



## Un proyecto España - Marruecos de secado solar para aplicar en plantas de interés productivo

**Autor:** Verónica Tricio Gómez

**Institución:** Universidad de Burgos

**Otros autores:** Ramón Vilorio Raymundo (Universidad de Burgos); Mounira Lage (Institut National de la Recherche Agronomique, Rabat); Chawki Faiz (Institut National de la Recherche Agronomique, Rabat); M<sup>a</sup> Luisa San José (Universidad de Burgos)

## Resumen

Son innegables la importancia tienen para la calidad de un buen producto final, además del desarrollo de estrategias para el proceso de secado como continuación de la recolección de las plantas comestibles, medicinales y aromáticas, el facilitar nuevas alternativas de secado in situ para pequeñas producciones de plantas comestibles aromáticas y medicinales. En este contexto dos inconvenientes habituales son el gasto energético y el transporte de la cosecha en pequeñas producciones.

Con el objetivo de contribuir en las soluciones de las problemáticas existentes en cuanto al consumo energético en los procesos industriales de secado y de valorar las posibilidades de aplicación en zonas rurales, investigadores del Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) en Rabat y de la Universidad de Burgos, han colaborado en un proyecto de interés común. El proyecto realizado está centrado en el secado de las plantas comestibles, aromáticas y medicinales, para el mejoramiento de la calidad del producto. Frente a otros tipos de secaderos muy utilizados, se trata de utilizar energías alternativas renovables, de bajo costo y no contaminante, en concreto un secadero solar.

La actividad se ha desarrollado en Marruecos durante la última fase del EMAP [1]. EMAP (Edible, Medicinal and Aromatic Plants) es una iniciativa de desarrollo agro-industrial con el objetivo de actualizar el sector de plantas comestibles medicinales y aromáticas.

Se presentarán en esta comunicación las actividades llevadas a cabo por cuatro de los firmantes durante el mes de mayo del año 2014 para el progreso del proyecto, que tiene como fin último favorecer el desarrollo de tecnologías más acordes con el desarrollo sostenible, la reducción de costos de aplicación y ser una alternativa de las técnicas de secado de plantas en aquellos lugares de producción reducida y que no disponen de red eléctrica.

**Palabras clave:** energía solar, secado solar para plantas, proyecto investigación

---

## **Un projet Espagne - Maroc pour le séchage solaire. Application dans les plantes d'intérêt productif.**

Verónica Tricio Gómez<sup>a</sup>, Ramón Vilorio Raymundo\*, Mounira Lage\*\*, Chawki Faiz\*\*, M<sup>a</sup> Luisa San José\*\*\*.

Département de Physique, Faculté des Sciences, Université de Burgos, en Espagne

\*\* Institut National de la Recherche Agronomique, Rabat, en Maroc

\*\*\* Département de Biotechnologie et Sciences de l'Alimentation, Faculté des Sciences, Université de Burgos, en Espagne

<sup>a</sup>vtricio@ubu.es

### **Résumé**

La facilitation des nouvelles alternatives de séchage sur place pour des petites productions des plantes comestibles, aromatiques et médicinales, ainsi que le développement des stratégies pour le processus de séchage,- vu comme une continuation de la récolte des plantes comestibles, médicinales et aromatiques-, a une importance indéniable. Dans ce milieu, deux inconvénients habituels sont les dépenses énergétiques et le transport de la récolte en des petits productions.

Avec le but de contribuer avec les solutions des problématiques existantes au sujet de la consommation énergétique dans les processus industriels de séchage et de mettre en valeur les possibilités d'application dans les environnements ruraux, des chercheurs du Institut National de la Recherche Agronomique à Rabat, et de la Université de Burgos (Espagne) ont collaboré dans un projet d'intérêt commun. Le projet mené est axé sur le séchage des plantes comestibles, aromatiques et médicinales, pour l'amélioration de la qualité du produit. Par rapport à des autres types de séchoirs très utilisés, on essaie d'employer un séchoir solaire, qui fait usage des énergies alternatives et renouvelables à faible coût et sans polluer.

L'activité a été déroulée au Maroc pendant la dernière phase du EMAP (Edible, Medicinal and Aromatic Plants). EMAP est une initiative de développement agro-industriel, afin d'actualiser le secteur des plantes comestibles, médicinales, et aromatiques.

On va présenter dans cette communication les activités menées pour quatre des signataires pendant le mois de mai de l'année 2014 pour le progrès du projet. Les buts ultimes du projet sont enfin de favoriser le développement des technologies davantage conformes avec le développement durable, de réduire des coûts d'application et d'être une alternative aux techniques de séchage des plantes dans les lieux de production réduite et qui ne disposent pas de réseau électrique..

**Mots-clés:** qualité des produits, plantes médicinales, plantes comestibles, plantes aromatiques, EMAP, alternatives durables, énergies renouvelables, séchoir solaire.

## 1. Introducción

Las plantas aromáticas tienen un contenido sobresaliente en aceites esenciales y son valoradas por sus aromas y sabores característicos; esos aceites esenciales son sustancias líquidas, aromáticas y volátiles situadas en diferentes partes del vegetal, conformados por un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas (alcoholes, aldehídos, ésteres, cetonas, etc). Las plantas medicinales han formado parte de la antigua tradición cultural de los habitantes de muchas regiones [1]. La composición nutricional de muchas plantas comestibles está ampliamente documentada [2] [3].

Los tres tipos de plantas comestibles, aromáticas y medicinales constituyen un grupo vegetal de gran interés comercial en cuanto a su aprovechamiento en la industria alimentaria. Las plantas aromáticas y medicinales son de gran interés también en cuanto a su aprovechamiento en la industria farmacéutica, cosmética y perfumera, y son una alternativa a los cultivos tradicionales, con especies de gran demanda en el mercado actual a nivel mundial [4] [5]. En los últimos años, el uso de estas plantas aromáticas y medicinales (PAM), ha aumentado mucho en Estados Unidos, Europa, India y China. Al menos 2.000 especies de PAM son comercializadas, de las cuales 1.200 a 1.300 son nativas de Europa [6]. El cultivo de plantas aromáticas y medicinales se puede destinar a dos tipos de producción: a planta seca mediante un proceso de secado posterior a la recolección, o para aceite esencial mediante la destilación [7].

El secado es uno de los aspectos de la postcosecha que precede a otras etapas de la postcosecha como puedan ser almacenaje del producto seco, envasado y tratamientos, principalmente [8]. Para la calidad de un buen producto final para plantas de interés productivo, hay dos aspectos que son de innegable importancia. Uno de ellos es el desarrollo de estrategias para el proceso de secado como continuación de la recolección de las plantas comestibles, medicinales y aromáticas. Otro aspecto a tener en consideración es el de facilitar nuevas alternativas de secado in situ para pequeñas producciones de este tipo de plantas comestibles aromáticas y medicinales.

En el contexto de pequeñas producciones dos inconvenientes habituales son el gasto energético y el transporte de la cosecha en pequeñas producciones. Son numerosos los autores y especialistas que están analizando la necesidad e importancia de la incorporación de la sostenibilidad en los distintos eslabones de los procesos industriales.

En Marruecos, una de las problemáticas del secado de plantas aromáticas y medicinales está bien detectada, debido a que el secado se realiza, en general, por métodos tradicionales y las plantas cortadas son expuestas al sol durante varios días. Hay que recordar que este procedimiento de secado se hace también en algunos otros lugares como una de las variantes del proceso manual [9]. La exposición al sol es agobiante y en ciertas zonas del litoral, con alta humedad relativa del aire, el sol seca durante el día y la planta se vuelve a humedecer durante la noche. También el rocío de la mañana daña a menudo las plantas así expuestas al aire libre.

Esta situación se traduce en la obtención de un producto de baja calidad, tanto desde un punto de vista visual (pérdida de coloración) como en su aroma (pérdida de sustancias volátiles). Son numerosos los trabajos relacionados con la necesidad de mantener una alta calidad del producto durante el proceso de secado. Es nuestro interés la búsqueda y la presentación de alternativas más sostenibles que las del secado industrial mecánico

con un excesivo gasto energético y la presentación de alternativas que mejoren la calidad ofrecida por el secado tradicional .

La implicación del proyecto con la sostenibilidad es evidente: este proyecto de interés común entre las instituciones participantes se ha preparado como una contribución en las soluciones de las problemáticas existentes en cuanto al consumo energético en los procesos industriales de secado y de valorar las posibilidades de aplicación en zonas rurales.

La actividad presencial se ha desarrollado en Marruecos durante la última fase del programa EMAP [10]. EMAP (Edible, Medicinal and Aromatic Plants) es una iniciativa de desarrollo agro-industrial con el objetivo de actualizar el sector de plantas comestibles medicinales y aromáticas.

Como su nombre indica EMAP (figura 1) se ha centrado en el estudio de diversos aspectos vinculados a las plantas medicinales y aromáticas de los terceros países participantes en este proyecto.



**Figura 1. Logotipo del Proyecto EMAP**

Esta edición del Congreso Nacional de Medio Ambiente, cuya misión es situar la sostenibilidad como una cuestión clave en el desarrollo, constituye una buena oportunidad para dar a conocer el trabajo que presentamos. Se trata de una iniciativa que se ha planteado desde la Universidad de Burgos (UBU) en España, para desarrollarla con el Institut National de la Recherche Agronomique de Rabat en Marruecos. En los siguientes apartados se expone lo más significativo de las actuaciones de este proyecto de secado solar para aplicar en plantas de interés productivo.

Si bien la financiación del proyecto si ha terminado, la realización del mismo en su totalidad no ha finalizado, mostramos aquí la experiencia desarrollada por los autores de esta comunicación, en concreto las actividades en las que cada miembro ha intervenido hasta la fecha, dando a conocer la implicación del proyecto con la sostenibilidad ambiental.

## **2. Objetivos y metodología**

La comunicación técnica que se presenta forma parte de una investigación más amplia en la que cada uno de los firmantes participa. La iniciativa del proyecto ha partido de los firmantes que pertenecen al Departamento de Física de la Universidad de Burgos y son integrantes del Grupo ERYMAA (Energías Renovables y Medio Ambiente Atmosférico) de dicha universidad.

Por esta razón los objetivos plasmados en la presente comunicación forman parte de un objetivo genérico del Grupo de investigación ERYMAA, dirigido hacia el diagnóstico

global de las posibilidades de aplicaciones de la energía solar en diferentes regiones ambientales y para distintos fines.

En particular, el objetivo general de esta Comunicación Técnica, es divulgar las actividades que en materia de sostenibilidad estamos desarrollando en el contexto de un proyecto de investigación conjunto. Derivado de ello se ha prestado atención a los siguientes objetivos concretos y las acciones asociadas (tabla 1).

**Tabla 1.** Objetivos del proyecto y Acciones asociadas.

Objetivos	Acciones
Organizar las diferentes visiones científicas de cada investigador participante en un proyecto de interés común y lograr trabajar en equipo.	Comunicación entre los investigadores participantes a través de la web.
Dar a conocer las características del proyecto EMAP financiado.	Presentación del proyecto en el INRA de Rabat.
Conocer los procesos de secado de plantas en la zona y los inconvenientes habituales del secado de plantas que se dan en esas regiones.	Actividades experimentales (reuniones y visitas programadas en Marruecos con los agentes implicados), para recogida de información in situ y detección in situ de las problemáticas relacionadas con el secado de plantas de interés comercial.
Conocer el entorno ambiental y sociológico. Detectar el interés de los agentes implicados en relación con su sensibilidad medioambiental.	Actividades experimentales (visitas programadas) en las que se abordarán u orientan el secado habitual de las plantas seleccionadas.
Conocer y evaluar el grado de interés de los agentes implicados sobre formación y aplicación de sistemas de secado relacionados con esta iniciativa presentada en el proyecto.	Misiones programadas a los lugares de secado y reuniones con los agricultores y técnicos.
Valorar las posibilidades de aplicación en zonas rurales de sistemas alternativos al secado tradicional.	Intercambio de información in situ en las reuniones programadas en Marruecos con los investigadores participantes.

Se hace preciso insistir en que la iniciativa de este proyecto ha partido de los firmantes que son integrantes del Grupo ERYMAA, si bien han actuado de coordinadores del proyecto la Dra. San José y el Dr. Alfaiz. También hay que resaltar que durante su estancia de investigación de V. Tricio y R. Vilorio en Marruecos, son los investigadores del INRA las personas que han programado y organizado las actuaciones.

Para el desarrollo de la presente comunicación técnica se van describir las siguientes actuaciones:

- ❖ .- Programa EMAP. Participación desde la UBU.
- ❖ .- Métodos de secado. El secado de plantas medicinales y aromáticas en Marruecos.
- ❖ .- Actividades desarrolladas del proyecto durante la estancia de investigación en Marruecos.

Presentación en el INRA de Rabat del proyecto.

Recopilación de datos, recogida de información en las visitas, elaboración de informes

- ❖ .- Resultados alcanzados.

Para el desarrollo de las actividades indicadas anteriormente durante la estancia en el país anfitrión, se ha seguido una metodología de trabajo fundamentada en el proceso participativo y colaborativo entre los dos investigadores de Burgos y los dos investigadores de Rabat. Para ello, siempre que ha sido posible, han participado los cuatro miembros, pero también se han organizado actividades en grupos reducidos (2-3 personas) para desarrollar aspectos concretos como la organización de los viajes y programación de misiones, la elaboración de los programas de visitas y la elaboración de informes. Generalmente, se realizaba una puesta en común de valoración de las actividades y de los resultados.

Se seleccionaron para esta experiencia plantas medicinales, aromáticas y comestibles respecto de las cuales los investigadores de Marruecos tienen larga experiencia. Si bien, en esta comunicación se plasman sólo las actividades y visitas (impresiones) en algunas de ellas.

En esta experiencia han participado o han colaborado durante las actividades más personas de las que en un principio se suponía, aproximadamente unos 25-30 agentes (agricultores, estudiantes e investigadores jóvenes, investigadores del INRA en sus distintas sedes...), que se corresponde con una elevada tasa de respuesta ante la solicitud de los investigadores del INRA.

### **3. Programa EMAP. Participación desde la UBU**

El EMAP (Edible Medical and Aromatic Plant) [11] es un proyecto IRSES del 7º programa marco (FP7) de la Unión Europea desarrollado entre 2011 y 2014 y en el que han participado entidades de 10 países (tabla 2). Como su nombre indica EMAP se ha centrado en el estudio de diversos aspectos vinculados a las plantas medicinales y aromáticas de los terceros países participantes en este proyecto.

A su vez, el programa IRSES (International Research Staff Exchange Scheme) [12], es un programa europeo para el fomento del Intercambio Internacional de Personal Investigador. Forma parte del intercambio Marie Curie y, implementado por primera vez en 2008, tiene como objetivo fortalecer las asociaciones de investigación a través de los intercambios de personal y actividades en red entre las organizaciones europeas de investigación y organizaciones de países con los que la Comunidad tiene un acuerdo de investigación o que está en proceso de negociación. En comparación con las acciones Marie Curie existentes, ofrece la posibilidad de movilidad de investigadores individuales por períodos cortos.

**Tabla 2.** Participantes en el programa EMAP.

<b>Miembros Europeos (por países)</b>	<b>Miembros de países mediterráneos no europeos</b>
<u>Italia</u> Universidad de Pisa (Coordinadora) Universidad de Sassari <u>Bulgaria</u> Academia Búlgara de las Ciencias <u>España</u> Universidad de Burgos <u>Hungría</u> Corvinus Universidad de Budapest <u>Polonia</u> Instituto de la Ciencia del Suelo, Pulawy <u>Rumanía</u> Instituto Nacional de Ciencias Biológicas	<u>Egipto</u> Universidad del Cairo Centro Nacional de Investigación <u>Jordania</u> Universidad de Jordán <u>Marruecos</u> Instituto de Plantas Medicinales y Aromáticas, del INRA Instituto Agronómico y Veterinario Hassan II <u>Túnez</u> Centro de Biotecnología Borj Cédria Instituto Nacional de Ciencias y Tecnologías Aplicadas

Este programa surge con la expectativa de que los proyectos derivados de esta acción puedan contribuir a la construcción de nuevas, o mejorar, las redes existentes a través de colaboraciones de investigación beneficiosas para los Estados miembros de la Comunidad así como para los países asociados y los terceros países incluidos en el acuerdo de Ciencia y Tecnología y por la Política Europea de Vecindad.

En general el proyecto EMAP ha sido financiado desde Europa para establecer cooperaciones de investigación a largo plazo a través de un programa conjunto coordinado de intercambio de personal de investigación por períodos cortos en temas relacionados con Plantas Comestibles Medicinales y Aromáticas.

Las bases y los objetivos perseguidos es este proyecto EMAP se presentan de modo resumido a continuación.

- Las plantas producen una gran variedad de productos naturales (metabolitos secundarios). Estos compuestos tienen importantes funciones ecológicas, proporcionando protección contra el ataque tanto de animales (herbívoros, insectos, etc.) como los microorganismos, además de servir como atrayentes para los polinizadores y agentes dispersores de semillas. También pueden contribuir a la competencia y la invasividad por suprimir el crecimiento de las especies de plantas vecinas (un fenómeno conocido como alelopatía).

- Los seres humanos explotan productos naturales como fuentes de fármacos, agentes aromatizantes, fragancias y para una amplia gama de otras aplicaciones de utilidad para la industria alimentaria. Es cada vez mayor, la demanda de productos “naturales”, tanto en el ámbito de la salud, “medicamentos”, como en el de la alimentación, aditivos naturales, o el de la cosmética. Por ello, los productos derivados de plantas tradicionales medicinales y aromáticas son cada vez más cotizados en los mercados internacionales. Este hecho también ha impulsado el interés por los estudios respecto a la naturaleza de las sustancias bioactivas presentes en las diversas plantas, los mecanismo que regulan su síntesis, su respuestas metabólicas y funciones, sobre la formulación, etc.

Los principales objetivos de este proyecto EMAP, vinculado a las plantas comestibles, medicinales y aromáticas, han sido contribuir al estado del arte sobre los principios activos de diferentes plantas originarias de los terceros países participantes, con el fin de descubrir, desarrollar y fomentar la comercialización de productos naturales bioactivos, con aplicaciones a diferentes niveles, farmacéuticos, alimenticios, agroquímicos, etc., intentando contribuir al desarrollo sostenible de las regiones donde crecen y/o se cultivan las plantas en estudio.

Estos objetivos se han desarrollado desde diferentes enfoques:

- 1) Se ha estudiado el desarrollo de protocolos agronómicos de las plantas en estudio, así como de estrategias para la recolección racional y su conservación hasta la transformación.
- 2) Se ha experimentado en selección, propagación y en el procesamiento de las plantas en relación con la química de los constituyentes naturales deseados.
- 3) Se desarrollado o aplicado métodos y tecnologías para la evaluación fitoquímica y biológica de las plantas.
- 4) Se ha estudiado el desarrollo de nuevas formulaciones de productos naturales.

Para la correcta consecución del Proyecto EMAP se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- La selección de las especies de plantas de acuerdo con enfoques etnobotánicos y etnofarmacológicos,
- El cultivo y guarda para preservar la biodiversidad y reserva de genes de alimentos, plantas medicinales y aromáticas;
- El cultivo de plantas para mejorar la calidad del material de partida adaptándolo al uso industrial (usando buenas directrices agro-tecnológicas)
- Los protocolos biotecnológicos para la producción de material vegetal estandarizado o para el mantenimiento de las especies,
- La identificación de las zonas rurales debidamente geo-referenciadas,
- La extracción, aislamiento y elucidación estructural de metabolitos secundarios de las plantas, con el fin de evaluar las propiedades biológicas de extractos de

plantas y sus componentes bioactivos como ingredientes nutracéuticos, con técnicas e instalaciones innovadoras;

- La evaluación del perfil químico de los aceites esenciales y fracciones volátiles para la selección de aceites esenciales de las diferentes familias de plantas;

El conjunto de actividades desarrolladas se ha agrupado en cuatro grupos temáticos o paquetes de trabajo: La gestión y coordinación del proyecto; La colección y la producción de material vegetal; La colección y obtención de nuevos fitoquímicos o de aislamiento y purificación de otros ya conocidos; los ensayos de actividad biológica.

Aunque aún no se han procesado todos los datos y muchos resultados están por obtenerse, se puede decir que este proyecto ha permitido:

- Mejora de la tecnología de laboratorio y recogida de datos científicos en los laboratorios facilitando el alcanzar estadios competitivos,
- Intercambio de elementos, datos y materiales para el trabajo colaborativo en proyectos específicos ya en desarrollo o a desarrollar en el futuro.
- Intercambio de conocimientos y datos para el desarrollo de nuevos productos y/o servicios.

En particular, el proyecto concreto objeto de esta comunicación, es decir el proyecto presentado y financiado dentro del programa EMAP para desarrollar en el INRA de Rabat durante la última etapa (mayo de 2014), es *Ensayos experimentales de la calidad del secado de plantas comestibles aromáticas y medicinales mediante un secador solar. Su diseño y construcción.*

El proyecto tiene como fin último favorecer el desarrollo de tecnologías más acordes con el desarrollo sostenible, la reducción de costos de aplicación y ser una alternativa de las técnicas de secado de plantas en aquellos lugares de producción reducida y que no disponen de red eléctrica. En síntesis, el proyecto está centrado en el secado de las plantas comestibles, aromáticas y medicinales, una de entre las tecnologías de postcosecha aplicadas a la preservación de productos cosechados. El secado es el paso más importante, y sirve para lograr la calidad del producto, ya que de este dependerán las condiciones de comercialización y conservación. Frente a otros tipos de secaderos muy utilizados, se trata de utilizar energías alternativas renovables, de bajo costo y no contaminante. El objetivo principal de dicho proyecto ha consistido en el desarrollo de estrategias para el proceso de secado como continuación de la recolección de las plantas comestibles, medicinales y aromáticas. Con este proyecto se pretende específicamente: Facilitar nuevas alternativas de secado in situ para pequeñas producciones de plantas comestibles aromáticas y medicinales. Contribuir en las soluciones de las problemáticas existentes en cuanto al consumo energético en los procesos industriales de secado. Detectar las posibilidades de aplicación en zonas rurales.

Dicho proyecto se ha proyectado para desarrollarlo en varias etapas: una etapa es para el diseño y construcción de un secadero solar de pequeña escala. En una segunda etapa se harán ensayos experimentales con las plantas medicinales y aromáticas seleccionadas. En otra etapa se analizarán los parámetros de calidad, principalmente los

parámetros físicos que afectan importantemente la textura y la imagen del producto. Finalmente se evaluarán la efectividad del proceso de desecación.

#### **4. Métodos de secado. El secado de plantas medicinales y aromáticas en Marruecos**

Ya se ha comentado en párrafos anteriores que el secado es uno de los aspectos de la postcosecha que precede a otras etapas de la postcosecha es decir al almacenaje del producto seco, envasado y tratamientos, principalmente. Es un proceso bien conocido y del interés de muchos agentes, tanto investigadores y estudiantes como industriales y agricultores. El secado, que debe empezar a continuación de la recolección, tiene por objeto el de extraer el contenido acuoso del material vegetal para poder conservar la planta en estado óptimo [13]. El método de secado es uno de los más prácticos: con la desecación del producto y consiste en eliminar progresivamente la humedad de la planta. Con un buen secado de la planta, se extiende la vida útil y se garantizan las propiedades físicas, químicas y nutricionales, evitando que la humedad sea fácil presa de bacterias y hongos, que la atacan alterando sus principios activos.

Entre las tipologías de secado de plantas de interés comercial, se presenta a continuación un breve resumen de algunas de sus características de buenas prácticas, en relación con el proceso de secado, muy básicas pero que es importante que conozcan los agentes interesados [14].

##### Secado Natural.

El secado al sol directo produce una disminución de la calidad del alimento. Si los alimentos se secan bajo el sol directo se deberá respetar más estrictamente las restantes prácticas recomendadas a fin de disminuir al mínimo la contaminación. En el secado natural es adecuado:

- Secar bajo techo o utilizar cubiertas protectoras que permitan la ventilación.
- No secar sobre el suelo ni exponer el alimento a la lluvia u otras condiciones de alta humedad, tierra, arena, insectos, etc.
- Usar para su separación del suelo materiales (cañas, lonas, etc.) que sean porosos y permitan el paso del aire.
- Utilizar bastidores con malla para el acondicionamiento del alimento a secar.
- Ubicar el alimento en capas de espesor adecuado.
- Remover frecuentemente para asegurar el secado uniforme y evitar el apelmazado.
- Proteger el alimento de la acción de animales, insectos y demás plagas.

##### Secado Mecánico.

Independientemente de otras consideraciones, las condiciones de diseño de las instalaciones para el secado y las maquinarias deberán cumplir con las recomendaciones planteadas, y se debe verificar y controlar:

- que la maquinaria y el instrumental de corte se encuentran en condiciones apropiadas de higiene y funcionamiento cuando realiza trozado del alimento previo al ingreso a la secadora.
- el buen funcionamiento de "removedores" o "volcadores" si la máquina los posee.
- que los filtros de aire se encuentren limpios y sanos
- el buen funcionamiento de los quemadores.

- que el aire que ingresa a la secadora se encuentra limpio y libre de contaminantes. Ejemplos: tierra, polvo, insectos, etc.
- que los gases de la combustión no contaminan el alimento, sobre todo cuando no utilice gas natural o licuado.
- que la relación entre Tiempo de secado/ Temperatura/ Volumen y/o Velocidad del aire, sea la adecuada para la especie a secar y las condiciones de humedad y temperatura atmosféricas.

En el secado mecánico es recomendable: Establecer turnos de secado por especie o variedad (es decir secar una especie o variedad por vez). No acumular alimento a secar a la entrada de la maquinaria. Hacer capas de alimento adecuadas a la capacidad de secado de su maquinaria. Identificar claramente cada lote.

En ambos tipos de secado, natural y mecánico, hay que tener presente el gasto del transporte de la cosecha en pequeñas producciones. En los procesos industriales de secado se han de considerar las problemáticas existentes en cuanto al consumo energético.

#### Secado Solar.

Esta tipología de secado es el objeto del proyecto financiado; la hipótesis de trabajo es que la energía del sol permite secar plantas del interés del estudio, mejorando la calidad del producto deshidratado con secada natural y disminuyendo el gasto energético ocasionado mediante un secado mecánico. En la bibliografía se encuentran numerosas referencias que dan cuenta de la descripción de dispositivos apropiados para el secado solar. Básicamente, hay cuatro tipos de secadores solares; secadores solares directos, secadores solares indirectos, secadores de método mixto y secadores solares híbridos. En ocasiones los secaderos solares están expresamente diseñados para el producto a deshidratar [15] [16], [17], [18], [19], [20].

En este tipo de instalaciones hay que tener en cuenta diversas variables de interés, tanto del ambiente exterior como del interior del secadero solar, algunas son: Masa de la muestra y su variación con el tiempo correspondiente al proceso de secado. La humedad relativa del aire del secadero. La velocidad del aire en distintos puntos. La temperatura del aire. La evolución de la pérdida de carga a través del "lecho de secado". Recirculación de aire fresco. Nuestro propósito es disponer también de datos climáticos, entre otros, radiación solar y temperaturas ambiente [21]. De acuerdo con el tipo de secadero solar, el establecimiento de la cinética de secado y los balances térmicos son aspectos que han de calcularse adecuadamente.

#### Secado de plantas aromáticas y medicinales en Marruecos.

Según se ha comentado anteriormente, en Marruecos, el secado se realiza, en general, por métodos tradicionales. Las plantas cortadas son expuestas al sol durante varios días, con una exposición al mismo agobiante. La problemática de este secado de plantas aromáticas y medicinales está bien detectada. En ciertas zonas del litoral, en particular, la humedad relativa del aire es elevada, hasta el punto de lo que el sol seca durante el día se vuelve a humedecer durante la noche. Aún más grave es que el rocío de la mañana daña a menudo las plantas así expuestas al aire libre.

Esta situación se traduce en la obtención de un producto de baja calidad, tanto desde un punto de vista visual (pérdida de coloración) como en su aroma (pérdida de sustancias volátiles).

La siguiente tabla 3 ofrece una lista de plantas afectadas por el secado y condiciones del mismo.

**Tabla 3.** Plantas afectadas por el secado y condiciones del mismo

Planta	Región de producción	Condiciones climáticas	Modo de secado
Verbena	Haouz	Clima seco y caluroso	Al aire libre, con o sin sombra
Tomillo	Alto Atlas y Anti Atlas	Clima seco y fresco	Bajo techo, directamente al sol
Orégano	Ouezzane-Taounate	Seco con riesgo de tormentas durante el periodo de secado	En el suelo, al aire libre o en ramos colgados de árboles frutales (Olivos, higueras)
Menta	Todo Marruecos		Utilización de secadores por convección de calor
Azafrán	Taliouin-Taznakht	Clima seco y fresco	Al aire libre, con o sin sombra
Iris	Valles del Atlas	Clima seco y fresco	Sobre terrazas durante varios meses
Henna	Sur de Marruecos	Clima seco y caluroso	Al aire libre

Otros nuevos cultivos se están introduciendo actualmente, y en ellos el factor del secado debe ser estudiado para garantizar una alta calidad de la producción. Es el caso de la Stevia, cuya producción va a conocer ciertamente un importante desarrollo en los próximos años. Por el momento, el modo de secado utilizado es el tradicional, con los inconvenientes siguientes:

- Fácil pérdida de coloración.
- Sensibilidad al enmohecimiento por efecto de la humedad.

- Rehumidificación rápida en presencia de humedad relativa elevada.

Frente a esta situación, la explotación de la energía solar reviste una importancia considerable para mejorar la calidad de las plantas aromáticas y medicinales producidas en Marruecos, pero también para reducir los costes de producción y de esta forma mejorar el margen de beneficios de los productores.

## **5. Actividades desarrolladas del proyecto durante la estancia en Marruecos**

El principal objeto de la estancia en el INRA ha sido orientado en varias vertientes iniciales: Iniciar vínculos y visitar centros del INRA, Intercambiar información de las instituciones, Presentar el proyecto a la comunidad interesada. Añadidas a éstas, se ha incorporado una cuarta posibilidad alrededor de la pregunta *¿¿Posibilidades del proyecto con vistas a relación futura y a un proyecto institucional de Cooperación Universitaria entre la UBU y el INRA??*.

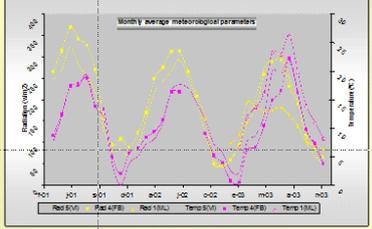
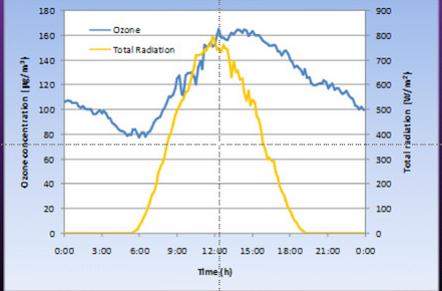
Los dos investigadores de la Universidad de Burgos han realizado una pasantía en el Centro Regional de Investigación Agrícola en la sección de Rabat del Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA) de Marruecos, según el plan de trabajo del proyecto EMAP (comestibles, plantas medicinales y aromáticas) que propusieron en la investigación: el secado de plantas medicinales y aromáticas con procedimientos físicos. La estancia de movilidad ha tenido lugar desde el 28 abril 2014 hasta 26 mayo 2014 y las principales actividades desarrolladas durante este tiempo han sido:

- Presentación del proyecto de investigación.
- Impartición de una conferencia invitada, seleccionada por los dos investigadores de la UBU.
- Visitas programadas a las distintas divisiones del Centro Regional de Rabat.
- Participación en Seminarios.
- Misiones programadas desde el Centro Regional de Rabat.
- Reuniones programadas entre los investigadores del proyecto

### **5.1. Presentación del proyecto.**

El proyecto ha sido presentado en el acto de la Conferencia “Activités de recherche et enseignement sur Environnement et Énergies Renouvelables”, que fue dictada en el en el Centro Régional de Investigación Agrícola (INRA) en Rabat con la presencia de Abderabihi Mohamed, jefe del Centro y el Dr. Alfaiz y el Dr. Lage.

La figura 2 muestra algunas de las diapositivas presentadas en dicho acto. Fecha 5 de mayo 2014.

<p style="text-align: center;"><b>EMAP</b> Programa de intercambio</p> <p style="text-align: center;"><b>UBU-INRA</b></p> <p>Dra. Verónica <b>Tricio</b> Gómez y Dr. Ramón <b>Viloria</b> Raymundo</p> <p>Departamento de Física, Universidad de Burgos (España)</p> <p style="text-align: center;"><b>vtricio@ubu.es, rviloria@ubu.es</b></p> <p>Estancia en el INRA, Rabat, Marruecos, del 28 de abril al 26 de mayo de 2014</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Activités de recherche et enseignement sur Environnement et Énergies Renouvelables</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Département de Physique, Université de Burgos (Espagne)</b></p>
<p>Algunos resultados de ENFIS y ERYMAA</p> <p>❖ <b>Jornadas, Congresos</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="252 853 304 913"> </div> <div data-bbox="331 846 448 1014"> </div> <div data-bbox="459 842 767 913"> <p><b>VIII JORNADAS ENSEÑANZA DE LA FÍSICA</b> Burgos, 17 y 18 de mayo de 2013 El Trabajo experimental en la enseñanza de la física</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="395 1003 571 1081"> <p><b>REHYER 2007</b> I Congreso Ibérico de Refrigeración e Hidrógeno con Energías Renovables Burgos (España), 24-26 de Septiembre de 2007</p> </div> <div data-bbox="587 1003 778 1081"> <p><b>REHYER 2007</b> I Congreso Ibérico de Refrigeración e Hidrógeno con Energías Renovables Burgos (España), de 24 a 26 de Setiembre de 2007</p> </div> </div>	<p>Temperature and radiation</p>  <p><b>Fig. 6. Monthly meteorological parameters average values</b> Fig. 6 shows mean monthly values for total solar radiation and temperature readings across all months monitored at Station 4(FB), at Station 5(VI), and finally at station 1(ML). The temperatures and values all behave in a very similar manner, while the radiation levels show slight differences which are accentuated in the summer months at station 1(ML), which provided rather surprising data.</p>
<p>Producción de frío solar</p> 	<p style="text-align: center;"><b>2. DOAS system</b></p>  <p style="text-align: right;"><small>Département de Physique, Université de Burgos (Espagne)</small></p>

**Fig. 2. Algunas diapositivas de la conferencia impartida.**

Se ha presentado el proyecto EMAP financiado “*Experimental tests of the quality of drying edible, medicinal and aromatic plants by a solar dryer. Its design and construction*” (Pruebas experimentales de la calidad de secado de plantas comestibles, medicinales y aromáticas por un secador solar. Su diseño y construcción).

Tanto el proyecto como la conferencia anteriormente citada, se presentó a los investigadores y estudiantes de doctorado del INRA y de la Universidad Mohammed V Agdal. Fecha 5 de mayo 2014.

**Métodos de secado y secado solar.**

PROPUESTA DE PROYECTO: SECADO SOLAR

Métodos de secado de plantas

- NATURAL
  - Tradicional
  - Requiere poco gasto y es sencillo de realizar
  - No control, si experiencia
- SECADO SOLAR
  - Dispositivos ad hoc
  - No gasto energía externa
  - Control del proceso
  - Simulación solar
- MECANICO
  - Gasto energía externa
  - Por aire caliente natural
  - Por aire caliente forzado

**Equipos de secado de plantas**

Secado por E.S.

Diagram illustrating the drying process: SALIDAS DE AIRE VENTILADOR, FUENTE DE CALOR, CAMARA DE SECADO. Includes a numbered list: 1. Fuente de Calor, 2. Placas Deflectivas, 3. Salida del Aire, 4. Salida de Vegetales, 5. Entrada de Vegetales, 6. Ventilador, 7. Entrada del Aire.

**Le séchage solaire peut combiner**

1. les avantages de séchage mécanique (variables de contrôle, la vitesse de séchage, produits de nettoyage, etc.)
2. à prendre soin de l'environnement et des coûts.

**Phases et paragraphes du projet.**

- Revue de la littérature
- Sélection des plantes par l'INRA pour l'expérimentation.
- Capteurs et matériaux
- Le choix de l'équipement de séchage du type de plantes à sécher.
- Sélection d'une méthodologie appropriée pour le contrôle des processus et de la qualité du produit final.
- Performance des paramètres de contrôle-qualité d'abord physique (structure, dureté, porosité et les fissures qui affectent considérablement la texture et de l'image du produit).
- Dans une étape suivante une phase de modélisation mathématique simple (modèles expérimentaux et une cinétique de séchage en couche mince semi-empirique, de produits agricoles) qui permet de prédire les caractéristiques hydrodynamiques et thermiques du séchoir solaire est effectué.
- La comparaison entre le modèle et les valeurs expérimentales.
- Évaluation de la qualité de séchage.

Fig. 3. Algunas diapositivas del proyecto EMAP y algunos asistentes.

La figura 3 muestra algunas de las diapositivas explicativas sobre el proyecto y algunas fotografías tomadas en dicho acto de presentación. Esta propuesta ha sido analizada por el Dr. Alfaiz y el Dr. Lage, del INRA.

## 5.II. Visitas programadas.

Durante la estancia, se han visitado las distintas divisiones del Centro Regional de Rabat. Entre ellas se desea destacar las siguientes (figura 4):

1.- Unidad de Investigación de cultivo de plantas, la conservación y el desarrollo de los recursos fitogenéticos. Visita a los invernaderos con la doctora Mounira Lage (figura 4a, 4b). Fecha: 29 de abril 2014.



**Fig. 4.** Fotografías de algunas de las visitas programadas.

2. Unidad de Investigación del Medio Ambiente y Conservación de los Recursos Naturales. Visita al Departamento de Medio Físico. Con el Dr. Ahmed Douaik (figura 4c). Fecha: 30 de abril 2014.

3. Unidad de Investigación sobre la tecnología agro-alimentaria y la calidad (figuras 4d y 4e). Dr. Mohammed Bouksaim. Fecha: 06 de mayo 2014.

4.- Unidad de Investigación en biotecnología. Coordinador Iraqui Driss (figura 4f). Fecha: 06 de mayo 2014.

Durante estas actividades, los doctores Tricio y Vioria encontraron el momento de intercambiar información con varios investigadores de alto nivel y estudiantes de doctorado quienes fueron informados también de los objetivos de su estancia en Rabat.

### 5.III. Participación en Seminarios.

Uno de los seminarios en el que se ha participado se ha realizado durante la visita programada al Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de Rabat, Universidad Mohammed V Agdal (figura 5a y 5b).

El seminario de título “*Développement de la robotique appliquée pour un Suiveur Solaire Omnidirectionne*” (Desarrollo de Robótica Aplicada para Seguidor Solar Omnidireccional) ha estado coordinado por el Dr. Lhoussaine Masmoudi, director del Laboratorio de Electrónica y Procesamiento de Señales / Geomática. En el mismo han intervenido estudiantes de doctorado y participado también otros estudiantes interesados (figura 5c y 5d). Fecha 7 de mayo 2014.



**Fig. 5. Fotografías de la visita y de la participación en el Seminario.**

Durante esta visita, se reforzó el intercambio de información -ya aportada durante la presentación del proyecto- con los investigadores de ese centro por el interés mostrado en las técnicas de secado solar.

#### 5.IV. Misiones programadas.

Estas actividades, denominadas misiones en el INRA, han sido programadas por el Dr. Alfaiz y la Dra. Lage. Estas misiones han tenido una duración de 4 días la primera (fechas 8-11 de mayo) y 3 días la segunda (fechas 16-18 de mayo). Los lugares donde se han realizado están muy alejados de núcleos urbanos, son zonas claramente rurales y están muy distanciados de la ciudad de Rabat.

La participación en estas misiones incluyó también visitas a otras unidades del INRA en las ciudades de Agadir y Chefchaouen (figura 6).

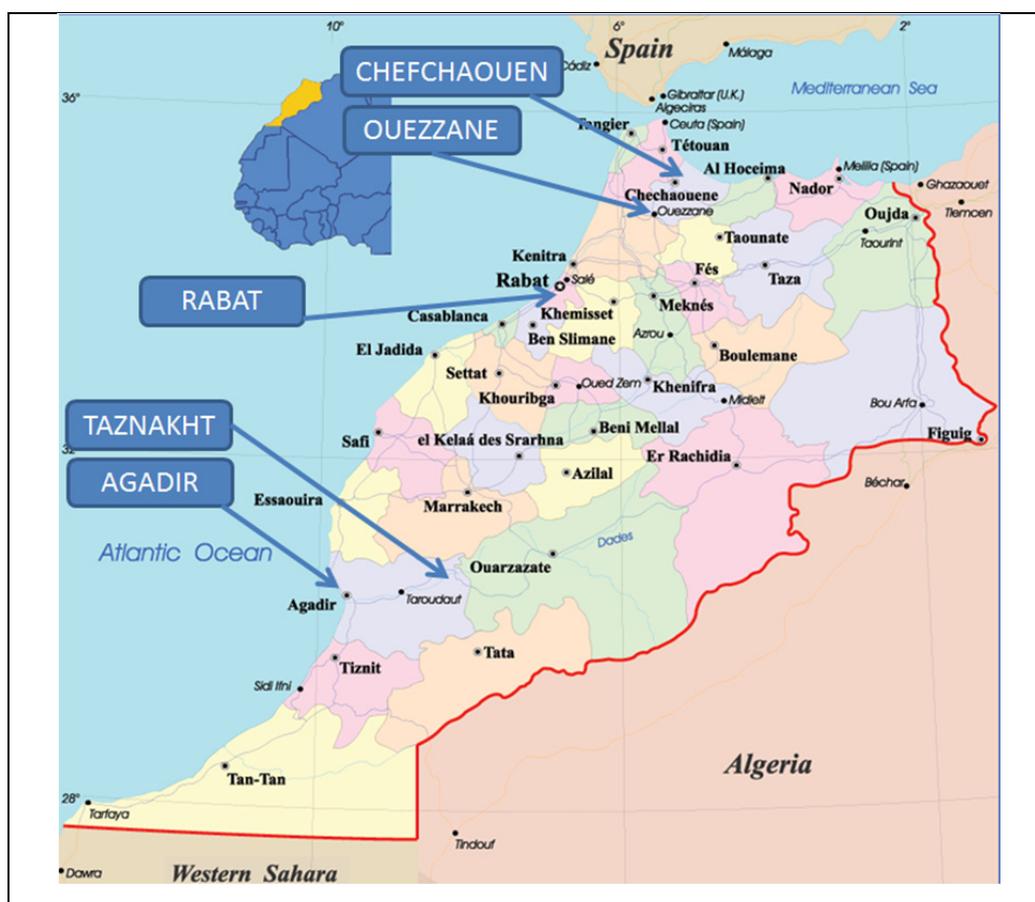


Fig. 6. Mapa de Marruecos.

Durante estas actividades, se han conocido dos cooperativas agrícolas. En la primera (región sur) la Dra. Tricio informó sobre las aplicaciones de la energía solar para las instalaciones de secado; con el doble objeto de dar a conocer el proyecto y suscitar el interés de los integrantes de la cooperativa con respecto al secado solar.

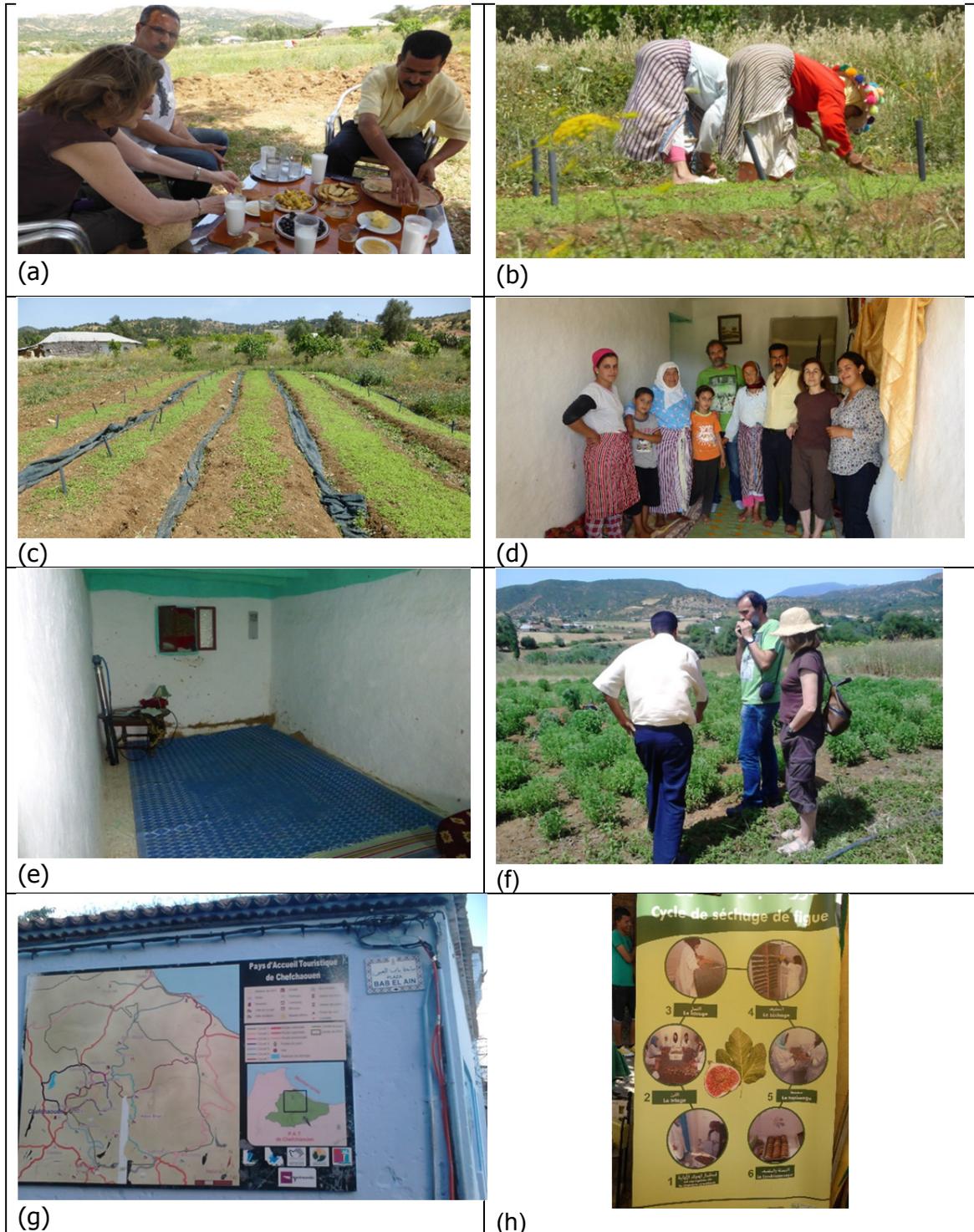
En la segunda los doctores Tricio y Viloría informaron sobre las aplicaciones de la energía solar para el secado de plantas. Se proporcionó información sobre el proyecto y se suscitó el interés de la cooperativa con respecto al secado solar.

1.- Cooperativa de Producción de Azafrán (región Tazenakht). Fecha 9 de mayo 2014. En la figura 7 se pueden apreciar algunas fotografías relacionadas con la primera misión.



**Fig. 7.** Algunas fotografías realizadas durante la primera misión programada.

2. Cooperativa Ghzaoua (en la localización de Ouezzane), donde se visitaron los lugares utilizados para el secado tradicional de la Stevia. Fecha 16 de mayo 2014. En la figura 8 se han mostrado algunas fotografías realizadas durante la segunda misión.



**Fig. 8.** Algunas fotografías realizadas durante la segunda misión programada.

Durante estas misiones la actividad ha sido muy variada y siempre que ha habido oportunidad (en reuniones de las visitas) los doctores Tricio y Viloría han intercambiado opiniones e información con los agentes interesados en el secado alternativo al que se ha observado in situ durante la experiencia.

#### 5.V. Reuniones programadas.

Participación en las reuniones previstas por el INRA en Rabat, donde se analizó la posibilidad de mantener la cooperación y hacer frente a los intereses comunes entre las dos instituciones, el INRA y la UBU. Durante estas actividades, se han analizado algunas de las posibilidades para realizar acciones conjuntas, entre ellas:

1. Una estancia de movilidad de un estudiante de doctorado en la UBU durante la última fase del proyecto EMAP para estudiar las condiciones ambientales y de riego, especialmente con el tema de los modelos de evapotranspiración. Fecha posible último mes del programa EMAP (junio 2014). Fecha de la reunión

2. Un acuerdo de colaboración tripartita de los tres centros que han mostrado interés: INRA - Universidad Mohammed V Agdal - UBU-, para un estudio de secado para mejorar la calidad de las plantas aromáticas con secadores solares. INRA y de la Universidad Mohammed V acordaron solicitar financiación para este desarrollo. Fecha de la reunión 19 de mayo 2014.



Fig. 9. Imágenes de algunas de las reuniones.

En la figura 9 se pueden apreciar fotografías de dos de las reuniones, en la figura 9b están los cuatro investigadores que han participado en las actividades realizadas en Marruecos durante la estancia de movilidad de los investigadores de la Universidad de Burgos en España (figura 9c).

## **6. Resultados**

Este bloque de resultados se ha estructurado en dos líneas de reflexión. En primer lugar, se ha valorado la experiencia desarrollada para el avance del proyecto. En la segunda parte se hace hincapié en alguna propuesta de futuro para avanzar en la investigación y aplicación de las energías renovables para el secado solar de plantas de interés en la región.

### **A. Valoración de la experiencia desarrollada.**

Se puede enfatizar cómo los cuatro investigadores que han participado en las actividades realizadas durante la estancia de investigación en Marruecos, han manifestado un alto grado de satisfacción. Así lo ha hecho constar el Dr. Alfaiz coordinador del programa EMAP en Marruecos, mediante la firma del ANEXO IV que ha sido entregado a la Coordinadora General del Proyecto EMAP.

Cabe señalar también que la estancia de movilidad de los investigadores de la UBU, ha resultado muy positiva para ambas instituciones y ha servido para el inicio de la cooperación y el intercambio de investigaciones compartidas de interés común entre ambas.

Se valora positivamente las posibilidades que ofrece la implementación in situ del secado de plantas mediante secaderos solares, como ayuda a impulsar el logro de un desarrollo tecnológico interno que posibilite la autonomía relativa de las actividades productivas y de servicio, necesarias para alcanzar y sostener el desarrollo de las zonas productoras de las plantas medicinales, comestibles y aromáticas.

A la vista de los resultados presentados, puede afirmarse que se ha satisfecho convenientemente al plan de trabajo del proyecto EMAP (Edible, Medicinal and Aromatic Plants) sobre el secado de plantas medicinales y aromáticas con procedimientos físicos. Efectivamente, en un breve intervalo temporal de la estancia de investigación se ha desarrollado un conjunto suficiente de actividades congregadas en el Centro Regional de Investigación Agrícola en la sección de Rabat del Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA) de Marruecos.

Finalmente, se desea destacar que como resultado complementario de las gestiones realizadas durante la estancia en Marruecos, un joven investigador del INRA de Agadir (Marruecos) ha podido disfrutar de una ayuda de movilidad de investigación en la Universidad de Burgos, que ha sido realizada durante un mes entre junio y julio del año 2014.

### **B. Propuesta de futuro.**

A la vista de las necesidades planteadas para el secado de las plantas y de los resultados de la experiencia desarrollada, se proponen cuatro experiencias piloto para una puesta a punto de la tecnología de secado utilizando energía solar en Marruecos:

#### 1.- El secado del azafrán en la región de Talioune.

El secado es la etapa clave en la preparación del azafrán, pues permite obtener el aroma característico de la especia y permite también asegurar la conservación del azafrán por deshidratación, lo que impide el desarrollo de mohos. Esta operación es muy importante pues de ella dependerá la calidad de la especia. Existen numerosos métodos de secado cuyos elementos determinantes son el tiempo, la temperatura de secado, la humedad y el método utilizado.

##### Secado por energía solar

En ciertas regiones donde las fuentes de energía son deficientes o muy irregulares, la utilización de secadores eléctricos no es una opción sencilla. En estos casos, es más económico e importante efectuar el secado basado en la energía solar. Este tipo de secador puede ser construido para un grupo de productores de azafrán (asociaciones, cooperativas u otras formas).

#### 2.- El secado de la Stevia en la región de Larache.

La región de Larache es una zona donde la Stevia puede crecer sin problemas ofreciendo unos rendimientos muy interesantes. El problema encontrado es la falta de condiciones naturales (elevada humedad del aire y abundancia de nieblas matinales) de secado que permitan obtener un producto de calidad.

El secador será instalado en el dominio experimental del INRA en Larache, donde ya existe una parcela de producción de stevia.

#### 3.- El secado del orégano en la región de Chefchaouen.

El orégano sufre un importante declive en Marruecos, debido a una sobreexplotación irracional por parte de recolectores y revendedores. Su precio en el mercado aumenta de año en año, aunque muchos agricultores están comenzando a cultivarlo y secarlo de forma artesanal. La instalación de un secador solar en ciertas explotaciones piloto podría influir positivamente y mejorar el modo de producción de estas plantas, lo cual generaría un importante beneficio para las poblaciones locales.

#### 4.- El tomillo

Marruecos es un gran productor de tomillo silvestre que crece espontáneamente en numerosas regiones montañosas del Alto Atlas y del Anti-Atlas. Las condiciones de secado son muy malas y penalizan enormemente la calidad de este tomillo endémico que no se da más que en Marruecos. Además, la falta de espacios que puedan acoger las voluminosas cantidades recolectadas agravan aún más las condiciones de secado.

El diseño de un secador adaptado a este tipo de situación podría contribuir notablemente a mejorar tanto las condiciones de explotación del tomillo como el nivel económico de las empobrecidas poblaciones locales.

## **7. Conclusiones**

De la presentación de los aspectos más significativos descritos en el apartado anterior, se puede concluir la importancia de la cooperación entre las instituciones de investigación y docencia como ámbito determinante en el desarrollo de propuestas medioambientalmente sostenibles.

De esta experiencia realizada in situ, se puede extraer la importancia y utilidad que tiene el conocer directamente de los propios agentes, en qué grado están familiarizados y sensibilizados en temas de sostenibilidad en relación con los procesos de secado de plantas (gasto y ahorro energético en los procesos de secado industrial) y en qué medida los considera importantes para su actividad profesional.

En concreto, de las visitas y reuniones con los agentes implicados, se ha podido detectar un nivel de interés medio-alto por la formación relacionada con las temáticas medioambientales y la aplicación de las propuestas presentadas para el secado solar de plantas aromáticas, medicinales y comestibles. No obstante, y a pesar de estas conclusiones, la percepción de los investigadores se ha obtenido sin mediar ningún procedimiento de formularios ni encuestas, que sería la forma más adecuada. Es intención mejorar este aspecto para futuras actuaciones.

Se han valorado las posibilidades de aplicación en zonas rurales de sistemas alternativos al secado tradicional. A la vista de las necesidades planteadas para el secado de las plantas y de los resultados de la experiencia desarrollada, se han propuesto cuatro experiencias piloto para una puesta a punto de la tecnología de secado utilizando energía solar en Marruecos.

La realización de actividades como las que se han descrito y desarrollado en este trabajo, concluimos que puede ser un instrumento que ayude a diagnosticar y a intervenir en la mejora de los procesos de secado habituales en Marruecos y nos dé una visión más completa y correcta de cómo adecuar los procesos de secado de plantas de interés comercial hacia un futuro sostenible.

Los autores esperan que esta primera relación pueda plasmarse en logros de una investigación y formación educativa de interés común.

## **Agradecimientos**

Los autores agradecen al proyecto EMAP del programa IRSE de 7º programa marco (FP7) de la Unión Europea, la ayuda financiera otorgada que ha permitido financiar parte de los gastos derivados del desarrollo del proyecto así como de la presentación de esta comunicación técnica.

## Bibliografía

- [1] Las plantas medicinales de Perú. Puelles Gallo, M., Gómez Galarza, V., y Gabriel y Galán Moris, J.M., (coords.). Catarata, (2010).  
<http://www.reduniversitaria.es/ficheros/Plantas%20medicinales.%20LIBRO.pdf> (acceso el 18/IX/2014).
- [2] Tardío, J., Alimentos silvestres: la despensa más natural y nutritiva. *Ambienta*.  
<http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Tardio.htm> (acceso el 19/IX/2014).
- [3] Mendiola Ubillos, M<sup>a</sup> A., Plantas de interés agroalimentario.  
[http://ocw.upm.es/botanica/plantas-de-interes-agroalimentario/Temas\\_pdf\\_revisado/tema-1-introduccion](http://ocw.upm.es/botanica/plantas-de-interes-agroalimentario/Temas_pdf_revisado/tema-1-introduccion) (acceso el 8/X/2014).
- [4] <http://www.fundame.org/cientificas/pdfs/extractos/volsin.pdf>
- [5] Etnobotánica, Rivera, D, Obón, C., (2008), Universidad de Murcia.  
<http://ocw.um.es/ciencias/etnobotanica> (acceso el 8/X/2014).
- [6] Uso Industrial de Plantas Aromáticas y Medicinales. M<sup>a</sup> Paz Arraiza Bermúdez – Cañete, (2012), Universidad Politécnica de Madrid. <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/> (acceso el 15/IX/2014)
- [7] Moré Palos, E., Colom Gorgues, A., (2002), Distribución comercial de plantas aromáticas y medicinales en Cataluña, *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.* Vol. 17 (1).
- [8] Guía de buenas prácticas de higiene y agrícolas para la producción primaria, acondicionamiento, almacenamiento y transporte de productos aromáticos.  
<http://www.herbotecnia.com.ar/bpa-poscos.html> (acceso el 2/X/2014)
- [9] Secado de hierbas medicinales y aromáticas. <http://www.botanical-online.com/secarhierbas.htm> (acceso el 5/VIII/2014)
- [10] Edible, Medicinal and Aromatic Plants. <http://www.ist-world.org/ProjectDetails.aspx?ProjectId=2ffacda0db7c4bf3bbb01edab42cd841> (acceso el 19/IX/2014)
- [11] <http://www.emap-eg.org/>
- [12] International Research Staff Exchange Scheme (IRSES) - Marie Curie Actions.  
[http://ec.europa.eu/research/mariecurieactions/about-mca/actions/irses/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/research/mariecurieactions/about-mca/actions/irses/index_en.htm) (acceso el 2/X-2014)
- [13] Trabajos de poscosecha, principales tareas y como realizarlas.  
<http://www.herbotecnia.com.ar/poscosecha.html> (acceso el 17/IV/2014)
- [14] Guía de buenas prácticas de higiene y agrícolas. <http://www.herbotecnia.com.ar/bpa-poscos.html> (acceso el 17/IV/2014)
- [15] Paunero, L.E., García, V., Iriarte A., (1994), Secado de aromáticas en túnel de aire utilizando energía solar. *Anales de SAIPA - Sociedad Argentina para la Investigación de*

Productos Aromáticos, VIII Congreso Nacional de Recursos Naturales Aromáticos y Medicinales, Volumen XV, 31–40.

[16] Afanis, A., Aplicación de la técnica de secado solar indirecto en especies medicinales, en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/aplicacion-tecnica-secado-solar-indirecto-especies-medicinales/aplicacion-tecnica-secado-solar-indirecto-especies-medicinales.shtml#ixzz2rcck0Bc> (acceso el 13/IX/2014)

[17] Fudholi, A., Sopian, K., Ruslan, M. H., Alghoul, M. A., Sulaiman, M. Y., (2010), Review of solar dryers for agricultural and marine products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 1–30.

[18] Sharma, A., Chen, C.R., Vu Lan, N., (2009), Solar-energy drying systems: a review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, 1185–1210

[19] Gbaha, P., Yobouet Andoh, H., Kouassi Saraka, J., Kaménan Koua, B., Toure, S., (2007), Experimental investigation of a solar dryer with natural convective heat flow, *Renewable Energy*, 32(11), 1817-1829.

[20] Montero, I., Blanco, J., Miranda, T., Rojas, S., Celma, A. R., (2010), Design, construction and performance testing of a solar dryer for agroindustrial by-products. *Energy Conversion and Management*, 51(7), 1510-1521.

[21] Tricio Gómez, V., Vitoria Raymundo, R., Minguito, A.,(2008), Medidas experimentales de la radiación solar en Burgos, Capítulo: Recursos energéticos renovables. Recursos solar y eólico, *Energías Renovables. Avances en Refrigeración e Hidrógeno Solar*, Universidad de Burgos, 547-557.