



Internet de las Cosas y los sistemas de producción agropecuarios: oportunidades para la academia y la industria.

Grupo de Investigación en Redes de Telecomunicaciones Dinámicas y Lenguajes de Programación Distribuidos.

www.tlon.unal.edu.co

**Primer Simposio de Ingenierías y Biotecnología:
Tecnologías aplicadas al sector agropecuario**

Noviembre 10 y 11 de 2016

Valledupar - Cesar



Agenda



1. Motivación
2. Contexto general de Internet de las cosas (IoT).
3. Ingeniería de procesos agropecuarios.
4. Modelo de madurez del uso de IoT
5. Propuesta para el fomento del uso de IoT en los procesos agropecuarios y biosistemas.
6. Conclusiones





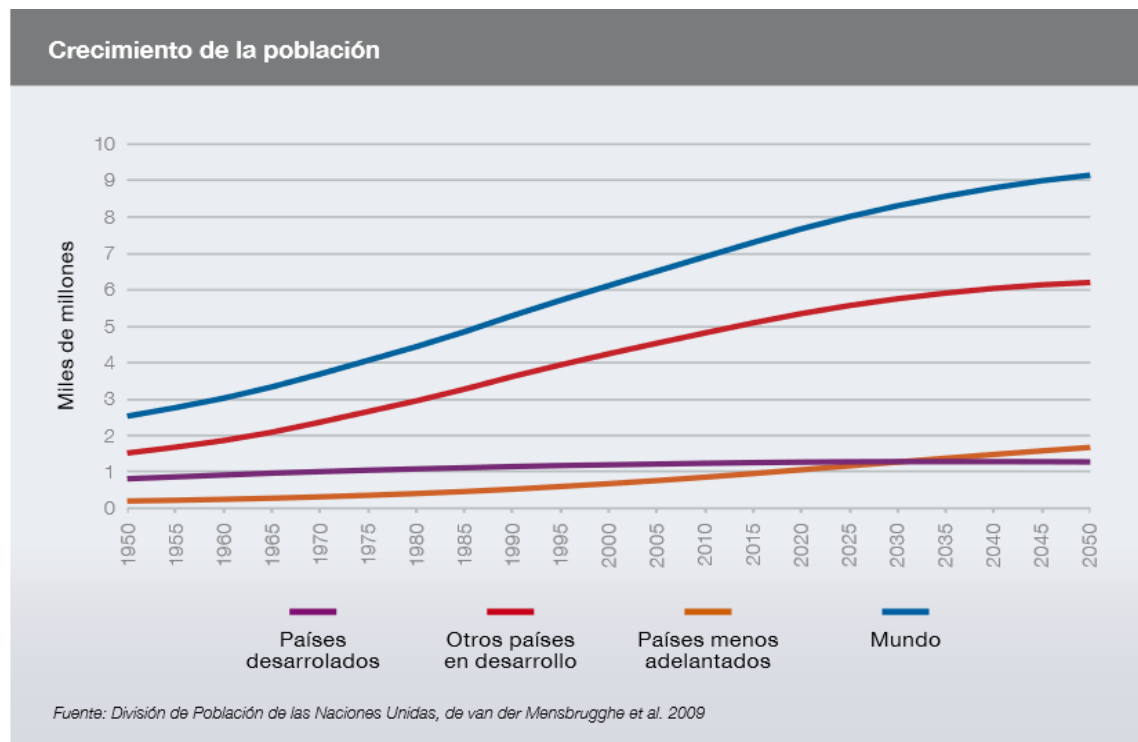
1. Motivación



Población mundial y alimentos



La FAO (*Food and Agricultural Organization*) de las Naciones Unidas proyecta que para el año 2025 la población del planeta alcanzará 8 billones de personas y para 2050 será de 9.6 billones de personas.



La producción de alimento debería incrementarse para el 2050 en un 70%

<http://www.fao.org/3/a-i6030s.pdf>



Sector agrícola y tecnologías digitales



La producción de alimento debería incrementarse* para el 2050 en un 70%

Para lograr esa meta hay varios obstáculos:

1. Tierra cultivable limitada
2. Cambio climático
3. La necesidad creciente de agua potable
4. Precio y disponibilidad de la energía
5. La reducción de la población rural a la vez que se incrementa la población urbana

Ante esta situación, la FAO recomienda que el sector agrícola utilice herramientas y técnicas innovadoras, en especial tecnologías digitales.

*Mujica lamenta el desperdicio de comida mientras hay niños que mueren de hambre

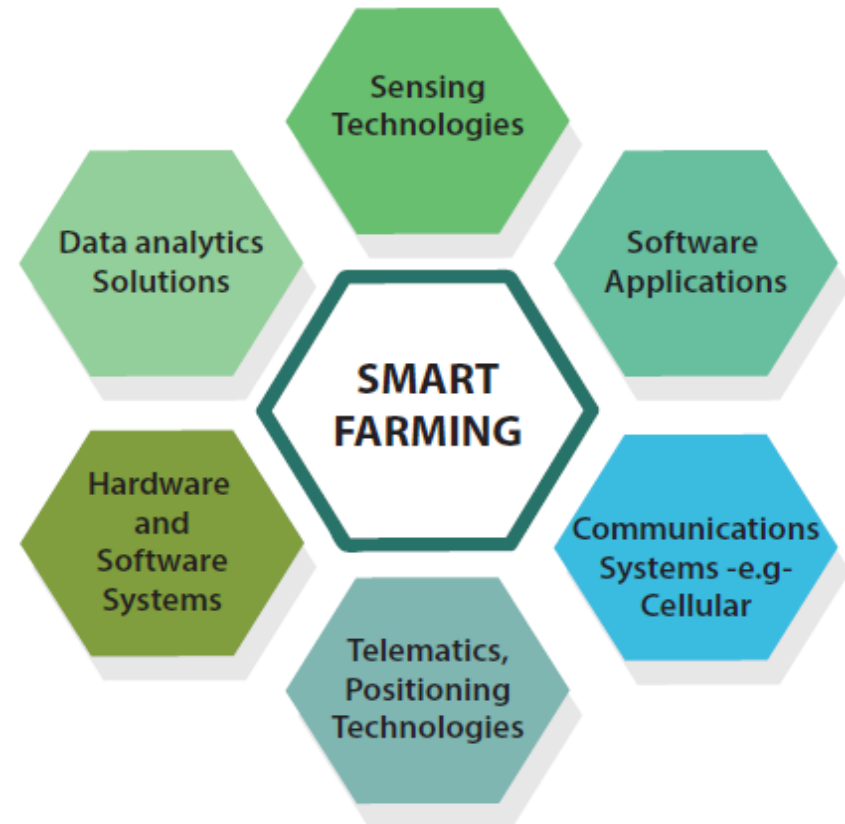
<http://www.eldinamo.cl/mundo/2014/09/21/jose-pepe-mujica-lamenta-el-desperdicio-de-comida-mientras-hay-ninos-que-mueren-de-hambre/>



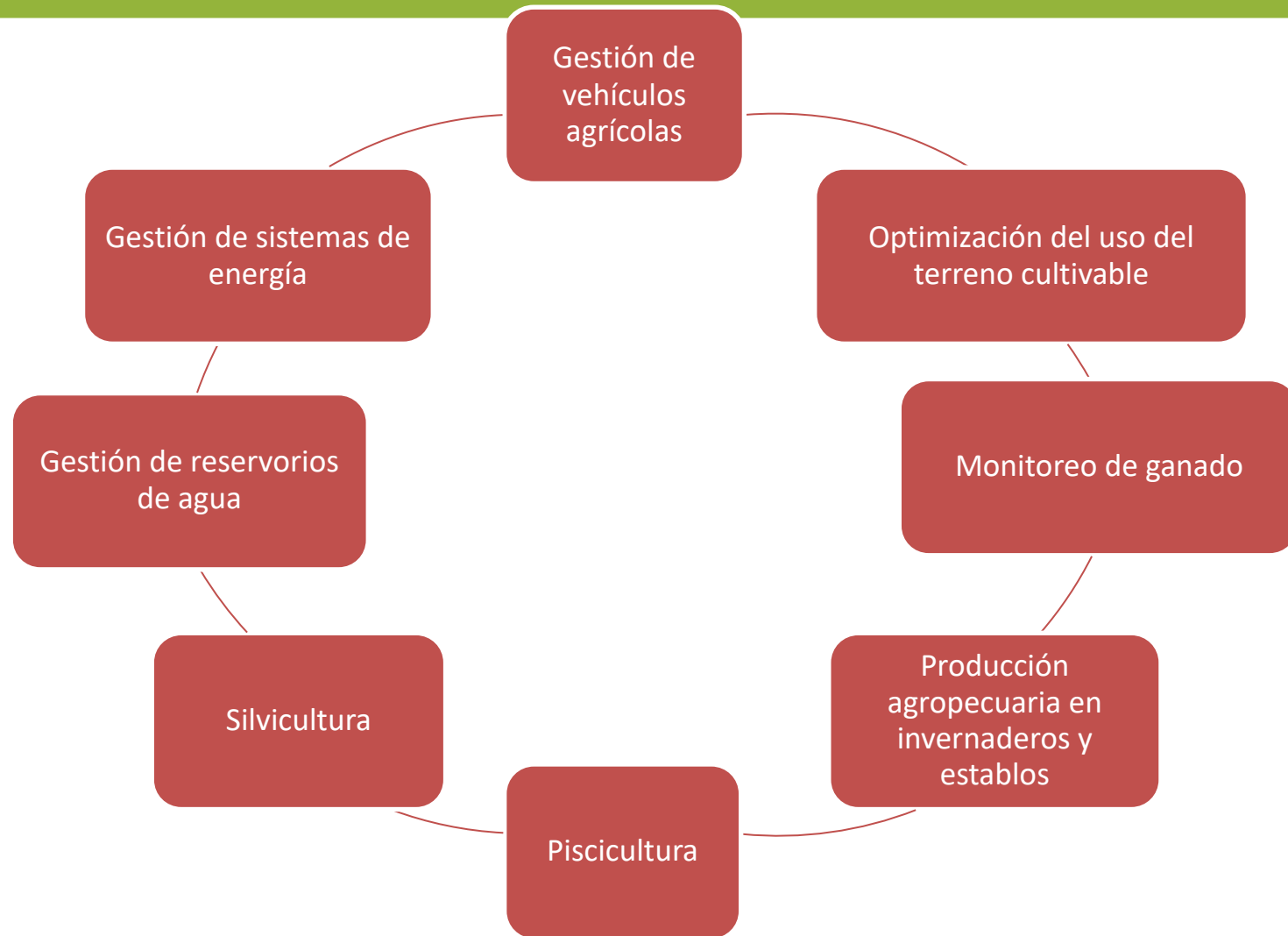
Agricultura de precisión (*Smart Farming*)



- La agricultura de precisión permite optimizar la producción por unidad de área de tierra cultivable en términos de calidad, cantidad y retorno financiero al utilizar de forma sostenible medios innovadores.
- La agricultura de precisión utiliza tecnologías como servicios GPS, uso de sensores de parámetros físicos, bio-sensores y sistemas big-data en la nube.



Áreas de Aplicación



No podemos olvidar la curva de adopción de un producto



<https://www.linkedin.com/pulse/chasm-the-diffusion-model-siva-raman>





1. Contexto general de Internet de las Cosas (IoT)



IoT en pocas palabras



- Internet de las cosas (IoT) se refiere a la red de objetos físicos que combinan conexión a Internet, electrónica, software y sensores para permitir el intercambio de datos con otros usuarios de la red (objetos o sujetos).
- Internet de las Cosas no se conjuga en futuro, se conjuga en presente, pues Internet de las cosas está aquí, está ahora.
 - En 2015 se estimó 14 billones de unidades y se espera 26 billones de dispositivos para el 2020.

"Every. Thing. Connected. A study of the adoption of 'Internet of Things' among Danish companies." © Ericsson Inc. July 2015



IoT en pocas palabras



- La inmensa cantidad de dispositivos no solo afectará las empresas, también afectará la sociedad: los objetos (las cosas) interactuarán sin participación de los humanos y sin mayores problemas.
- Gartner estimó que en 2014 en IoT se alcanzó a mover US\$3.8 Trillones y para el 2020 moverá más de US\$7 Trillones.
- Sin embargo, las empresas en el mundo apenas están ingresando en este viaje. Un viaje con múltiples escalas.





3. Ingeniería de procesos agropecuarios y biosistemas.



Áreas de interés de la ingeniería agropecuaria



- Maquinaria, equipo y estructuras agrícolas
- Sistemas de control ambiental, enfriamiento y ventilación
- Conservación de energía
- Cultivos, labranza y prácticas de irrigación
- Conservación de suelos y agua
- Producción y cuidados de animales
- Producción y utilización de bio-combustibles
- Procesamiento, manejo y almacenamiento de productos agrícolas para post-cosecha
- Tecnologías de agricultura de precisión, sistemas de visión de máquinas, posicionamiento global (GPS)
- Gestión y operación de empresas agrícolas
- Gestión de riesgos, seguridad y ergonomía en empresas agrícolas



CIGR: Commission Internationale du Génie Rural



- La Comisión Internacional en Ingeniería Agropecuaria (CIGR) es una organización internacional, no gubernamental, sin ánimo de lucro conformada por una red de sociedades profesionales regionales y nacionales de ingeniería agropecuaria al igual que compañías privadas y públicas junto con individuos en todo el mundo.
- La CIGR fue creada por una asamblea constituyente durante el primer congreso internacional de ingeniería agropecuaria realizado en Liege, Bélgica en 1930.
 - <http://www.cigr.org/>



CIGR: Commission Internationale du Génie Rural



- Los principales objetivos de la CIGR son:
 - Estimular el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el campo de la ingeniería agropecuaria.
 - Estimular la educación, entrenamiento y movilidad de profesionales jóvenes, fomentando la movilidad inter-regional.
 - Facilitar el intercambio de resultados de investigación y de tecnología.
 - Representar la profesión a nivel global.
 - Trabajar en la conformación de nuevas asociaciones, tanto nacionales y a nivel regional, y al fortalecimiento de las asociaciones existentes.
 - Realizar actividades que ayuden a desarrollar la ingeniería agropecuaria y ciencias afines.



Normatividad comité técnico

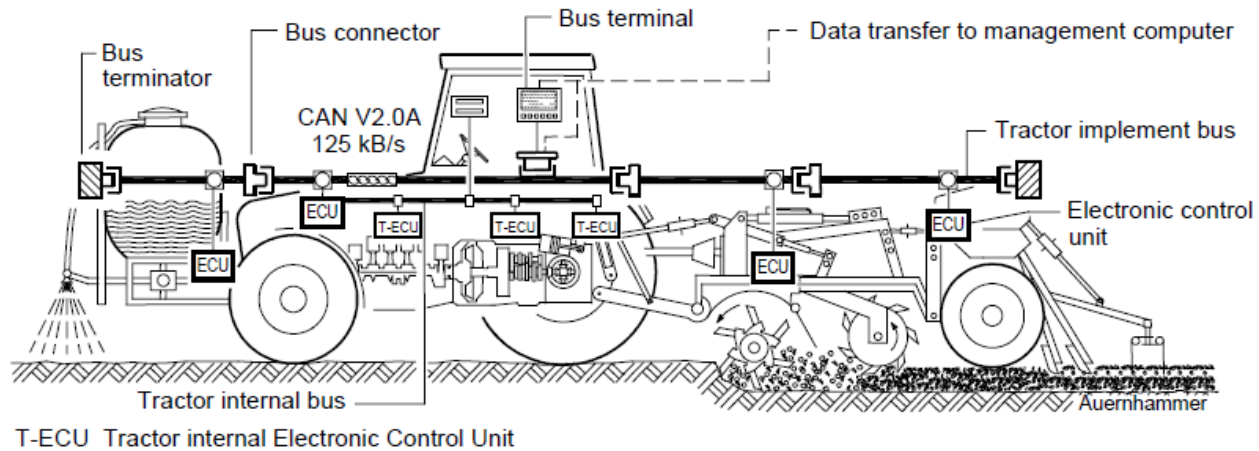
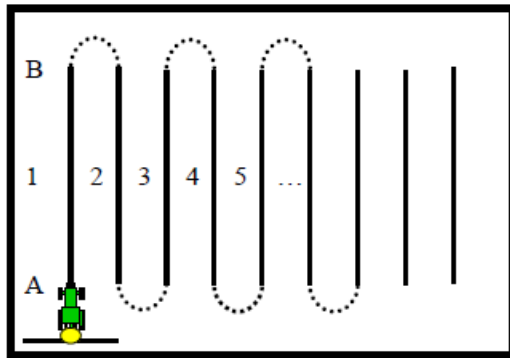
ISO/TC 23



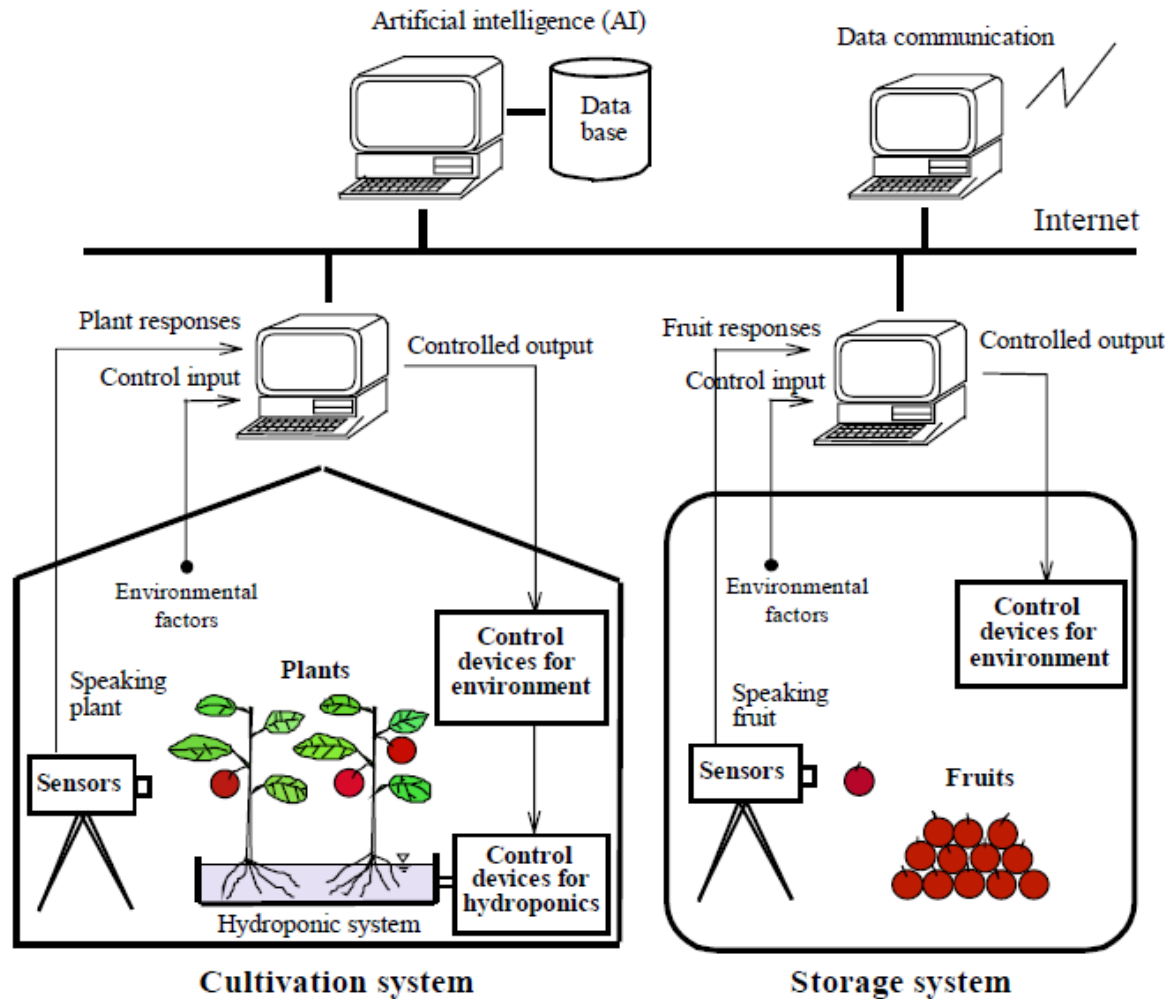
- Normatividad a cargo del comité ISO/TC 23:
Tractors and machinery for agriculture and forestry
 - Tiene a cargo la estandarización de tractores, máquinas, sistemas, implementos y equipamiento utilizado en agricultura y silvicultura, al igual que en jardinería, paisajismo, riego y otras áreas relacionadas en las cuales este tipo de equipamiento es utilizado, incluyendo aspectos eléctricos y electrónicos junto con la identificación electrónica de diferentes categorías de animales.



IoT y la Ingeniería Agropecuaria



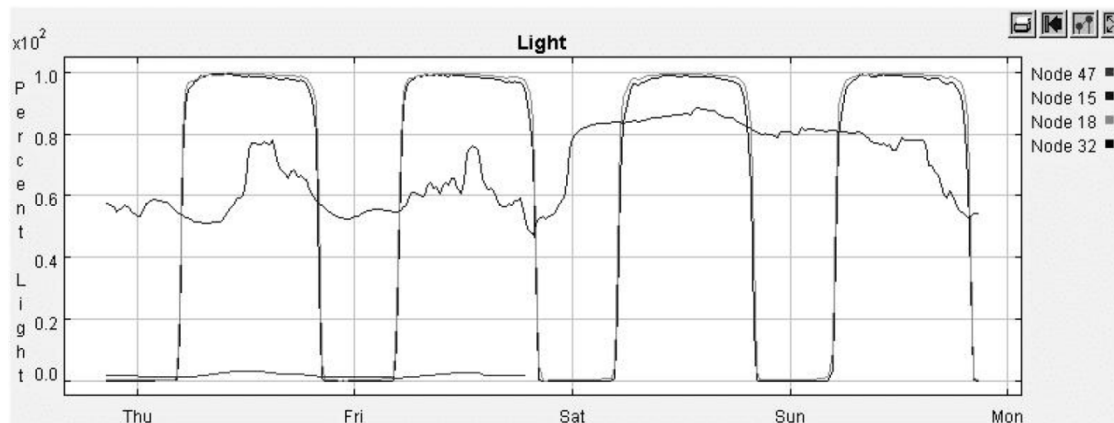
IoT y la Ingeniería Agropecuaria



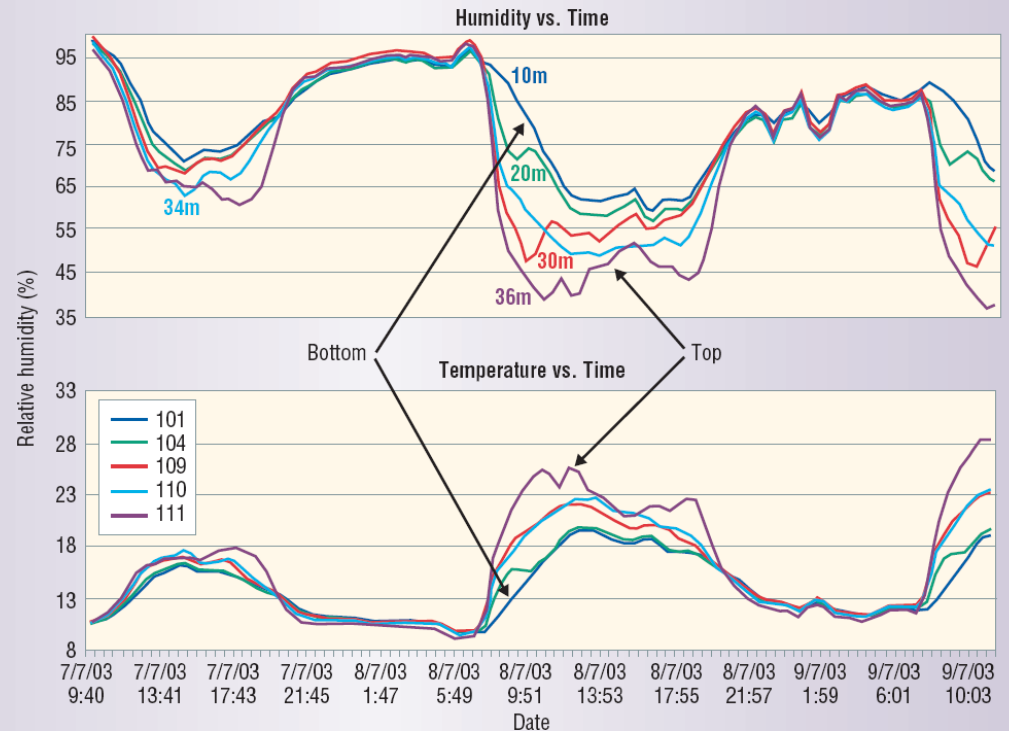
Monitoreo de Animales



1. Biólogos colocan sensores bajo la tierra en los nidos de los algunas aves marinas (storm petrel)
2. Usan soportes a 10cm de la superficie.
3. Los dispositivos registran datos sobre las aves.
4. Transmiten los datos a las estaciones de investigación.
5. Y desde allí, vía satélite, al laboratorio.



Monitoreo Ambiental (Secuoya)



- Presencia de microclimas en un árbol
- Es factible configurar el sistema.
- Redes de Sensores = ¿Nuevo microscopio?



Cerca Virtual (CSIRO Australia)



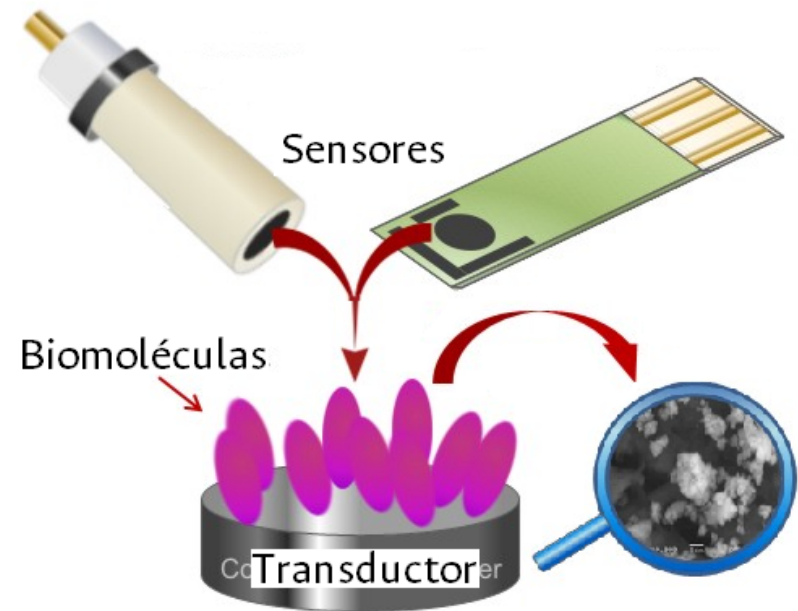
- Registra la posición de la cerca para el ganado.
- Cuando el animal se dirige hacia las coordenadas establecidas, el software envía, desde el collar, una señal que lo asusta y un sonido seguido de un pequeño choque eléctrico; indicando que esta en una cerca virtual.
- El software también mantiene a las manadas juntas cuando la posición de la cerca virtual cambia.



Biosensores



- Un biosensor está conformado por un material de biosensado y un transductor que puede ser utilizado para la detección de agentes biológicos y químicos.
- Los materiales de biosensado incluyen enzimas, anticuerpos, sondas de ácidos nucleicos, células, tejidos y organelos tienen la capacidad de reconocer selectivamente, analizar y transducir.



Biosensores



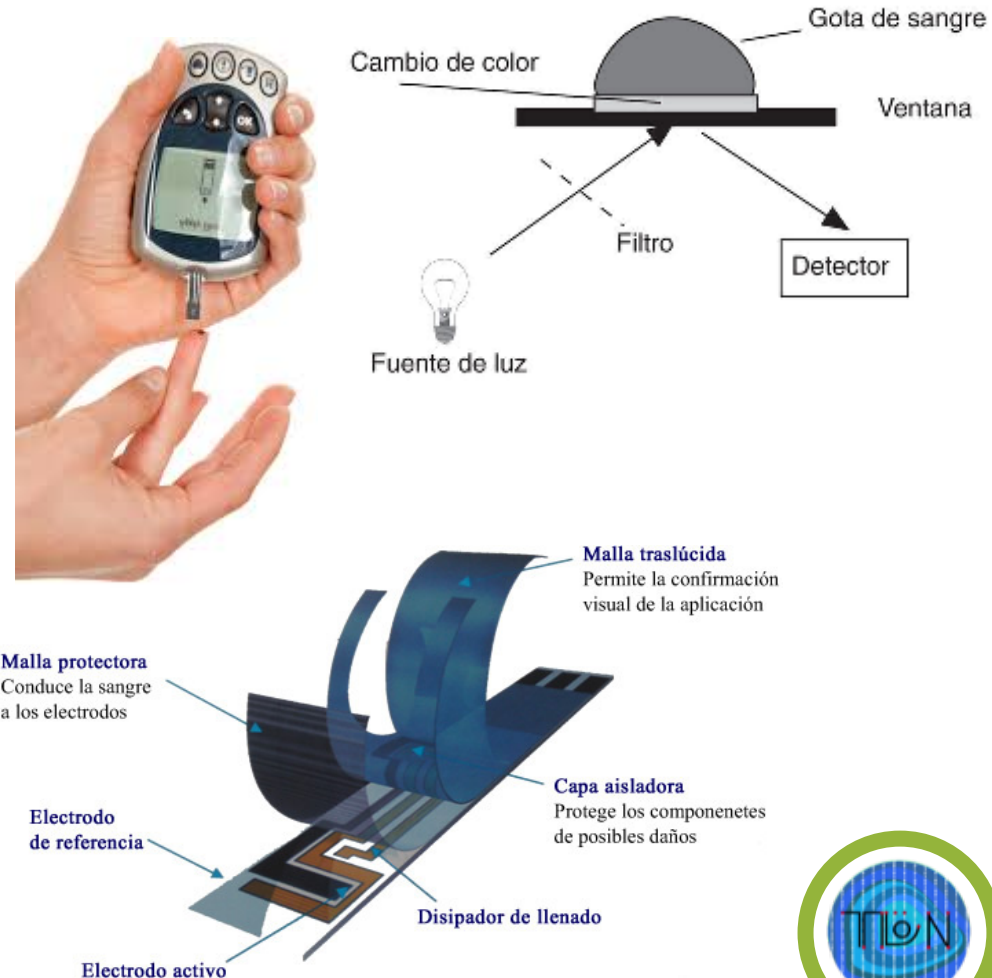
- Incluye dispositivos electromecánicos, ópticos, piezoeléctricos, térmicos y magnéticos que pueden monitorear cuantitativamente la reacción bioquímica.
- Los biosensores, integrados a nuevas tecnologías en biología molecular, microfluidos y nanomateriales, tienen aplicación en sistemas de producción agropecuaria, procesamiento de alimentos y monitoreo ambiental para detección de pesticidas, antibióticos, agentes patógenos, toxinas, proteínas, nutrientes, aromas, microbios, entre otros, de forma rápida, específica, a bajo costo, en sitio, en línea o en tiempo real en plantas, animales, alimentos, suelos, aire, agua y Sistemas de energía.



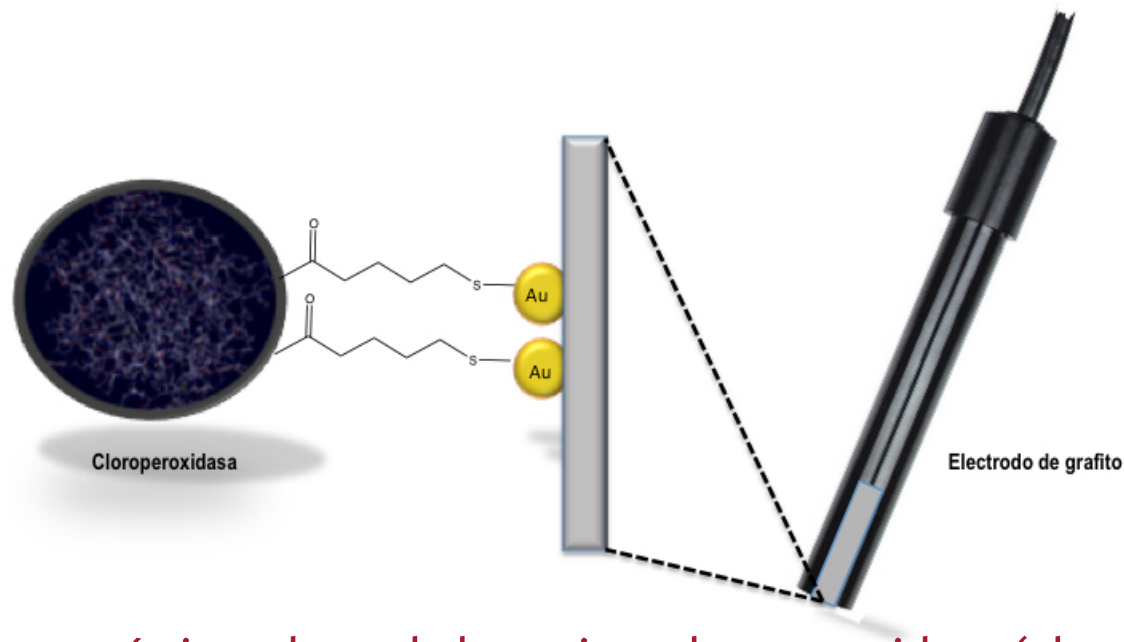
Ejemplo de biosensores



- **Glucómetro**
 - Instrumento que se utiliza para medir la concentración de glucosa en sangre.
- **El resultado se obtiene con**
 - **Fotometría de reflectancia** Cantidad de luz reflejada por la tira una vez que ha reaccionado con la sangre. Verifica el color que ha adoptado la sangre y presenta el valor correspondiente
 - **Procesos electroquímicos** Con base en la oxidación de la glucosa, se pasa una corriente eléctrica a través de la tira. La cantidad de corriente que pase será proporcional a la concentración de glucosa en la sangre



Ejemplo de biosensores



Biosensor electroquímico a base de la enzima cloroperoxidasa (elemento de reconocimiento). La enzima se une al transductor (electrodo de grafito) mediante una interfaz compuesta de ácido mercaptopentanoico y nanopartículas de oro. La interfaz puede unirse covalentemente a la enzima, por ejemplo por un enlace amida, entre el grupo amino de las lisinas superficiales de la enzima con el grupo carboxilo del ácido.

<http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art97/>

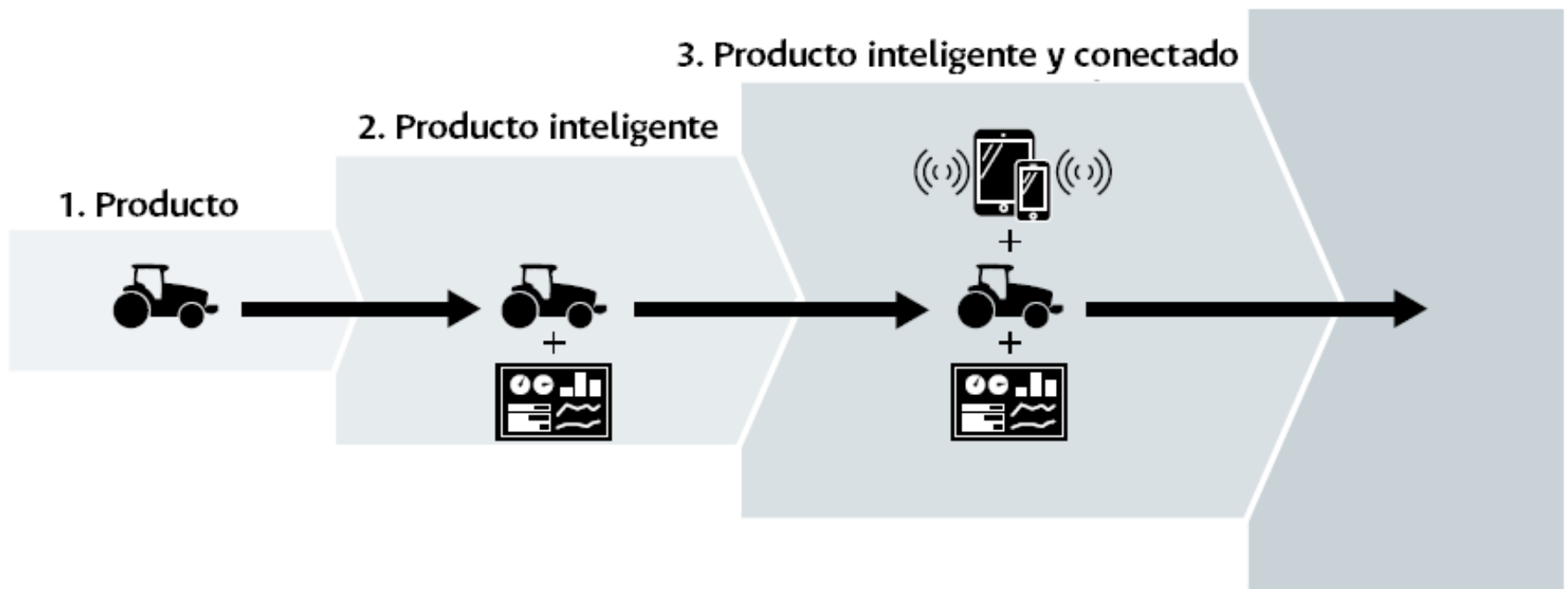




4. Modelo de madurez del uso de IoT



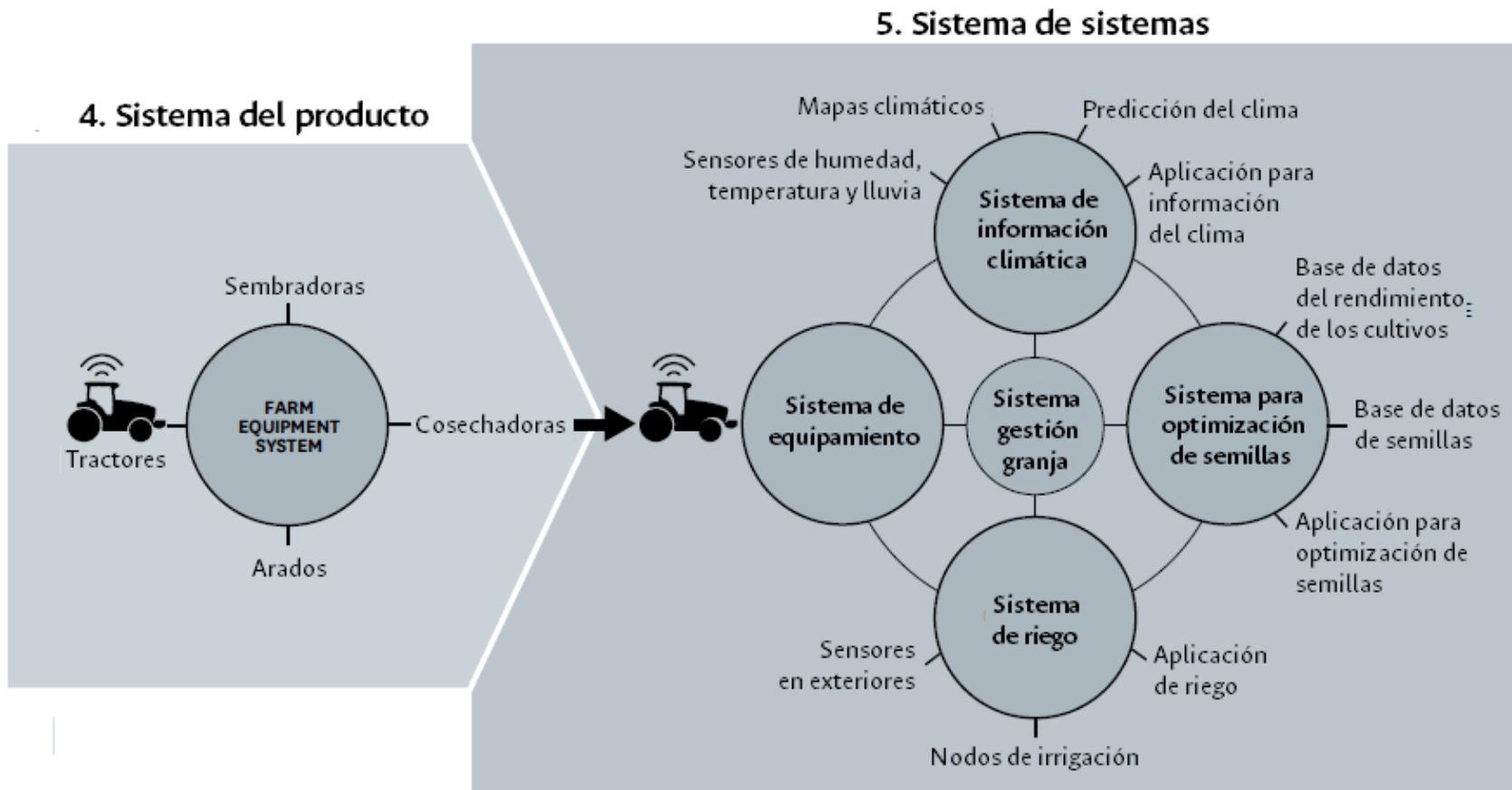
Redefiniendo la frontera de la industria



Porter & Heppelmann. “How Smart, Connected Products Are Transforming Competition.”
Harvard Business Review. Noviembre de 2014.



Redefiniendo la frontera de la industria



Porter & Heppelmann. “How Smart, Connected Products Are Transforming Competition.”
Harvard Business Review. Noviembre de 2014.



Modelo de madurez de apropiación de IoT



- La apropiación de IT puede modelarse como un proceso continuo de cinco pasos o niveles madurez.

Modelo de madurez de apropiación de IoT



Porter & Heppelmann. “How Smart, Connected Products Are Transforming Competition.”
Harvard Business Review. Noviembre de 2014.



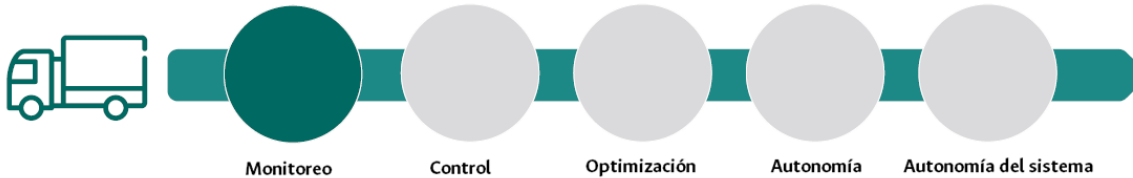
Apropiación de IoT en cuatro sectores en Dinamarca (2015)



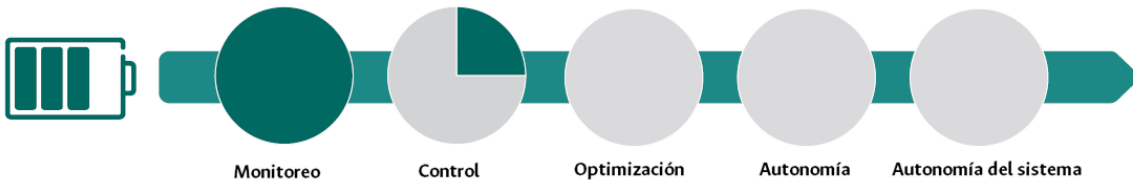
Modelo de apropiación IoT en el sector SALUD



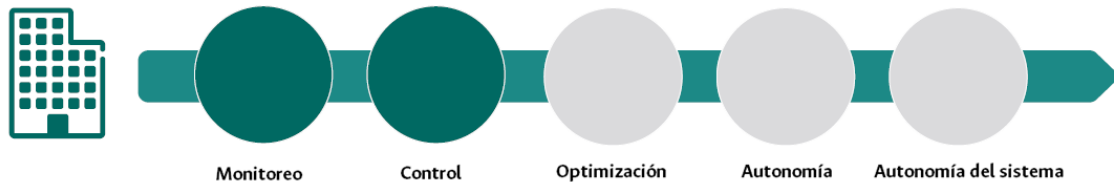
Modelo de apropiación IoT en Transporte



Modelo de apropiación IoT en el sector SERVICIOS PÚBLICOS



Modelo de apropiación IoT en el sector CONSTRUCCIÓN



"Every. Thing. Connected. A study of the adoption of 'Internet of Things' among Danish companies." Ericsson Inc. Julio 2015





5. Propuesta para el fomento del uso de IoT en los procesos agropecuarios y biosistemas.



Industria



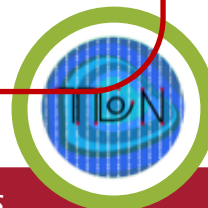
- Significado de la palabra Industria en la RAE.

- 1. f. Maña y destreza o artificio para hacer algo.
- 2. f. Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales.

INDIVIDUO - COMUNIDAD

- 3. f. Instalación destinada a la industria.
- 4. f. Suma o conjunto de las industrias de un mismo o de varios géneros, de todo un país o de parte de él. La industria algodonera. La industria agrícola. La industria española. La industria catalana.
- 5. f. Negocio o actividad económica. La industria del espectáculo, del turismo.

ESTADO - POLÍTICA



Fomento del uso de IoT en La industria agropecuaria (Top-down)



- Definir proyectos, liderados por entidades de gobierno y académicas, como minagricultura, minambiente, mintic, mineducación, gobernaciones, alcaldías, universidades, SENA –entre otros-, para fomentar la aplicación y uso de IoT a gran escala en el sector agropecuario y biosistemas para
 - Identificar las áreas de IoT que aceleren el desarrollo del sector en el país con el fin de orientar (enfocar) la voluntad política y la inversión hacia esos tópicos específicos (sin olvidar las normas técnicas).
 - Identificar las capacidades y los elementos conceptuales necesarios para que se capaciten personas, desde el nivel técnico hasta estudios superiores, que den soporte al desarrollo real de IoT en el sector.
 - Conformar/fortalecer asociaciones profesionales en ingeniería agropecuaria y biosistemas, nacionales y a nivel regional

The SmartAgriFood Project "Smart Food and Agribusiness: Future Internet for Safe and Healthy Food from Farm to Fork." 2011



Fomento del uso de IoT en La industria agropecuaria (Top-down)



- ¿Qué concluyó el estudio en Dinamarca?
 - **Cinco obstáculos** para aprovechar IoT:
 - Se considera IoT costoso
 - El reto de identificar la creación de valor (beneficios para la empresa y el cliente) en el contexto específico de cada compañía
 - Contradicción entre IoT y las estructuras de administración tradicionales (ver curva de adopción de un producto)
 - Paralización que ocurre debido a la resistencia al cambio
 - Desconocimiento sobre IoT, especialmente en las directivas de las empresas

The SmartAgriFood Project "Smart Food and Agribusiness: Future Internet for Safe and Healthy Food from Farm to Fork." 2011



Fomento del uso de IoT en La industria agropecuaria (Top-down)



- ¿Qué concluyó el estudio en Dinamarca?
 - **Cuatro pasos** para aprovechar IoT
 - Designar el liderazgo dedicado para orientar el impulso en IoT
 - Evaluar los beneficios utilizando las experiencias de los cuatro sectores evaluados y el modelo de madurez en IoT
 - Elaborar un plan de adopción de IoT con diferentes categorías de proyectos
 - Explorar con quien asociarse para una adopción rápida de IoT

The SmartAgriFood Project "Smart Food and Agribusiness: Future Internet for Safe and Healthy Food from Farm to Fork." 2011



Hágalo usted mismo



- El mundo del Hágalo usted mismo (conocido por las siglas DIY, del inglés Do It Yourself) se ha hecho digital, y como todo lo que se digitaliza, se ha transformado.
- Hay tres fuerzas subyacentes trabajando en esta transformación de los conceptos de fabricación y reparación.
 - **herramientas digitales para el diseño y la fabricación.**
 - **colaboración.**
 - **fábricas disponibles para alquilar.**



Involucrarse en el movimiento maker para el agro (*bottom-up*)



- **Manifiesto maker**

- Hacer
- Compartir
- Regalar
- Aprender
- Equiparse
- Jugar
- Participar



<http://hacedores.com/manifiesto-maker/>



Involucrarse en el movimiento *maker* para el agro (*bottom-up*)



- Propuesta (A quien interese)
 - Conocer y seguir el manifiesto *maker* orientándolo a la elaboración de soluciones para el agro y biosistemas.
 - Conformar comunidades para trabajar en soluciones para el agro y bio-sistemas
 - Participar en eventos donde se congreguen personas que estén trabajando en soluciones para el agro y biosistemas (como este simposio)
 - Formar parte de las redes sociales que promueven, divulgan y coordinan soluciones *maker* para el agro y biosistemas





6. Conclusiones



Conclusiones



- La tecnología de la información está revolucionando los productos.
 - Productos que antes estaban compuestos solo por partes mecánicas y eléctricas ahora son sistemas complejos que combinan *hardware*, sensores, almacenamiento de datos, microprocesadores, *software* y un amplio rango de posibilidades de interconectividad.
- Estos ‘productos inteligentes e interconectados’ –cuya existencia es posible debido a los avances en capacidad de procesamiento, miniaturización de los dispositivos y la interconexión inalámbrica- han desencadenado una nueva era en la competitividad.



Conclusiones



- Los ‘productos inteligentes e interconectados’ están cambiando la forma de crear valor para los consumidores y las empresas, la manera cómo compiten las empresas y están modificando las fronteras de la competitividad.
- IoT impactará directa o indirectamente todas las industrias.
- Cambiará la trayectoria de la economía, generando la siguiente era en el crecimiento de la productividad apoyada en IT para las empresas, los clientes, y la economía global.



Referencias



- **FAO.** El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria. **2016**
- **International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering.** CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Vol. VI: Information Technology (2006)
- **Ericsson Inc.** "Every. Thing.Connected. A study of the adoption of 'Internet of Things' among Danish companies." July 2015
- **Porter & Heppelmann.** "How Smart, Connected Products Are Transforming Competition." Harvard Business Review. Noviembre de 2014.
- **The SmartAgriFood Project** "Smart Food and Agribusiness: Future Internet for Safe and Healthy Food from Farm to Fork." 2011
- Sitios Web
 - <https://www.linkedin.com/pulse/chasm-the-diffusion-model-siva-raman>
 - <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art97/>
 - <http://hacedores.com/manifiesto-maker/>
 - http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=47002





Gracias

