



PROYECTO LIFE09 ENV/ES/000447

CONFERENCIA FINAL

PROYECTO LIFE +: “LOS DESIERTOS VERDES”

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

EL CONTROL DE LA SUPERVIVENCIA DE LAS PLANTACIONES CON WATERBOXX MEDIANTE SENSORES AEROTRANSPORTADOS EN VEHÍCULOS AÉREOS NO PILOTADOS


José Luis Marcos Robles
ETS Ingenierías Agrarias
Junio 2015



Uva Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia CONTROL DE LA SUPERVIVENCIA MEDIANTE SENSORES AEROTRANSPORTADOS

OBJETIVO

- Desarrollar una metodología para controlar la supervivencia de los plantones en waterboxx con UAV (drones) mediante sensores aerotransportados optimizados para capturar longitudes de onda del visible y del infrarrojo cercano
- Comprobar si esta metodología puede reducir costes frente a los muestreos a pie de campo tradicionales.



UVA  **TERMINOLOGÍA**

UAV - Dron - RPA – VANT- UAS

UAV (Unmanned Aerial Vehicle, VANT) o RPA (Remotely Piloted Aircraft) : cualquier aeronave en que el piloto no esté físicamente a bordo. Son los términos actualmente más utilizados.

Dron(e)(zumbido o zángano en inglés) es el término más popular, cada vez mas en desuso. Los UAV tienen tantas posibilidades que este término queda hoy muy superado.

UAS (unmanned Aerial System): abarca toda la tecnología, desde el aparato que vuela hasta todo lo que hace posible que vuele. Es decir, se incluye no sólo el segmento aéreo sino también el enlace de comunicaciones y la estación de tierra.

17 JUNE WORLDWIDE TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.

the green deserts



UVA  **SISTEMAS DE GUIADO AUTOMÁTICO**

- RTK (Real Time Kinematic)
- DGPS (GPS Diferencial de Código)
- Sistemas inerciales de vuelo (IMU)

PLANES DE VUELO COMPLEJOS





17 JUNE WORLDWIDE TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.

the green deserts



UVA **¿SISTEMA GPS, PARA QUE LO VAMOS A NECESITAR?**

Arquitectura- Red de estaciones GNSS

Número de estaciones	
Operativas	50
Propias	33
Universidad	1
IGN	3
Otros	14
Total	50

Red GNSS
Cantabria y León

http://ign.es-itacyl.es

La aeronave necesita un sistema de guiado por satélite y es conveniente georreferenciar nuestras imágenes.

17 JUNE WORLDWIDE TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.

the green deserts

FUN Ge UVA

UVA **COMPONENTES BÁSICOS DE UN UAV**

Frame: estructura de la nave

Motores , variadores y hélices: eléctricos o de combustión.

Controladora de vuelo: Es el componente electrónico que se encarga de estabilizar el vuelo

Baterías LiPO (Lithium POLymer) Las más comunes son de 3S (3 celdas) y de 4S (4celdas). Cada S es 3.7 voltios y 5000 mAh.

Gimbal: Soporte de la cámara estabilizado

- **Acelerómetro** para poder medir la propia "inercia" de los movimientos.
- **Giróscopo** para poder medir la velocidad angular de los cambios de posición.
- **Magnetómetro** utilizado como una brújula que permite saber en todo momento la dirección a la que apunta el dron.
- **Sensor barométrico** empleado para conocer con una precisión asombrosa la altura real de vuelo.
- **GPS** para poder conocer las coordenadas exactas del dron y poder desplazarse de forma autónoma.
- **Servos** y sensores

17 JUNE WORLDWIDE TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.

the green deserts

FUN Ge UVA

UVA  **COMONENTES BÁSICOS DE UN UAS**

UAS (Unmanned Aerial System): abarca toda la tecnología, desde el aparato que vuela hasta todo lo que hace posible que vuele. Es decir, se incluye no sólo el segmento aéreo sino también el enlace de comunicaciones y la estación de tierra.



17 JUNE **WORLDWIDE**
TO COMBAT DESERTIFICATION

No such thing as a free lunch.
Invest in healthy soils.

the green deserts

FUN Ge UVA 

UVA  **CLASIFICACIÓN**

POR LA FORMA DE OBTENER LA SUSTENTACIÓN

```

    graph TD
      Root[POR LA FORMA DE OBTENER LA SUSTENTACIÓN] --> Fija[Plataformas aéreas de ala fija]
      Root --> Rotativa[Plataformas aéreas de ala rotativa]
      Fija --> VTOL_F[VTOL]
      Fija --> OTROS_F[OTROS]
      VTOL_F --> TAIL[TAIL SITTERS]
      VTOL_F --> TILT[TILT ROTORS]
      OTROS_F --> OTROS_IMG[]
      Rotativa --> VTOL_R[VTOL]
      VTOL_R --> HELICOPTEROS[HELICÓPTEROS]
      VTOL_R --> MULTICOPTEROS[MULTICÓPTEROS]
  
```



17 JUNE **WORLDWIDE**
TO COMBAT DESERTIFICATION

No such thing as a free lunch.
Invest in healthy soils.

the green deserts

FUN Ge UVA 

UVA Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia

VENTAJAS E INCONVENIENTES

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS UAV DE ALA FIJA FRENTE A LOS DE ALA ROTATORIA

ALA FIJA	VENTAJAS	INCONVENIENTES	
	<ul style="list-style-type: none"> Elevada autonomía de vuelo. Buena estabilidad y control en condiciones normales. Menor riesgo de accidente. Alta productividad. 	<ul style="list-style-type: none"> Escasa capacidad de carga. Necesidad de espacio para el aterrizaje. Menor precisión en la toma de las imágenes. 	
ALA ROTATORIA		<ul style="list-style-type: none"> Alta precisión en la toma de imagen. Estabilidad en vuelos con viento moderado. Resolución espacial variable. Mayor capacidad de carga. Muy operativo. 	<ul style="list-style-type: none"> Escasa autonomía de vuelo. Relativo riesgo de accidente. Menor productividad.

17 JUNE WORLD DAY TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.

the green deserts

FUN Ge UVA

UVA Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia

¿POR QUÉ UTILIZAR UAVS?


VENTAJAS E INCONVENIENTES FRENTE A LOS SISTEMAS CLÁSICOS DE TELEDETECCIÓN Y FOTOGRAMETRÍA

VENTAJAS	UAV vs OTROS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> Facilidad de obtención. No hay riesgo de accidente. Menor coste de operarios. Elevada resolución espectral. 	<p>SATELITES Y SENSORES AEROTRANSPORTADOS EN AERONAVES PILOTADAS</p> <p>MINI SENSORES TRANSPORTADOS EN UAVS</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inmediatez. Producto a la carta. Control preciso del vuelo. Resolución espacial variable. Meteorología: debajo de nubes. Oportunismo. Coste final.
<ul style="list-style-type: none"> Se pierde el momento. Producto estándar. Elevado coste (2-30 euro/km²) Resolución espacial baja. Meteorología: Nubes. 		<ul style="list-style-type: none"> Autonomía de vuelo. Escasa capacidad de carga. Relativo riesgo de accidente. Meteorología: viento fuerte (30 km/h) o lluvia (no vuelan). Costes iniciales elevados.

17 JUNE WORLD DAY TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.

the green deserts


FUN Ge UVA

UVA  **CONCEPTOS DE TELEDETECCIÓN Y FOTOGRAMETRÍA**

RESOLUCIÓN ESPACIAL	Define la medida de la distancia angular o lineal más pequeña que puede captar un sensor en cada píxel
RESOLUCIÓN ESPECTRAL	Define el número y la anchura de las bandas espectrales que puede discriminar un sensor
RESOLUCIÓN RADIOMÉTRICA	Define la sensibilidad de un sensor a las diferencias de fuerza de la señal detectada
RESOLUCIÓN TEMPORAL	Define la frecuencia de cobertura que proporciona un sensor (periodicidad)

17 JUNE **WORLDWIDE**
TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch.
Invest in healthy soils.

the green deserts

FUNGe UVA 

UVA  **RESOLUCIÓN ESPACIAL**

Define la medida de la distancia angular o lineal más pequeña que puede captar un sensor en cada píxel

Capacidad del sistema para distinguir objetos en la imagen.

- Depende de la altura de la plataforma.
- De la resolución del sensor.
- Del tamaño del sensor.

Corresponde al tamaño del menor objeto identificable.

La resolución espacial de un satélite está por encima de 1 m frente a la de un UAV que puede estar entre 10 y 20 cm, aunque es fácil alcanzar resoluciones menores (1 cm)



QuickBird	
Lanzamiento:	2001
Altura:	450 Km
Periodo orbital:	93.5'
Sensor:	30 (0.45 x 0.8 µm)
PAN (0.45 - 0.9 µm):	
Resolución espacial:	30; 2.44 m
PAN:	0.81 m
Cobertura:	16.5 x 16.8 Km

17 JUNE **WORLDWIDE**
TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch.
Invest in healthy soils.

the green deserts

FUNGe UVA 

UVa  RESOLUCIÓN ESPECTRAL

Define el número y la anchura de las bandas espectrales que puede discriminar un sensor

Firma espectral: variación de reflectancia (radiación reflejada) en función de la longitud de onda. Estas firmas pueden variar dependiendo de:

- Angulo de iluminación solar
- Orientación de laderas o pendientes
- Influencia de la atmósfera: absorción de nubes
- Variaciones medioambientales: estado fenológico, ...
- Sustrato edafológico o litológico.

Banda: Intervalo de longitudes de onda explorados por el detector en cada canal.


Sensores multiespectrales: Recogen un número de bandas de entre 3 a 7 (entre visible e infrarrojos).




17 JUNE **WORLDWIDE**
TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch.
Invest in healthy soils.

the green deserts

FUN Ce UVa 

UVa  RESOLUCIÓN ESPECTRAL

Espectro visible (0,4 - 0,7 μm)

- Máxima radiación solar.
- Tres bandas azul, verde y rojo.
- Puede percibir nuestro ojo.

Infrarrojo Cercano (IRC, 0,7 – 1,3 μm)

- Capacidad para distinguir masa vegetales y concentraciones de humedad.

Infrarrojo Medio (1,3 - 8 μm)

- Infrarrojo de onda Corta (SWIR) (1.3 - 2.5 μm). Idóneo para estimar el contenido de humedad en la vegetación o suelos.
- Infrarrojo medio (IRM) (3.7 μm). Detección de focos de alta temperatura (incendios).


Infrarrojo Lejano o Térmico (IRT, 8 -14 μm)

- Porción emisiva del espectro terrestre, calor proveniente de la tierra.

Fuente: Aronoff, 2005

17 JUNE **WORLDWIDE**
TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch.
Invest in healthy soils.

the green deserts

FUN Ce UVa 

UVa **la** Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia

UAVS: TIPOS DE SENSORES Y APLICACIONES

Sensores multiespectrales

Cámaras fotográficas y videocámaras

Cámaras termográficas

Cámaras fotográficas modificadas









- Selvicultura: Control de la biomasa
- Agricultura: Calidad y cantidad del fertilizante, riegos, control de plagas...
- Aplicaciones medioambientales: desertificación, erosión del suelo, calidad del agua...
- Valoraciones agrarias.

- Cartografía.
- Ortofotogrametría.
- Planificación y ordenación del territorio.
- Modelos digitales de elevaciones.
- Cubicación y control de canteras y explotaciones a cielo abierto.
- Estudios de erosión y degradación.
- Seguimiento y control de especies protegidas.
- Control de residuos nocivos.
- Control urbanístico.
- Vigilancia forestal.
- Estudio del paisaje.
- Estudio de suelos.

- Localización y seguimiento de seres vivos (movimientos migratorios)
- Control y extinción de incendios (detección de puntos calientes)
- Recuento de animales, plagas, detección de bancos de pesca...
















UVa **la** Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia

RESULTADOS DEL PROYECTO

Años 2011 - 2013



Microdron MD4-1000



Canon EOS 400-20 mm



Multirrotor Octo XL



Tetracam Mini MCA-6
















UVA Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia

RESULTADOS DEL PROYECTO



Problemas

Sensor multispectral Tetracam MINI MCA-6

- Altura de las plantas media de 30 cm (apenas asomaban por el agujero central del WATERBOXX)
- Este sensor es mucho más sensible al viento y al efecto rolling-shutter
- Baja resolución espacial

Metodología

- Se realiza el alineamiento y calibrado de los sensores
- Se procede a la toma de datos (alturas de vuelo)
- Se forman mosaicos de imágenes
- Se georreferencia cada mosaico apoyándose en los puntos de control
- Se realiza el tratamiento digital de las imágenes y se procede al análisis





No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.





UVA Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia

RESULTADOS DEL PROYECTO

Especies muestreadas

- Betula Péndula (Abedul)
- Castanea Sativa (Castaño)
- Quercus Ilex (Encina)
- Pinus Pinaster (Pino)

Resultados y conclusiones



Planta viva



Marra

Exactitud Global

- Abedul: 89%
- Castaño: 94%
- Encina: 84%
- Pino: 95%

- Pino y encina (baja talla):** es necesario volar a la mínima altura de vuelo (alrededor de 15 metros)
- Abedul y castaño (mayor porte):** es suficiente con volar a 22,5 metros de altura



No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.





UVA  **RESULTADOS DEL PROYECTO**



6º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

6CFE01-239



Premios 2012 de la Fundación 3M a la "Innovación para mejorar la vida de las personas".
Campo de Investigación: "El Agua"

Estos resultados fueron galardonados con el accésit al 2º puesto en los Premios 2012 de la Fundación 3M a la "Innovación para mejorar la vida de las personas". Campo de Investigación: "El Agua"

También se presentaron en el VI Congreso Forestal Español de Vitoria en el año 2013



No such thing as a free lunch.
Invest in healthy soils.

















UVA  **UAVS Y CÁMARAS UTILIZADOS EN EL PROYECTO**

Años 2013 - 2015



Octocóptero UFOCAMXXL8 V3



Olympus PEN E-P1



Ala Fija Skywalker



Tetracam ADC Micro



No such thing as a free lunch.
Invest in healthy soils.

















UVA  **RESULTADOS DEL PROYECTO**

Ventajas e Inconvenientes



Cámaras Olympus PEN E-P1 RGB y modificada

- El procedimiento es mucho más ligero
- Las cámaras tienen mayor resolución espacial (se puede volar más alto)

- Son muy pesadas
- Tienen menor resolución espectral que un sensor dedicado

Metodología

- Se procede a la toma de datos (alturas de vuelo)
- Se genera el modelo 3D
- Se georreferencia el modelo apoyándose en los puntos de control
- Se generan 2 ortofotos de cada parcela
- Se realiza el tratamiento digital de las imágenes y se procede al análisis



17 JUNE WORLDWIDE TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.

the green deserts

FUNGE UVA 

UVA  **RESULTADOS DEL PROYECTO**



Ortoimágenes en RGB e IRc



17 JUNE WORLDWIDE TO COMBAT DESERTIFICATION
No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.

the green deserts

FUNGE UVA 

UVa  **RESULTADOS DEL PROYECTO**

Tratamientos digitales




17 JUN
WORL
TO COMBAT
No such thing as a free lunch.
Invest in healthy soils.

Resultados y conclusiones

point 276	354692,283	4619600,779	796,737	VIVA
point 277	354680,263	4619597,838	797,309	VIVA
point 278	354684,879	4619595,821	797,080	VIVA
point 279	354688,368	4619587,699	796,593	VIVA
point 280	354679,220	4619591,563	797,028	VIVA
point 281	354673,237	4619597,116	797,325	VIVA
point 282	354667,669	4619594,123	797,487	VIVA
point 283	354670,091	4619591,029	797,319	VIVA
point 284	354660,362	4619591,798	797,185	VIVA
point 285	354681,940	4619583,950	796,589	VIVA
point 286	354672,998	4619585,796	796,890	VIVA
point 287	354670,040	4619582,890	796,515	VIVA
point 288	354657,335	4619580,752	796,091	DUDOSA
point 289	354656,561	4619581,304	796,033	VIVA
point 290	354660,543	4619586,470	796,670	VIVA
point 291	354653,615	4619589,026	796,773	VIVA

Ejemplo de una parte de las tablas que indican la situación geográfica y el estado vegetativo de los plantones analizados

the green deserts













UVa  **RESULTADOS**


Resultados y conclusiones

Datos de ejemplo de una de las parcelas monitorizadas

Altura de vuelo: entre 55 – 65 metros
Resolución espacial: 3 cm/píxel











Parcela de Soto de Cerrato. Año 2013

- Porcentaje de plantones vivos: 93,14%
- Porcentaje de dudosos frente al total: 6,86%
 - Porcentaje no muestreado: 1,71% (tapados parcialmente por la vegetación)
 - Respuesta débil, invasión de otras especies o marras: 5,15%
 - Plantas muertas: 0%



Se ha comprobado que, para zonas de grandes extensiones y difícil acceso, es una metodología eficaz, exacta y más barata que el muestreo tradicional a pie de campo.

the green deserts

UVA **ia** Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia

MODELOS DIGITALES DE ELEVACIONES

También se han obtenido modelos digitales de elevaciones de las zonas ocupadas



17 JUNE **WORLD DAY** TO COMBAT DESERTS

No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.

the green deserts



UVA **ia** Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias Palencia

VUELOS VIRTUALES

Se ha realizado una animación que recrea las parcelas ubicadas en su entorno natural con texturas fotorrealistas montadas sobre modelos digitales de elevaciones.



¡MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

17 JUNE **WORLD DAY** TO COMBAT DESERTS

No such thing as a free lunch. Invest in healthy soils.

the green deserts

