

"EL FUTURO DE LA ROBÓTICA: LEGISLACIÓN EUROPEA, TECNOLOGÍA Y ARTES"



La oportunidad de utilizar robots en agricultura

Francisco Rodríguez Díaz

Ingeniería de Sistemas y Automática

Dpto. de Informática

frrodrig@ual.es

28 de mayo de 2017

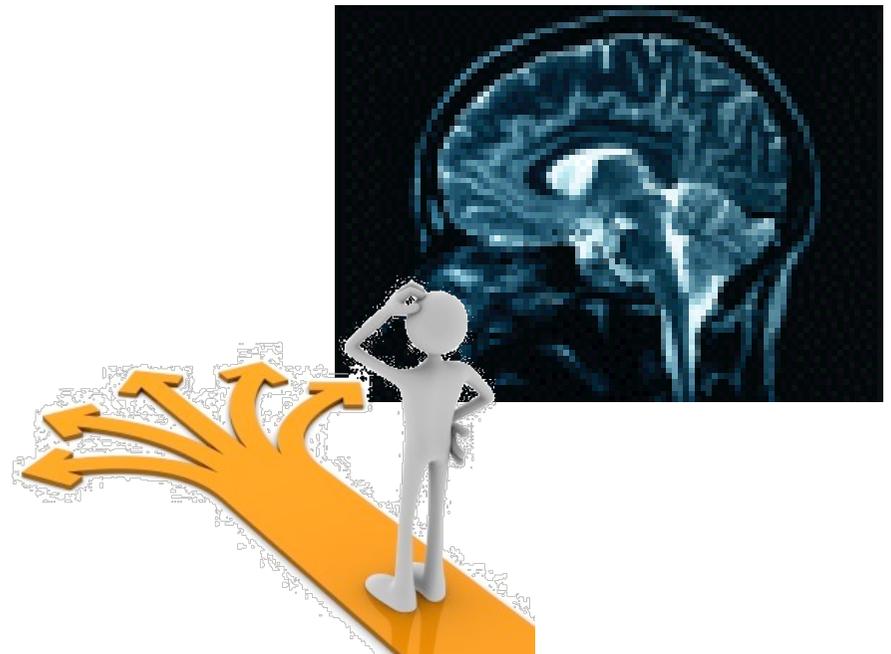
Robots y trabajo humano

Robot se utiliza para sustituir a personas en tareas:

- Peligrosas
- Repetitivas
- Tediosas

Características fundamentales del trabajo humano

- Inteligencia (toma de decisiones)



Características fundamentales del trabajo humano

- Capacidad de trabajar con objetos y herramientas

Manipular



- Capacidad de movimiento

Movimiento





Tipos de tareas



Coger y situar



RECOLECCIÓN



PODA

Herramientas



PULVERIZACIÓN

Transporte



Área

a

Sustitución del trabajo humano

- **Inteligencia**



Inteligencia artificial

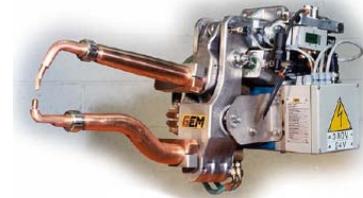


ARTIFICIAL INTELLIGENCE

- **Manipulación**



Robótica de manipulación



- **Movimiento**



Robótica móvil



Tareas agrícolas

5. Post-recolección



1. Preparación de suelos



2. Plantación



3. Producción



4. Recolección





Tareas agrícolas mecanizadas



5. Post-recoleccion



1. Preparación de suelos



2. Plantación



4. Recolección



3. Producción





Tareas agrícolas robotizadas



5. Post-recoleccion



1. Preparación de suelos



2. Plantación



4. Recolección



3. Producción





Tipos de tareas



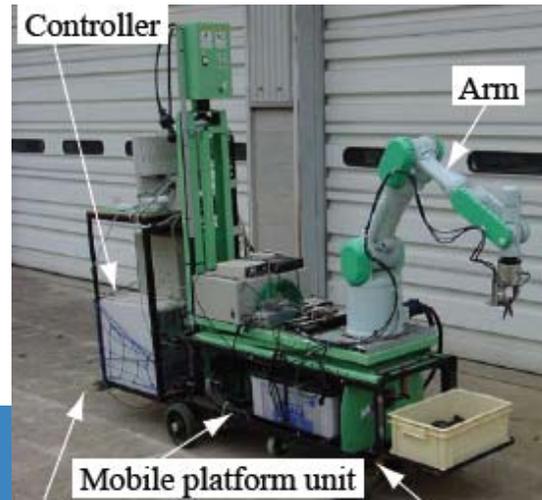
Coger y situar



Herramientas



Transporte



Transplante de arroz





Robótica agrícola



Preparación de suelos

Plantación

Esquejes



Transplante

Pulverización

Malas hierbas

Poda

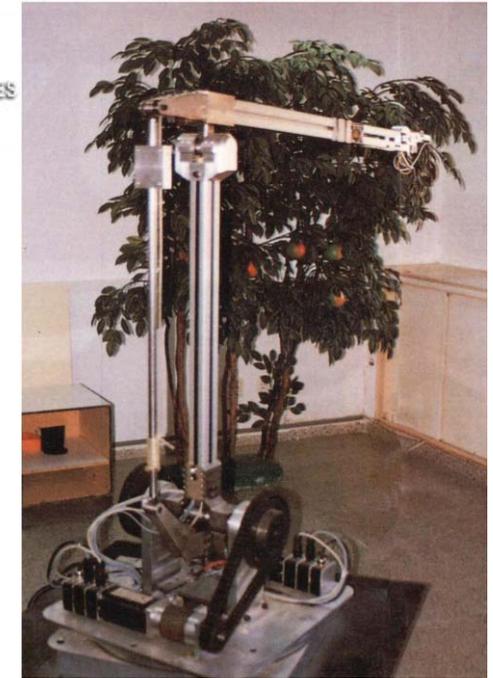
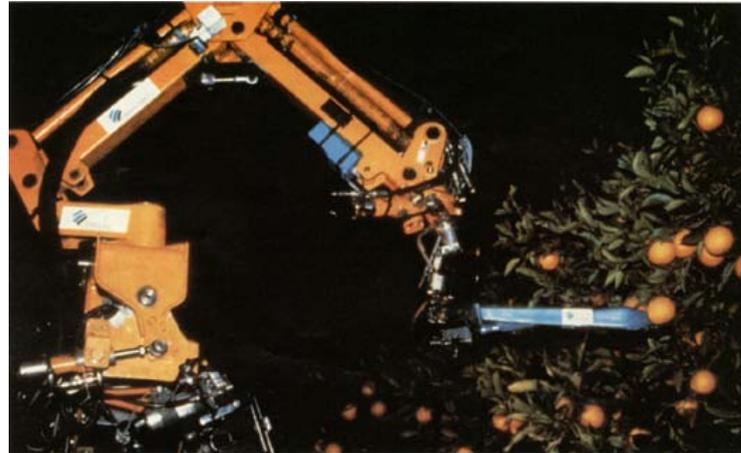




Robótica agrícola



Recolección



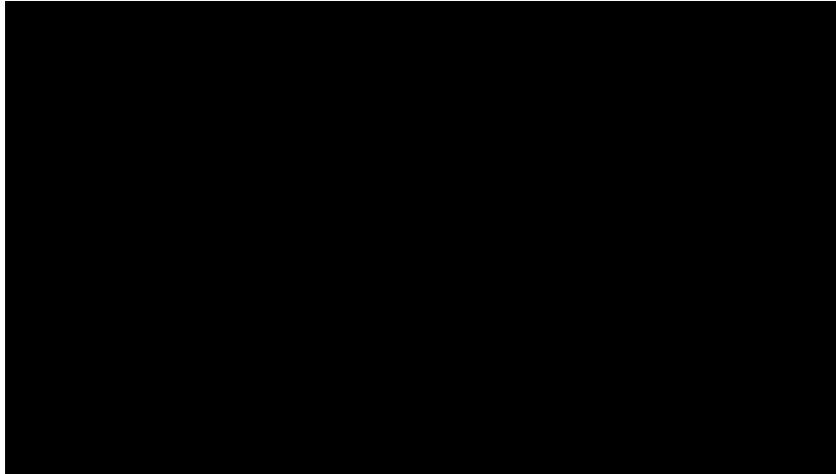
National Agricultural Research Center

 **OKAYAMA UNIVERSITY**





Robótica agrícola





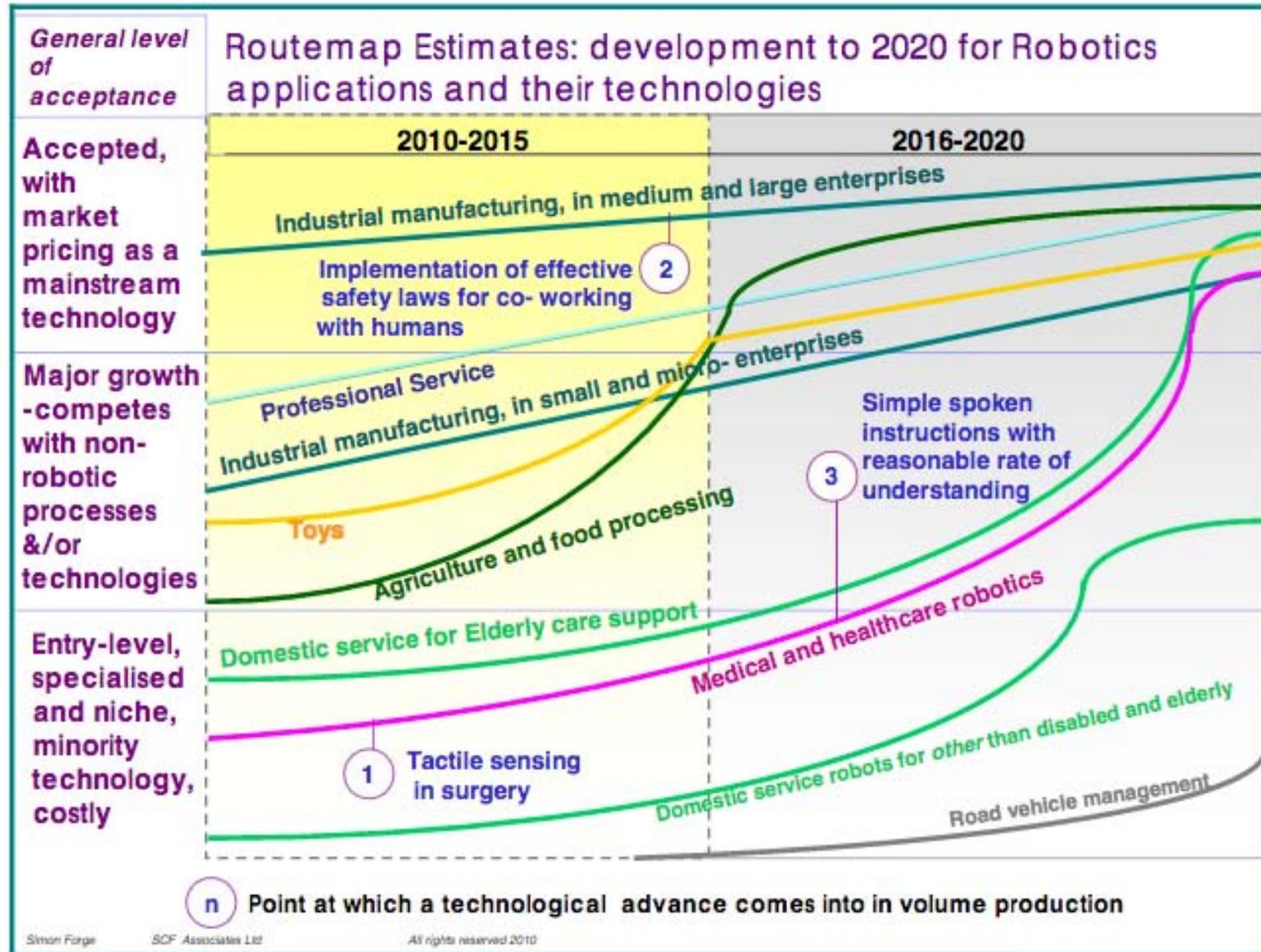
Competitividad por sectores



Sectores	Japón	USA	Europa
Manufactura (industria)	Competitivo	Medio	Medio
Construcción	Competitivo	No competitivo	No competitivo
Medicina	No competitivo	Medio	No competitivo
Energía nuclear	Medio	Competitivo	Competitivo
Aplicaciones espaciales	Medio	Competitivo	Medio
Agricultura	Medio	Medio	Competitivo
Aplicaciones marinas	Medio	Competitivo	Competitivo
Prevención de desastres	No competitivo	Medio	Medio
Entretenimiento	Competitivo	Competitivo	No competitivo



Competitividad por sectores





Competitividad por sectores

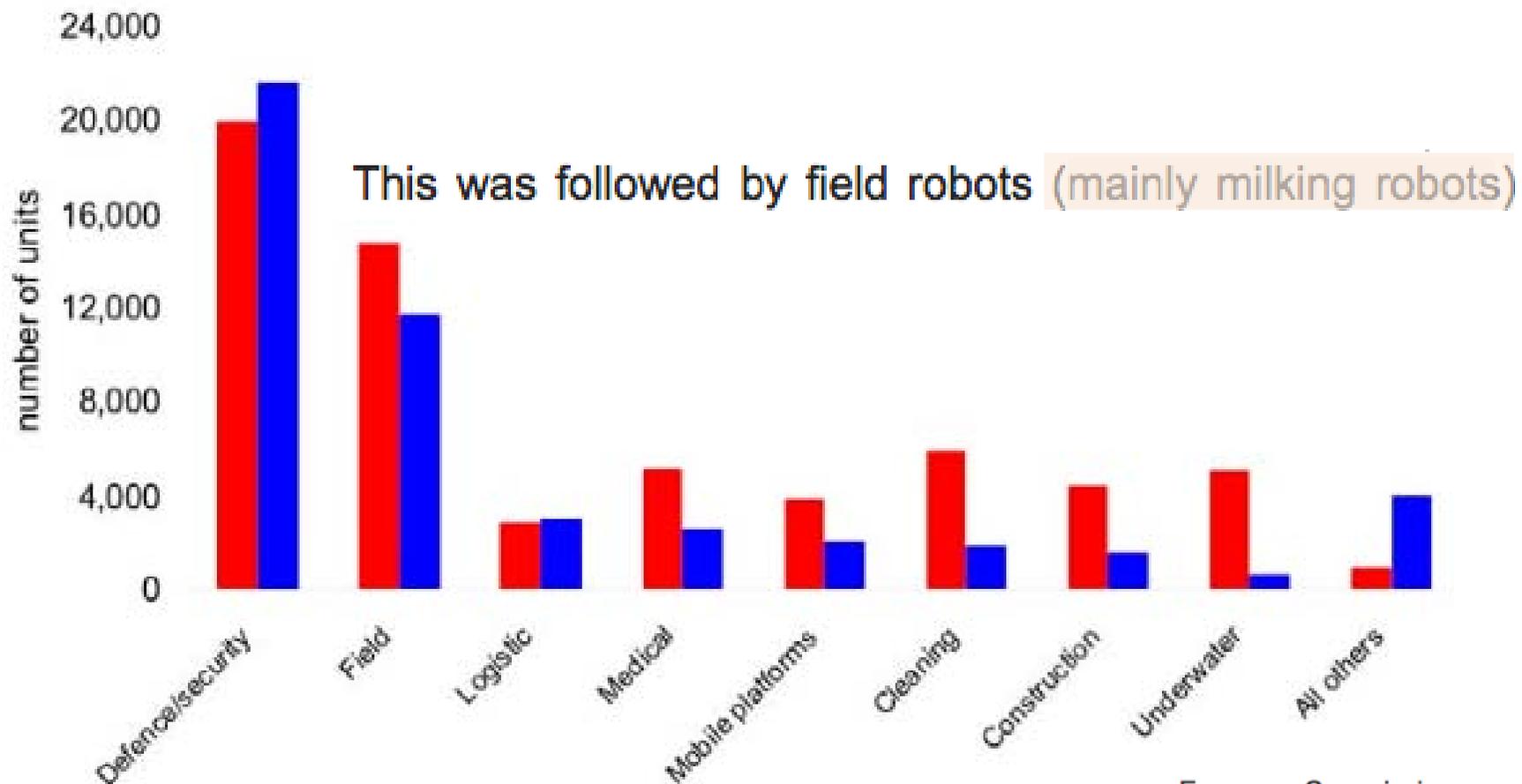


Robotics topic	Potential size of market	Capability within EU to exploit
Medical and health care robotics	XX	XX
Safety in robotics	XXX	XXX
Robotics in food processing and agriculture	XX	XX
Robots in large-scale industrial manufacturing	XX	XX
Robotics for SMEs	XXX	XXX
Sensor technologies	XX	XX
Robotics for the environmental industries	XX	XX

European Commission
 Joint Research Centre
 Institute for Prospective Technological Studies



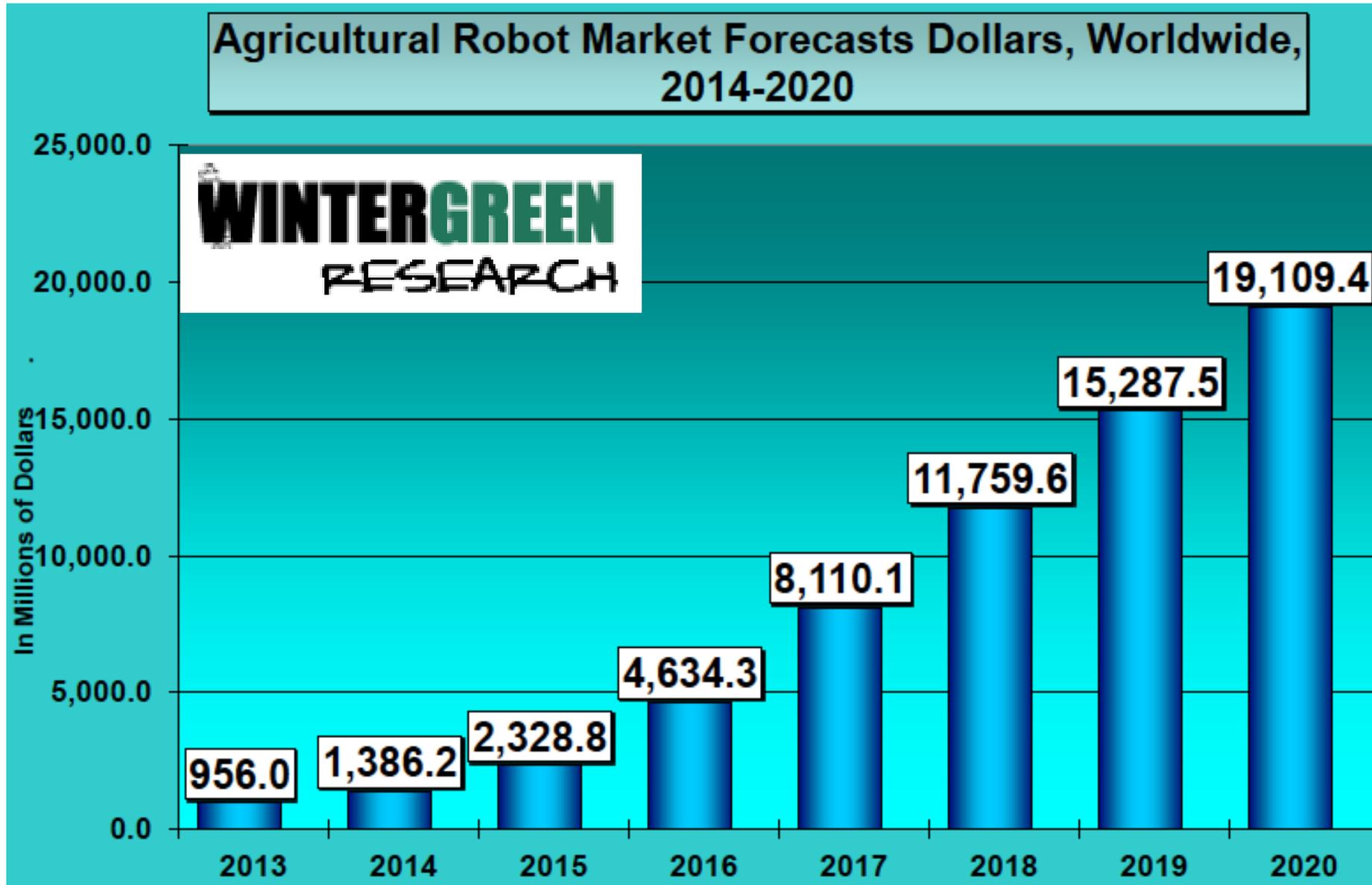
Predicción de unidades por sectores



European Commission
 Joint Research Centre
 Institute for Prospective Technological Studies



Predicción de unidades por sectores

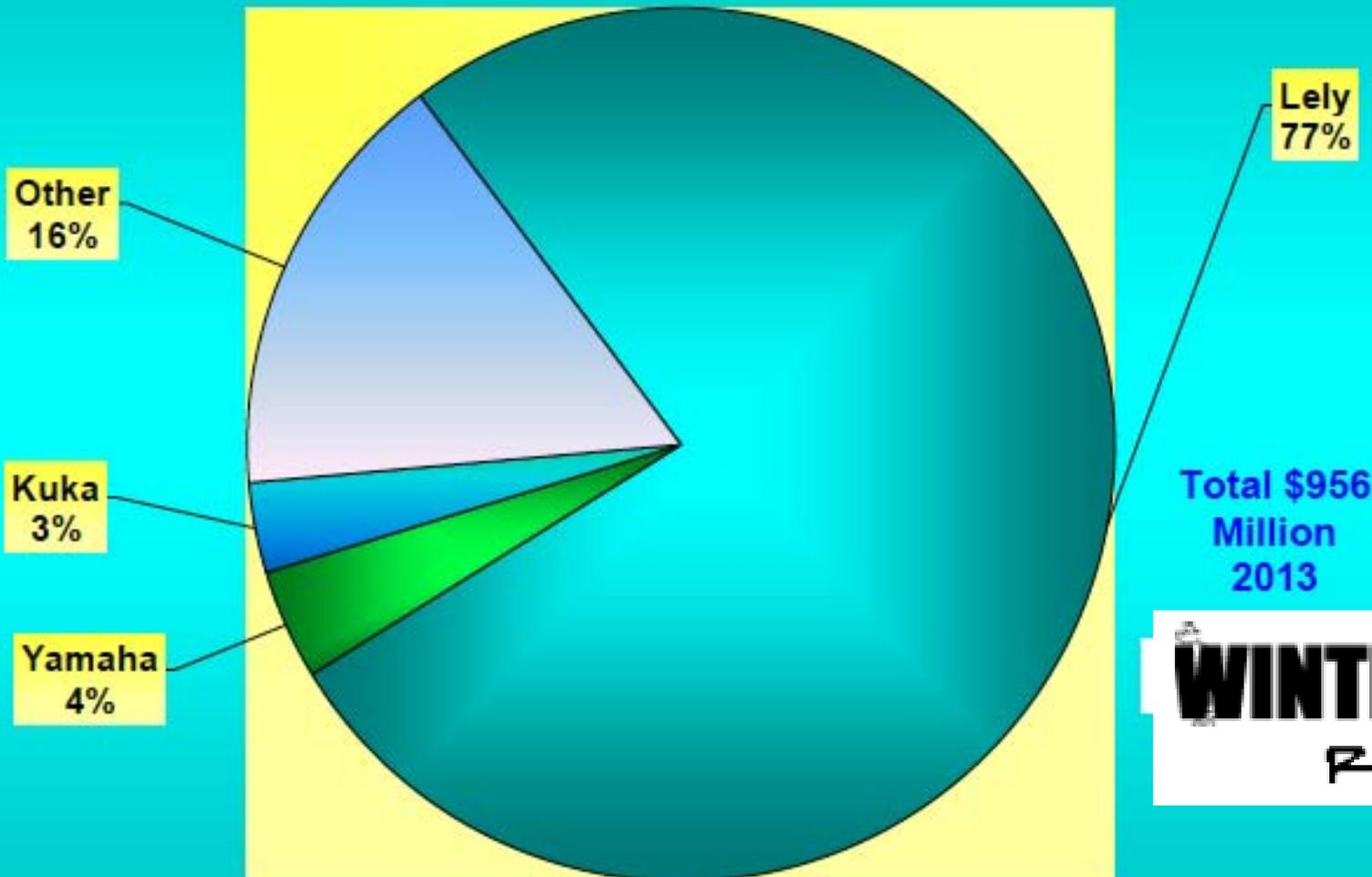




Mercado de robots agrícolas



Agricultural Robot Market Shares, Dollars, Worldwide, 2013



WINTERGREEN
RESEARCH



Mercado de robots agrícolas



Types of robots		Sales In 2009 No. of units	Sales In 2010 No. of units	Sales In 2009 \$1,000	Sales In 2010 \$1,000	Forecast 2011-2014 No. of units	Forecast 2011-2014 \$million
Section II	Professional service robots						
17-23	Field robotics	4,013	4,198	708,062	743,975	27,705	4,854
17	- Agriculture	1	1			1,700	
18	- Miking robots	3,950	4,100			25,500	
19	- Other robots of livestock farming	59	971			500	
20	- Forestry and silviculture					1,700	
21	- Mining robots					1,700	
22	- Space robots	3				5	
23	- Others						



Robots según sector	Definiciones	A 31/12/09	Altas 2010	Bajas > 12 años	TOTAL ACTUAL
A Agricultura	Agricultura, ganadería, caza y servicios relacionados, la silvicultura y la explotación forestal, la pesca y la acuicultura	6	2	0	8

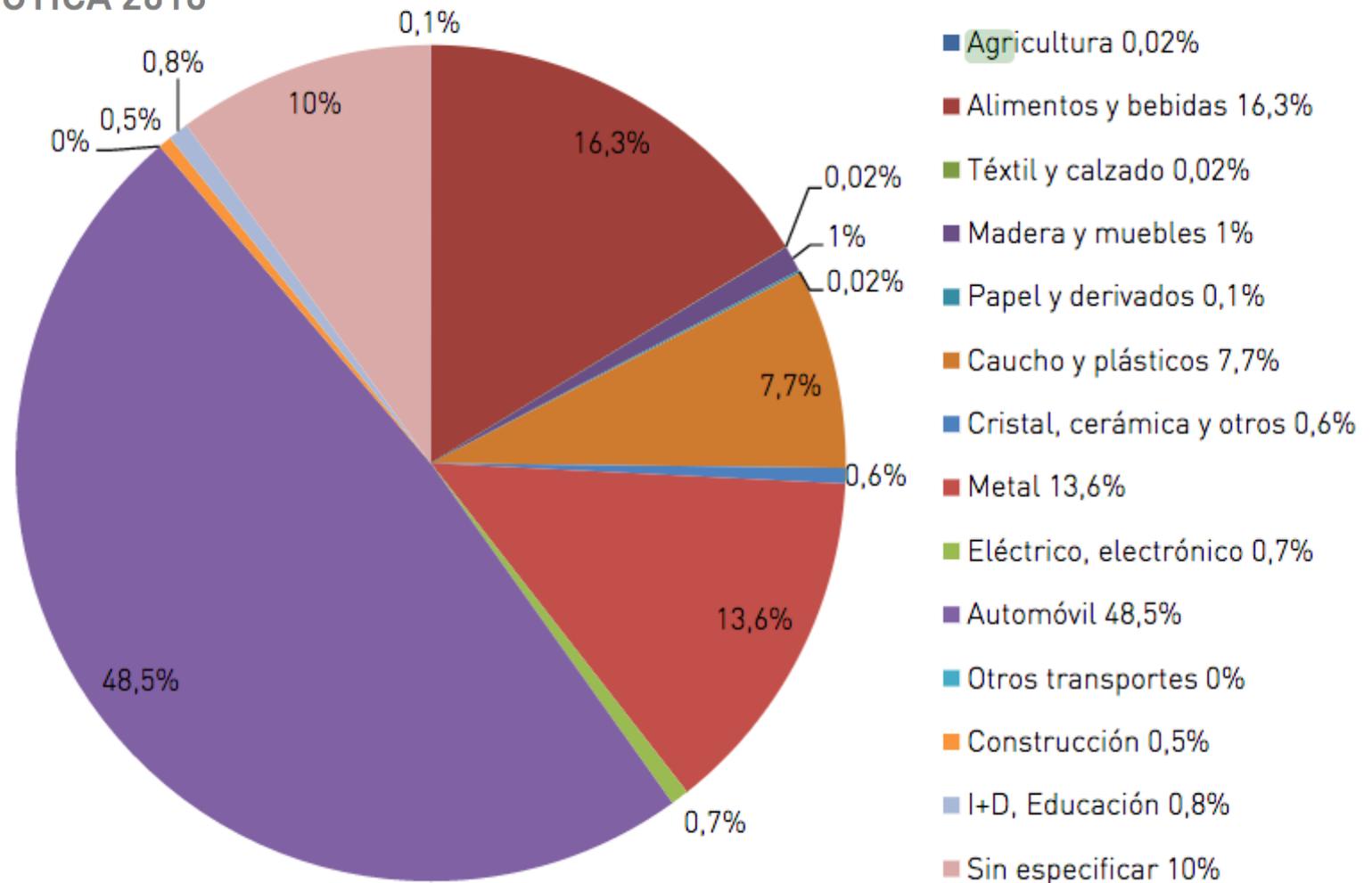


Mercado de robots agrícolas



ESTUDIO SOBRE

ESTADÍSTICAS DE ROBÓTICA 2016



Informes de análisis

JRC Scientific and Technical Reports

A Helping Hand for Europe: The Competitive Outlook for the EU Robotics Industry

Authors: Simon Forge and Colin Blackman
Editors: Marc Bogdanowicz and Paul Desruelle

EUR 24809

May 21, 2009

A Roadmap for US Robotics From Internet to Robotics

Organized by

- Georgia Institute of Technology
- University of Southern California
- Johns Hopkins University
- University of Pennsylvania
- University of California, Berkeley
- Rensselaer Polytechnic Institute
- University of Massachusetts, Amherst
- University of Utah
- Carnegie Mellon University
- Tech Collaborative

Sponsored by

Libro Blanco de la Robótica

De la investigación
al desarrollo
tecnológico
y futuras
aplicaciones

Key Area 1 on "Research Coordination" – KA1

Co-chairs: Prof. Paolo Dario, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy
Prof. Rudiger Dillman, Universität Karlsruhe (TH), Germany
Prof. Henrik I Christensen, Royal Institute of Technology, Sweden

EURON Research Roadmaps

Contributors (in alphabetical order):

- Carlos Balaguer, University Carlos III of Madrid, Spain
- Alicia Casals, Universitat Polytechnica de Catalunya, Spain
- Raja Chatila, LAAS, Toulouse, France
- Thomas Christaller, Fraunhofer AIS, Sankt Augustin, Germany
- Ian.S. Dai, King's College, London
- Paolo Fiorini, University of Verona, Italy
- Marin Haegeler, IPA, Germany
- Gerd Hirzinger, DLR, Munich, Germany
- Alois Knoll, University of Bielefeld, Germany
- Christian Laugier, INRIA, France
- Claudio Melchiorri, University of Bologna, Italy
- Rezia Molfino, University of Genova, Italy
- Anibal Ollero, University of Seville, Spain
- Erwin Prassler, FAW, Germany
- José Santos-Victor, Institute for Systems and Robotics (ISR), Lisbon, Portugal
- Pedro Sanz Valero, University Jaume I, Castellon, Spain
- Klaus Schilling, University of Applied Sciences Ravensburg-Weingarten, Germany
- Roland Siegwart, EPFL, Lausanne, Switzerland
- Jianwei Zhang, University of Bielefeld, Germany

Date: 23 April 2004



Informes de análisis



WINTERGREEN
RESEARCH

WinterGreen Research, INC.

Agricultural Robots: Market Shares, Strategies, and Forecasts, Worldwide, 2014 to 2020

Mountains of Opportunity



Picture by Susan Eastie

REPORT # SH25851953

430 PAGES

236 TABLES AND FIGURES

2014

\$3,900 SINGLE COPY -- \$7,800 WEB SITE POSTING

WINTERGREEN
RESEARCH

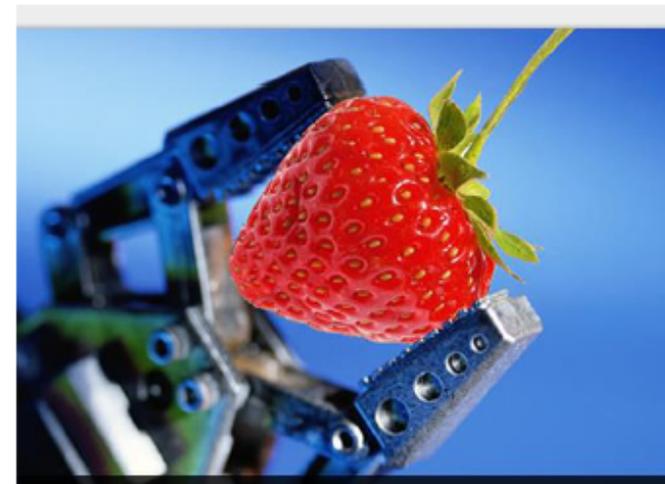
Agricultural Robots Executive Summary

Agricultural Robots Executive Summary

Agricultural Robot Market Driving Forces

FIGURE ES-1

AGROBOT STRAWBERRY PICKER



Source: Agrobot.

COPYRIGHT 2014, WINTERGREEN RESEARCH, INC.

www.wintergreenresearch.com

Telephone 781-863-5078

Lexington, Massachusetts

ES-1

www.wintergreenresearch.com/blog

Email: info@wintergreenresearch.com

WINTERGREEN
RESEARCH



Análisis de viabilidad



Viabilidad

Técnica

Económica

Social



Por su importancia económica en la zona se seleccionaron los cultivos del tomate y pimiento



Se analizan dos tipos de actividades:
Pulverización y Recolección



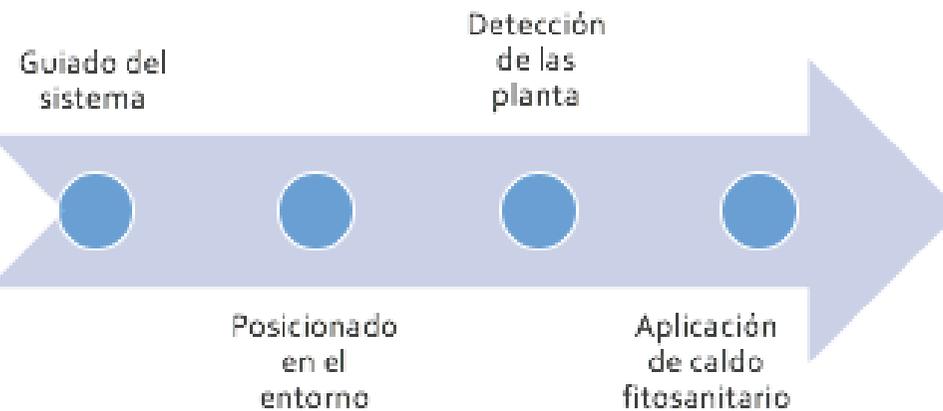
Viabilidad técnica



Factores de diseño

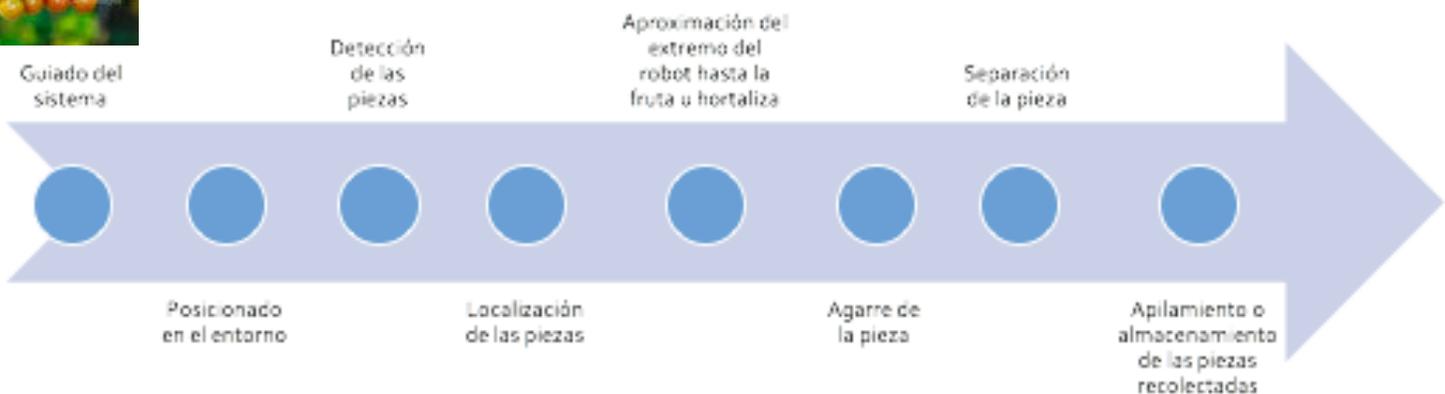
Estos sistemas son una combinación de robots móviles, con sistemas automáticos de pulverización.

El vehículo móvil debe ser capaz de navegar en un entorno estructurados con obstáculos desconocidos específicos para invernadero. Los sistemas de control empotrados, con hardware específico, deben permitir cumplir las restricciones de velocidad y movilidad con bajo costo.



Los robots recolectores suelen ser de tipo híbrido, es decir, brazos manipuladores embarcados en plataformas o robots móviles.

En la operación de recolección de frutos hay que realizar dos acciones: atrapar y separarlos de la planta, por lo que el diseño del elemento terminal es fundamental.





Viabilidad técnica



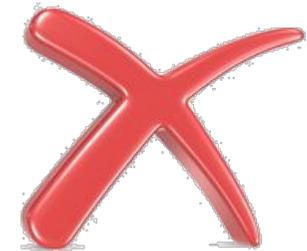
Pulverización



Aspectos a considerar:

El guiado del sistema, el reconocimiento del entorno, generación de un mapa del entorno y localización del robot en el mismo, Posicionado del entorno, detección de las plantas, y aplicación del caldo fitosanitario en el que es muy importante coordinar la relación velocidad de desplazamiento/velocidad de pulverización

Recolección



Aspectos a considerar:

Guiado del sistema móvil hasta la cercanía de la planta, Localización del robot en el entorno, detección de los frutos, **localización precisa de los frutos**, aproximación del extremo del robot hasta la fruta u hortaliza, **agarre de la pieza**, **separación de la pieza**, **apilamiento o almacenamiento de las piezas recolectadas**



Viabilidad económica



Aspectos a considerar:

- Los costes considerados en las operaciones tradicionales están basados en datos medios contabilizados por campaña para toda la producción hortícola bajo invernadero
- Para determinar el coste de usos de los robots se ha empleado el método de estimación de costes de máquinas agrícolas de la *American Society of Agricultural and Biological Engineers* (ASABE Standard EP 496.3. 2014)
- Relación costes de inversión/ganancia (TIR, VAN, Periodo retorno)



	Pistola Pul.	Robot Pulv. ²
Coste medio fitosanitario (€/tratamiento)	150	90
Vida útil (años) ³	10	12
Nº operarios	2	1
Sueldo (€/h) ¹	7,03	7,03
Tiempo empleado (h/ha)	6,54	1,26
Valor inicial del equipo (€)	2000	35000



¹ Convenio Colectivo Provincial de Trabajo en el Campo para los años 2012-2015

² Utiliza barras que reducen el volumen de aplicación aprox. un 40%

³ ASABE Standard EP 496.3. 2014

	Robot Recolector
Vida útil (h) ¹	12000
Localización de piezas (%) ²	85
Porcentaje recolección (%) ²	66
Tiempo de ciclo (s) ²	33
	35000

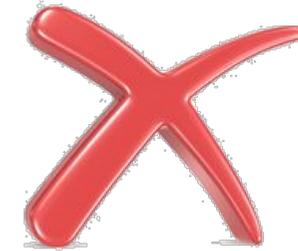


¹ ASABE Standard EP 496.3. 2014

² Bec et al. (2014)

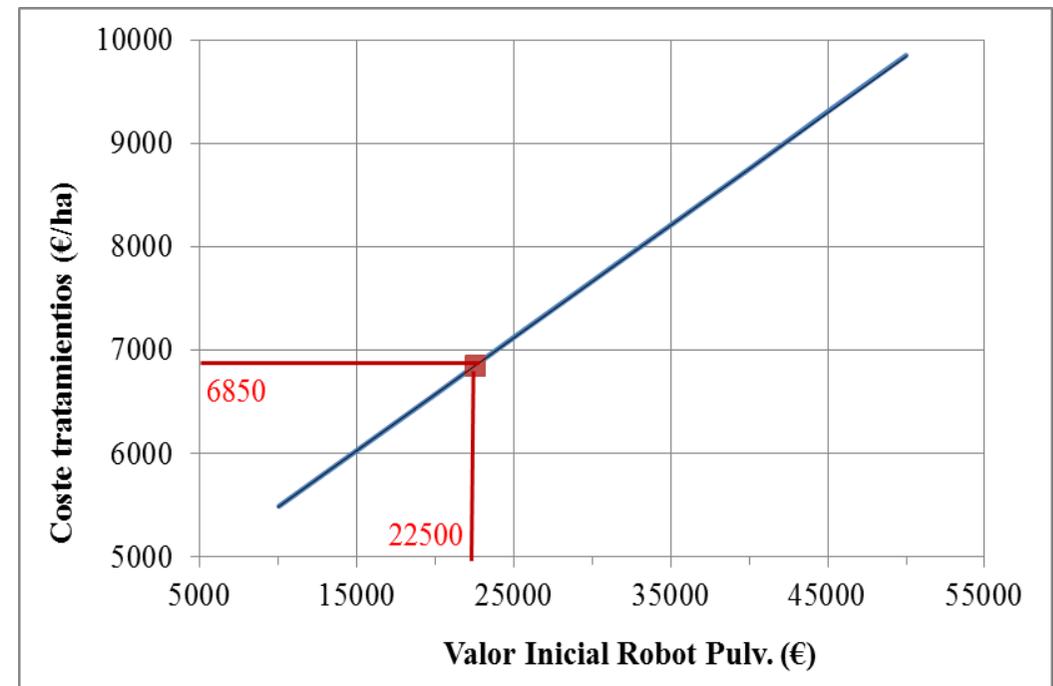
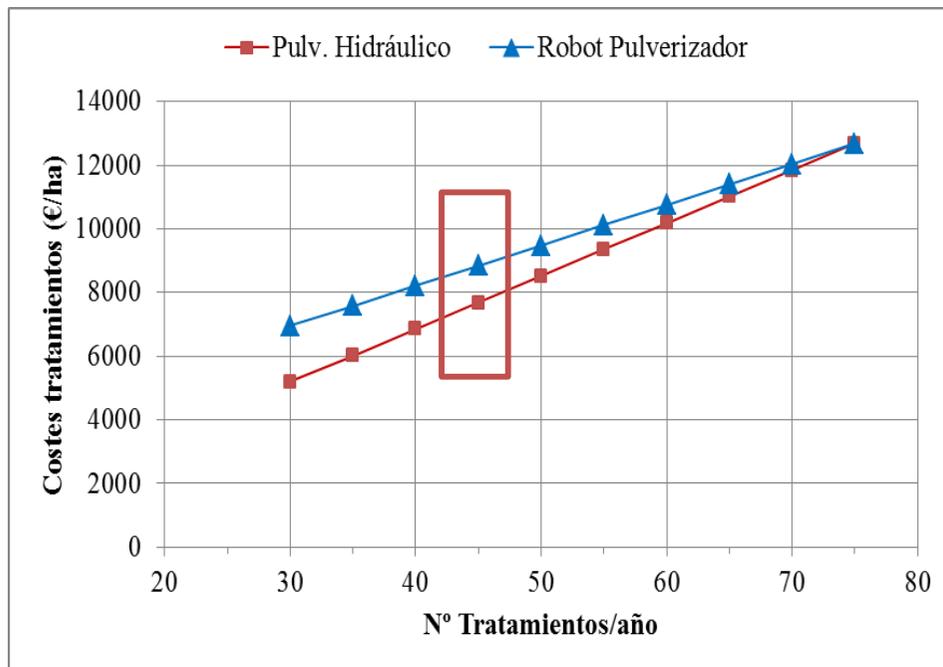
Viabilidad económica

Pulverización



Aspectos a considerar:

Número de tratamientos que se hace un año, costes asociados a cada tratamiento, calculo del coste del robot pulverizador

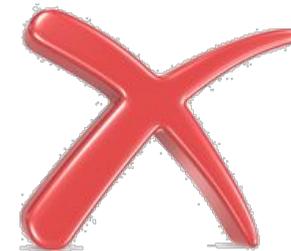




Viabilidad económica



Recolección



Aspectos a considerar:

Rendimiento medio por hectárea (13 Kg/ha, 77 frutos/m²), tiempo de localización de frutos, tiempo de separación de frutos, tipos de recolección, número de robots

Método de recolección	Robot recolector		Recolección
	1 robot	4 robots	Tradicional
Nº de frutos/ha ¹	770000		
Capacidad de trabajo robot recolector (frutos/ha)	109		--
Duración recolección (h)	6000	1500	--
Duración recolección ³ (meses)	25	6.25	7
Coste horario (€/h) ²	--	56	--
Coste (€/ha)	--	84000	7500

¹ Sánchez-González et al., 2016

² ASABE Standard EP 496.3. 2014. El coste horario de un solo robot es 14 €/h

³ Considerando jornadas de 8 h/día

Gasto 11 veces mayor que la tradicional con una pérdida de cosecha de un 33%

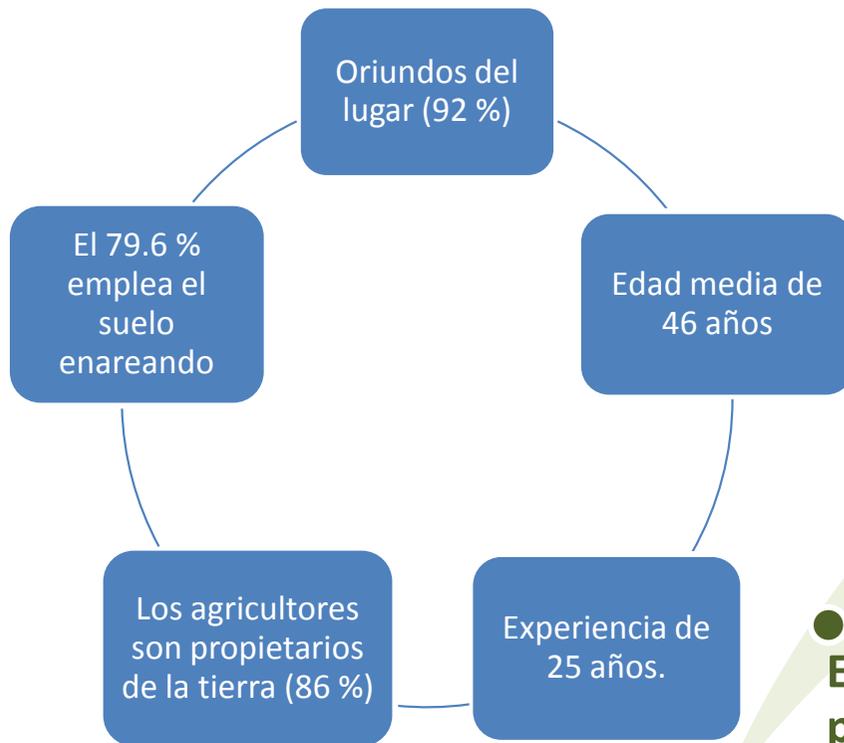
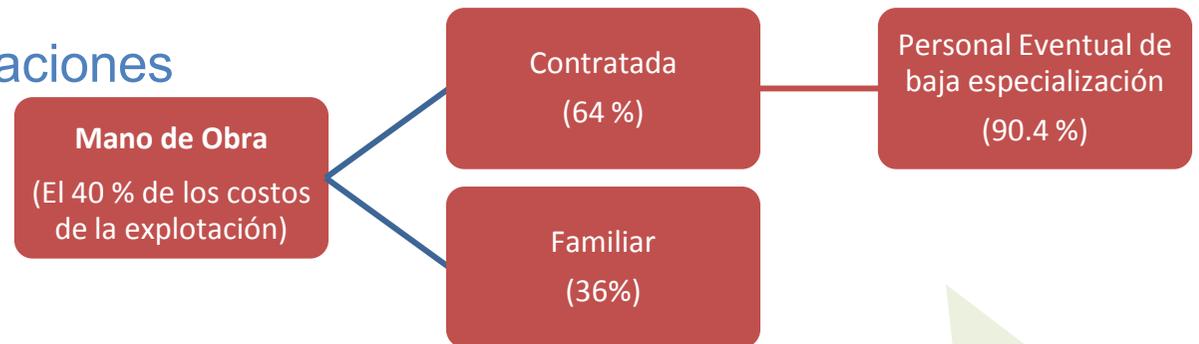


Viabilidad social



Aspectos a considerar:

- Agricultor promedio de las explotaciones
- Nivel de uso de la tecnología
- Mano de obra empleada
- Riesgos para la salud



Aparición de nuevos equipos y tecnologías para aplicación de fitosanitarios

Poco uso de tractores por las limitantes de pasillos angostos.

El 81 % de los agricultores dispone de programadores de riego automáticos para controlar la fertirrigación

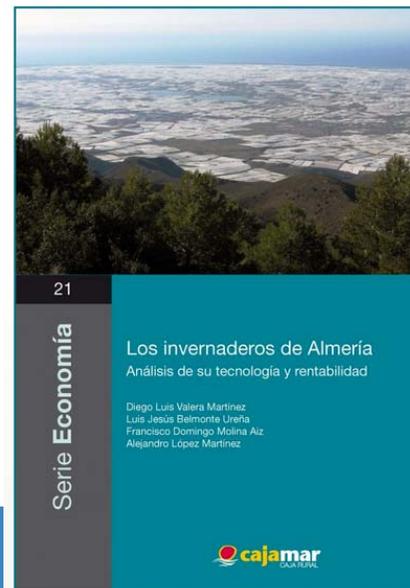


Viabilidad social



Conclusiones

- Tendencia de los agricultores al uso de la tecnología y otros avances tecnológicos
- Perfil promedio de la segunda generación de agricultor es de 46 años, 25 años produciendo, un porcentaje alto con titulaciones de grado medio (ITA)
- Tareas peligrosas demostrada con riesgos para la salud como la pulverización de productos fitosanitarios
- Tarea de recolección tediosa, repetitiva y con coste alto





Conclusiones



- La agricultura presenta retos y oportunidades emocionantes para el desarrollo de sistemas robotizados
- Desde un punto de vista tecnológico, los principales problemas son:
 - El reconocimiento de las frutas y verduras (en general con las condiciones cambiantes de luz y con una gran variedad de diferentes propiedades físicas),
 - La velocidad de operación del robot (en general mucho más bajo que el ser humano operario de velocidad)
 - El almacenamiento de los productos
- Desde un punto de vista económico, no está claro el uso de robots ya que la inversión inicial es elevada y en algunas zonas los rendimientos del cultivo son bajos.



Conclusiones



- La robotización de las tareas agrícolas es beneficioso tanto para la salud del ser humano como para la optimización de tiempo y de recursos, mejorando la calidad de los productos finales
- Sería conveniente que las plantaciones, fincas o invernaderos se adapten al uso de robots, así como las formas de cultivo.
- Se han obtenido unos resultados satisfactorios de los prototipos planteados.
- Existen pocos sistemas robotizados comerciales
- La mayoría de las propuestas provienen de países asiáticos como Japón y Corea del seguido por los desarrollos europeos



Empresas





Ideas



AGRO MAPPING

- CANTIDAD DE FRUTA (UNIDADES, TONELADAS)
- DISPERSIÓN DE CALIBRES
- DISTRIBUCIÓN DE COLOR
- CALIDAD DE LA FRUTA
- MAPAS DE VARIABILIDAD ESPACIAL DEL PREDIO, ENTRE OTROS.

YA NO DEBERÁ ESPERAR A LA COSECHA PARA SABER CUANTA FRUTA TIENE O EN CUANTO SE EQUIVOCÓ EN LA ESTIMACIÓN.

DESARROLLADO POR:





Ideas



DJI Introduces Company's First Agriculture Drone





Ideas



Servicio Periférico de I+D basado en
DRONES
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Máster en Drones - RPAS por la Universidad de Almería

Consigue las atribuciones profesionales como
piloto - operador de drones en España



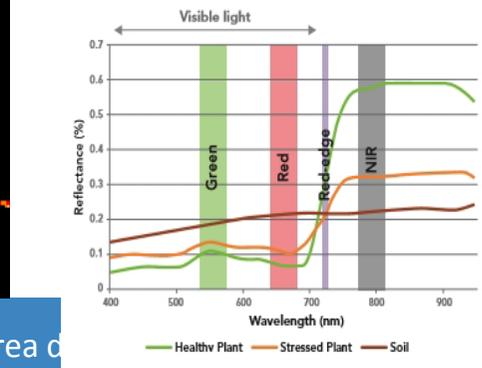
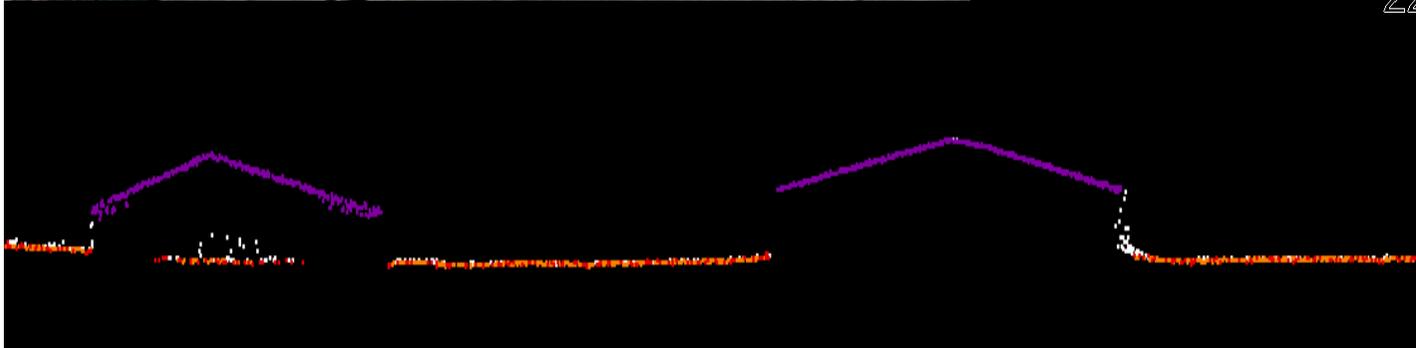
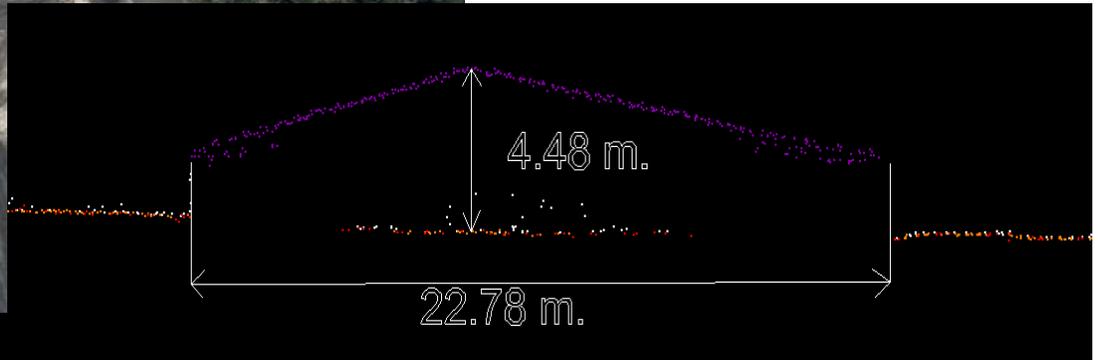
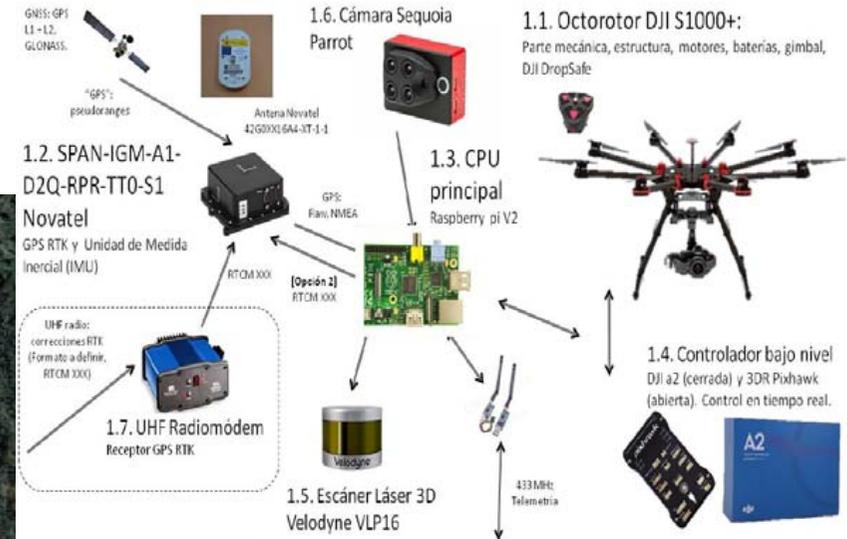
Ideas



3D-Labs

Universidad de Almería

Sistema 1: RPAS (Vista de subsistemas)





Ideas



Flotas de robots para una agricultura eficaz

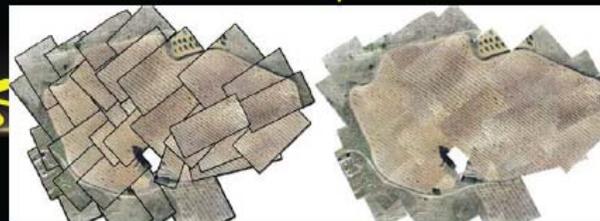
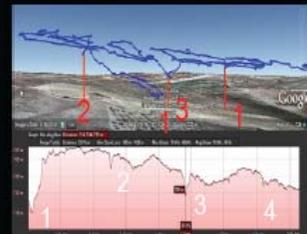
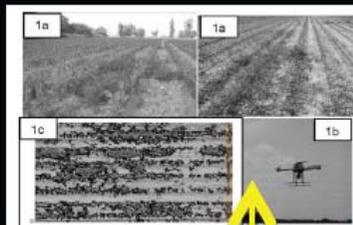
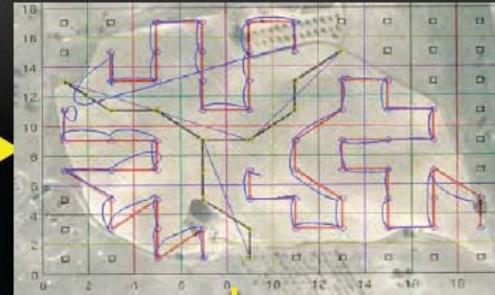


LA MISIÓN DE LOS UAV

1. Despliegue de UAV cerca de la zona objetivo
2. Introducción de objetivos a través del planificador de misión



3. El planificador de la misión calcula las trayectorias y las muestra al operador.
4. El operador valida la misión o itera en el paso 2



5. Los UAV ejecutan el plan de vuelo
6. Se recompone el mapa para identificar y localizar la maleza



Ideas

東京農業大学
TOKYO UNIVERSITY OF AGRICULTURE



"EL FUTURO DE LA ROBÓTICA: LEGISLACIÓN EUROPEA, TECNOLOGÍA Y ARTES"



La oportunidad de utilizar
robots en agricultura

Robots

*create
jobs!*

28 de mayo de 2017