde un punto de vista cualitativo basado en la segunda parte de la metodología (las entrevistas), y a pesar de que la EDAR opera alrededor del 50% de su carga de diseño orgánico, las aguas se caracterizan por su baja calidad, confirmada por todos los agricultores del PRP. El 100% de los agricultores confirman la mediocridad de la calidad del agua de riego que presenta muchos tipos de polución sólida, coloidal o mineral y que muchas granjas están afectadas por una salinidad muy alta y debido a la disconformidad de la legislación que regula las descargas de agua. De acuerdo con las entrevistas realizadas con los servicios del ONAS de Susa, la degradación de la calidad del agua tratada proviene principalmente de la peor calidad del agua bruta de las descargas industriales. Según las entrevistas realizadas con los agricultores y las organizaciones de gestión del proyecto, así como del trabajo de campo, hemos detectado problemas técnicos y otros sociales

Sobre el plan técnico los entrevistados mencionan la falta de flexibilidad en el uso del agua por parte de los agricultores, que no hay almacenamiento de agua de riego en la granja y hay problemas de gestión de las horas punta entre la EDAR, la Compañía Nacional de Electricidad y Gas (CNEG) y el consumo de agua. En este punto, los agricultores cometen que el problema es de falta de organización y sincronización de las horas de operación de la EDAR, el CNEG y la presencia de los agricultores en sus granjas. También observamos que muchos dispositivos no son funcionales, como la ubicación incorrecta de los contadores de agua. Asimismo, hay un gran problema con la calidad del suelo y el aumento del nivel freático de la zona del proyecto.

Sobre el plan social, los agricultores manifiestan siempre su desacuerdo con las ayudas concedidas por el CRDA de Susa y la limitación de la gama de cultivos permitidos en este recurso hídrico. Como en toda la región, el PRP de Zaouia no hace la excepción y sufre también de un fuerte problema de fragmentación de las tierras agrícolas. A pesar del precio del agua, subvencionado por la CRDA, el índice del uso de las aguas regeneradas tratadas es bajo y solo aumenta durante los años secos.

Por otra parte, los entrevistados, muchos de ellos beneficiarios, muestran indiferencia hacia el proyecto del PRP de Zaouia y la política del uso de las aguas regeneradas tratadas en el riego de los cultivos. Así, el uso que los agricultores hacen de las aguas residuales tratadas en el riego ultores es inestable, ya que sólo el 20% de ellos las utilizan en el riego de olivos. Los factores principales de esta inestabilidad son las condiciones climáticas (año lluvioso o no) y el efecto del agua residual en la calidad de los productos, especialmente, el aceite de oliva. Esta inestabilidad provoca una incertidumbre sobre el éxito de los proyectos de desarrollo agrario y de los nuevos perímetros de riego con aguas residuales tratadas proyectados en la región y del éxito del enfoque participativo para la toma de decisiones. Frente de esta situación, el CRDA y los GDA continúan sensibilizando a los agricultores sobre la importancia de la estrategia

“aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” y permitieron el uso de las aguas residuales tratadas en otras granjas fuera del perímetro de riego de Zaouia y establecer su extensión y su reordenación a su sistema de drenaje y además desarrollar otros proyectos para poner en valor las aguas regeneradas en la región de Susa en otras ciudades como la ciudad de Kalaa Kébira, la ciudad de Kalaa Séghira...

De esta manera, la participación de los actores fue insuficiente con respecto a los problemas del agua: la mayoría de los usuarios tienen solo una visión parcial y de corto plazo de los problemas del agua, no se preocupan por el futuro a gran escala y/o al largo plazo del recurso, asumen que su gestión es una prerrogativa de la administración y se involucran solo en los programas en términos a los beneficios que pueden extraer de la administración. Así, el desarrollo de recursos humanos y responsables a nivel local (formación profesional, apoyo técnico y administrativo, modernización de herramientas de gestión, acceso a la información...) se ve como una necesidad urgente. Por tanto, el futuro del agua se basará fundamentalmente en los tres pilares siguientes: (i) la valorización del potencial de agua verde y la optimización de los flujos de agua virtuales para garantizar la seguridad alimentaria; (ii) el desarrollo de los recursos alternativos, en particular, la desalación, que representa un importante desafío tecnológico y financiero, (iii) la mejora del rendimiento del riego, donde producir más con menos agua es una obligación, y la modernización de la gestión del agua que implica una evolución cognitiva y masiva. Para lograr estos objetivos, las administraciones y los organismos públicos responsables de la gestión del agua deben implementar una forma de asociación institucionalizada con los agricultores planteando un conjunto de métodos y procedimientos transparentes para consolidar una real participación en la toma de la decisión. La reutilización de las aguas residuales debe entenderse como un procedimiento planificado, con infraestructuras de distribución adecuadas y con normas rigurosas en el manejo del agua atendiendo a las exigencias de calidad de los usos implicados. Tenemos que recordar también los valiosos papeles económico, social y ambiental que juega la gestión integrada “aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” que implica una nueva dimensión paisajística y de multifuncionalidad, propiciada por nuevas preocupaciones urbanas y por la evolución de la percepción social del espacio agrario periurbano vivido y utilizado como paisaje. Es una estrategia para desarrollar una agricultura periurbana viva e innovadora que aumenta la productividad, la calidad alimentaria, la producción de proximidad, la calidad paisajística periurbana y, a la vez, el desarrollo económico sostenible. En base de esta multifuncionalidad, los esfuerzos por parte de la administración tunecina a escala regional y también nacional, se habían concentrado principalmente en la construcción de nuevas estaciones depuradoras para mejorar la calidad de las aguas reutilizadas e implementar nuevos perímetros de riego públicos en el territorio agrario periurbano de la región de acuerdo con las instrucciones del plan maestro de planificación.

BIBLIOGRAFÍA

- Angelakis, A. N.; Marecos Do Monte, M. H. F.; Bontoux, L. y Asano, T. 1999: "The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean basin: need for guidelines", *Water Research*, 33(10), 2201-2217, [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(98\)00465-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00465-5)
- Bourauoi, M. y Houman, B. 2008: "Valorisation des eaux pluviales et grises en agriculture urbaine pour l'amélioration des conditions socio-économiques des populations défavorisées: Le cas de la ville de Soukra dans le Grand Tunis", en Vidal R (dir.): *La diversité de l'agriculture urbaine dans le monde*, vol. 3 des actes du colloque *Les agricultures périurbaines, un enjeu pour la ville*. Paris, Ecole Nationale Supérieure de la Police-Université de Nanterre, 109-118.
- Fernández Álvarez, R. 2015: "La Aplicación de Landscape Character Assessment a los espacios de montaña media: el paisaje del macizo de las Villuercas", *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, XLVII(185), 499-518.
- Hamrita, A. 2017: *Le devenir des espaces agricoles et naturels dans le territoire de la ville métropolitaine. De la protection au projet de paysage. Cas du Grand Sousse*, Tesis Doctoral, Universidad de Sousa y Universidad Autónoma de Madrid, Túnez.
- Hamrita, A.; Boussetta, A.; Mata Olmo, R.; Saqalli, M. y Rejeb, H. 2017: "Integrated water management and durability of landscape of public irrigated areas in tunisia: cases of public irrigated areas of Chott-mariem and Mornag", *International Journal of Research-Granthaalayah*, 5(1), 73-89, <https://doi.org/10.5281/zenodo.260280>
- Hurni Jensen, L. 2004: *Is Landscape Character Assessment the work of public policy?*, University of Nottingham, 1-9.
- Journal Officiel de la République Tunisienne, 1983.
- Kessira, M. 2005: "Gestion de l'irrigation avec les eaux non conventionnelles", en Hamdy, A. (ed.): *The use of non conventional water resources*. CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens, 66, 203-216.
- Kochbati, H. 2009: *Aménagement des eaux dans les villes en Tunisie*. s. d.
- Lebdi, F. 2005: "Appui pour l'irrigation et la gestion des systèmes hydrauliques", *CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches*, 52, 193-203.
- Marlet, S. y Mnajja, A. 2016: *Guide pour l'action : transfert de la gestion des périmètres publics irrigués aux associations d'irrigants en Tunisie. Tome 1 : Mise en œuvre et adaptation de la stratégie nationale. Retour d'expérience du projet PAP-AGIR pour l'autonomie progressive des associations*, Montpellier, CIRAD.
- Monteverdi, M. C.; Da Canal, S.; Del Lungo, A.; Masi, S.; Larbi, H. y De Angelis, P. 2014: "Re-use of wastewater for a sustainable forest production and climate change mitigation under arid environments", *Annals of Silvicultural Research*, 38(1), 22-31, <http://dx.doi.org/10.12899/asr-778>
- Naser Abroug, S. 2014: *Traitement et réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie*. Túnez, Office National de l'Assainissement
- Nicolás, E.; Pedrero, F.; Alarcón, J. J.; Mounzer, O.; Martínez, V.; Nortes, P. A.; Alcón, F.; Egea, G. y De Miguel, M. D. 2012: *Estudio de la viabilidad de uso de las aguas regeneradas procedentes de la EDAR de Jumilla en la Comunidad de Regantes Miraflores*. Cartagena, Universidad Politécnica de Caartagena
- Office National de l'Assainissement, 2009.
- Office National de l'Assainissement, 2010.
- Pérez Morales, P. Gil Meseguer, E. Gómez Espín, J.M. 2014: "Las aguas residuales regeneradas como recurso para los regadíos de la demarcación hidrográfica del segura (España)", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 64, 151-175, <https://doi.org/10.21138/bage.1691>
- Pérez, S.; Köck, M. L.; Tong. Ginebreda, A.; López-Serna, R.; Postigo, C.; Brix, R.; López De Alda, M.; Petrovic, M.; Wang, Y. y Barcelo, D. (2012): "Wastewater Reuse in the Llobregat: The Experience at the Prat de Llobregat Treatment Plant", en Sabater S., Ginebreda A., Barceló D. (eds): *The Llobregat. The Story of a Polluted Mediterranean River*, Berlin, Springer, 327-346, http://dx.doi.org/10.1007/698_2012_151
- Swanwick, C. 2002: *Landscape Character Assessment. Guidance for England and Scotland*. Cheltenham – Edinburgh, The Countryside Agency and Scottish Natural Heritage.
- Termorshuizen, J. y Opdam, P. 2009: "Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development", *Landscape Ecology*, 24(8) 1037-1052, <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9314-8>
- Tudor, Ch. 2014: *An Approach of Landscape Character Assessment*, s. l., Natural England