

## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

**Tutor/a:** Miguel A Rodríguez Valverde

**Departamento y Área de Conocimiento:** Física Aplicada

**Correo electrónico:** [marodri@ugr.es](mailto:marodri@ugr.es)

**Cotutor/a:** Francisco J. Montez Ruiz-Cabello

**Departamento y Área de Conocimiento:** Física Aplicada

**Correo electrónico:** [fjmontes@ugr.es](mailto:fjmontes@ugr.es)

**Título del Trabajo:** Recolección de agua con superficies parahidrófobas

**Tipología del Trabajo:**

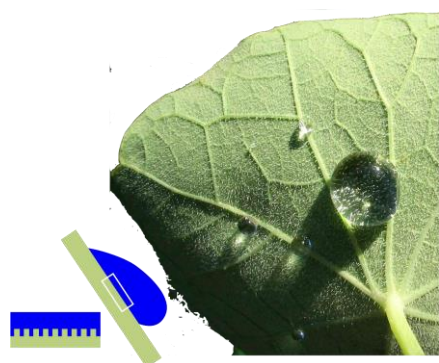
(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

( Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos		5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales	X	6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

**Breve descripción del trabajo:**

Cuando un sustrato se enfría de forma natural y pasiva por el déficit de radiación nocturna entre la atmósfera y el sustrato, se produce la condensación del agua. La mayoría de las plantas (aéreas) en ambientes secos o desérticos son buenas recolectoras de rocío, incluso con mejor rendimiento que los animales, debido a sus particulares estructuras superficiales y su composición. La topografía y/o la heterogeneidad química de las hojas y las superficies vegetales de las plantas que retienen agua explican sus elevadas capacidades de adherencia. Las gotas de lluvia/rocío penetran completamente en la fina estructura de las superficies vegetales aéreas, aumentando el área de superficie mojada pero manteniendo su forma perlada. El sureste de la Península Ibérica se encuentra en una situación privilegiada para explorar los efectos de retención de agua en su flora silvestre autóctona.



La recogida de agua de rocío, aprovechando la especial mojabilidad de las superficies de los materiales, es de gran importancia debido a sus propiedades de sencillez, bajo coste y fácil manejo. La nucleación de las gotas se ve favorecida en las superficies super-hidrófobas (efecto loto), aunque el crecimiento/coalescencia se ve dificultado por su propiedad hidrófuga (movilidad de las gotas). En las superficies para-hidrófobas (efecto pétalo), las gotas de agua se nuclean en los picos de rugosidad o en los dominios hidrofílicos (siembra), luego crecen con formas perladas pero con líneas de contacto fijas (aumentando su tamaño), y cuando llegan a ser lo suficientemente grandes, se fusionan con las gotas vecinas y comienzan a deslizarse hacia abajo o a desprenderse hacia el depósito (recolección).

El rendimiento óptimo de las superficies recolectoras de agua tras la condensación requiere dos capacidades aparentemente opuestas: maximizar tanto la retención como la recogida de agua. Dado que la pérdida de agua por evaporación es indeseable y que la nucleación de las gotas depende de una superficie no cubierta, se debe reducir el tiempo de permanencia de las gotas de agua formadas en las superficies. Por encima de un tamaño de gota crítica, se requiere producir un movimiento en el plano de las grandes gotas sésiles guiadas por la gravedad hacia el depósito. Este movimiento lateral de las gotas se ve limitado además por las fuerzas adhesivas (ángulo de contacto fijo). Este trabajo pretende diseñar superficies que aprovechen la funcionalidad de recogida de agua observada en la naturaleza.



**Objetivos planteados:**

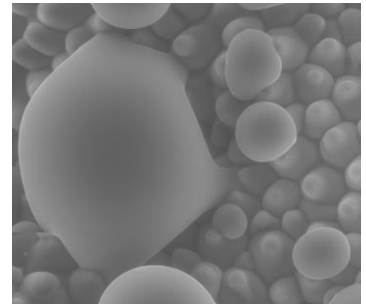
*Condensación por goteo, captura de agua y rendimiento del agua producida por superficies funcionales para-hidrofóbas.*

**Metodología:**

*El agua de rocío es el resultado de la condensación del vapor de agua por la noche bajo la influencia del enfriamiento radiativo. El vapor de agua se condensa cuando la temperatura del sustrato desciende por debajo del punto de rocío. Como las superficies aéreas de las plantas emiten más energía (radiación) hacia el cielo de la que reciben de la atmósfera en forma de radiaciones infrarrojas, pueden enfriarse con respecto al aire ambiente. La condensación en forma de gota (heterogénea) es el caso más habitual que se da en el rocío natural y en los sustratos artificiales no húmedos (superhidrofóbicos/parahidrofóbicos). Todos los experimentos en el laboratorio se realizan mediante refrigeración por conducción (por contacto), pero este enfoque puede depender significativamente de la conductividad térmica del sustrato (no tiene efecto para los materiales de alta conductividad). En el enfriamiento por radiación (funcionamiento nocturno, alta HR), el sustrato de condensación y las gotas presentan una emisividad radiativa similar, por lo que el enfriamiento se mantiene durante todo el proceso. La temperatura final no depende de las características del sustrato. El medio más general y sencillo para recoger este tipo de agua es utilizar la fuerza de la gravedad. El colector de rocío más sencillo (un plano inclinado con respecto a la horizontal) también permite recoger el agua de la lluvia, la niebla y el vaho.*

**Condensación por goteo a escala microscópica**

*Los experimentos de condensación de agua realizados con el ESEM (CIC-UGR) revelarán los mecanismos de nucleación en cada superficie para-hidrofóba. Seguidamente, no centraremos en la escala milimétrica, en la que la condensación suele examinarse mediante imágenes ópticas de la formación/crecimiento de gotas.*



**Captación de agua**

*En nuestra cámara climática BINDER MKF 56 E5 (con ventilación uniforme, en un rango de HR de 10-95 % y de temperatura de -40/+180°C), en condiciones de saturación y a 20°C, mediremos la captura de agua de las muestras parahidrofóbicas, mediante ponderación directa (balanza de alta resolución). Para lograr el enfriamiento radiativo pasivo, utilizaremos el enfriador radiativo basado en una cinta scotch propuesto recientemente. Monitorizaremos la temperatura de la superficie con un termómetro IR y una cámara termográfica de alta resolución, solicitada para la propuesta, nos permitirá monitorizar en el lugar la condensación de las gotas.*



**Recogida de agua**

*Simultáneamente a los experimentos de captación de agua, se medirá la cinética de recogida de agua a través de la cantidad de agua recogida en un depósito (tras el goteo) durante un tiempo*

*determinado.*

**Bibliografía:**

- Nano Select 2021;1-13*
- International Journal of Heat and Mass Transfer, 183 ,(2022) 122078*
- J. of Photonics for Energy, 12(1), (2021) 012112*
- iScience, 24( 7), (2021) 102814*
- iScience, 24 (Supplemental information)*
- International Journal of Heat and Mass Transfer, 183(A), (2022) 122078*
- International Journal of Heat and Mass Transfer, 172, (2021) 121160*
- The European Physical Journal E 42, 144, (2019)*

**A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG**

Alumno/a propuesto/a: Sergio Parra Vicente

Granada, 11 de Mayo 2022



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

Sello del Departamento

*Campus Fuentenueva  
Avda. Fuentenueva s/n  
18071 Granada  
Tjno. +34-958242736  
almartin@ugr.es*

**Comisión Docente de Físicas**  
Facultad de Ciencias