

compas

INTERNET DE LAS COSAS APLICADO  
A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



**INTERNET DE LAS COSAS APLICADO A LA PRODUCCIÓN  
AGROPECUARIA**

---

*Autores*

*Harry Vite Cevallos  
Oliverio Vargas González  
Luis Vargas Collaguazo  
Johanna Vargas Collaguazo*



INTERNET DE LAS COSAS APLICADO A LA PRODUCCIÓN  
AGROPECUARIA

Autores  
Harry Vite Cevallos  
Oliverio Vargas González  
Luis Vargas Collaguazo  
Johanna Vargas Collaguazo



Primera edición: marzo 2018  
© Ediciones Grupo Compás 2018  
ISBN: 978-9942-770-94-3

Diseño de portada y diagramación:  
Equipo Editorial Grupo Compás

Este texto ha sido sometido a un proceso de  
evaluación por pares externos  
con base en la normativa del editorial

Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las  
sanciones en las leyes, la producción o  
almacenamiento total o parcial de la presente  
publicación, incluyendo el diseño de la portada,  
así como la transmisión de la misma por  
cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico,  
como químico, mecánico, óptico, de grabación  
o bien de fotocopia, sin la autorización de los  
titulares del copyright.

Cita.

Vite, H., Vargas, O., Vargas, L. y Vargas, J., (2018) Internet de las cosas aplicado a la  
producción agropecuaria, Editorial Grupo Compás, Guayaquil Ecuador, 91 pag

## INDICE

Prólogo .....	7
CAPÍTULO I: INTERNET DE LAS COSAS .....	8
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE.....	8
1.1 Generalidades .....	9
1.2 Arquitectura de trabajo .....	10
1.3 Dispositivos de trabajo .....	11
1.4 Sensores .....	12
1.5 Protocolos.....	14
1.6 Sensores remotos .....	15
1.7 Proyección futura de Internet de las Cosas.....	16
1.8 Resumen .....	26
CAPITULO II: INTERNET DE LAS COSAS EN AGRICULTURA .....	27
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE.....	27
2.1 Introducción .....	28
2.2 Elementos que intervienen en Agricultura de Precisión .....	29
2.3 Arquitectura de trabajo .....	33
2.4 Etapas de la Agricultura de Precisión .....	34
2.5 Aplicaciones .....	36
2.5.1 Análisis de imágenes satelitales en áreas específicas.....	36
2.5.2 Análisis de imágenes satelitales con Sentinel – 2 en áreas grandes.....	45
2.5.3 Análisis de imágenes satelitales con imágenes MODIS .....	49
2.5.4 Análisis de NDVI y Cuencas Hidrográficas .....	52
2.6 Resumen .....	62
CAPITULO III: INTERNET DE LAS COSAS EN GANADERÍA.....	63
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE.....	63
3.1 Introducción .....	64
3.2 Elementos que intervienen en Ganadería de Precisión .....	65
3.3 Aplicaciones .....	66
3.3.1 Collar de control en las vacas .....	66
3.3.2 Brazos automáticos para ordeñar .....	67
3.3.3 Monitoreo de rebaños de bovinos a través de redes de sensores inalámbricos .....	68
3.3.4 Software de Monitoreo Animal .....	70
3.3.5 Control de pollos inteligentes .....	71
3.3.6 Análisis de Ganadería de Precisión la provincia de El Oro.....	73
3.3.7 Producción de ganado porcino.....	75
3.4 Resumen .....	77
CAPITULO IV: INTERNET DE LAS COSAS EN ACUACULTURA.....	78
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE.....	78
4.1 Introducción .....	79
4.2 Estructura de Internet de las Cosas en Acuicultura .....	79
4.2 Aplicaciones .....	81
4.2.1 La alimentación a demanda mediante sistemas automáticos.....	81
4.2.2 Tecnología Acuícola aplicada en China .....	82
4.2.3 Internet de las cosas en el sector marino: Unión Europea.....	83
4.2.4 Acuicultura inteligente .....	85
4.3 Resumen .....	86

4.4	Beneficios económicos de la implementación de internet de las cosas..	87
4.5	Proyección de Internet de las Cosas en la producción pecuaria.....	88
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	91

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Conexión básica de Internet de las cosas .....	10
Figura 2: Arduino Mega 2560.....	12
Figura 3: Diseño del sistema de la aplicación IoT.....	13
Figura 4: Capas y protocolos en Internet de las cosas .....	15
Figura 5: Ciudad inteligente basado en IoT .....	17
Figura 6: Requisitos funcionales en la logística inteligente.....	19
Figura 7:Rango de señal y proximidad de medición .....	22
Figura 8:Internet de las cosas en la salud.....	24
Figura 9:Articulación de redes de área corporal a IoT .....	25
Figura 10:Áreas de estudio de misión Sentinel.....	30
Figura 11: Esquema general de Agricultura de Precisión .....	31
Figura 12: Dron de Ala fija.....	32
Figura 13: Dron de ala rotatoria .....	32
Figura 14: Etapas de la Agricultura de Precisión .....	34
Figura 15:Acceso a plataforma .....	36
Figura 16: Imágenes obtenidas de SENTINEL -2 .....	37
Figura 17: Elementos de la etapa de adquisición de datos.....	37
Figura 18: Ingreso de información de análisis.....	38
Figura 19: Acceso a imagen del lugar seleccionado.....	39
Figura 20: Imagen con mejor enfoque de estudio .....	39
Figura 21: Descarga de mapas .....	39
Figura 22: Procesamiento de imagen satelital .....	40
Figura 23: Procesamiento de imagen satelital .....	41
Figura 24: Shape de estudio .....	41
Figura 25: Imagen de análisis final.....	42
Figura 26: Actividades realizadas para el cálculo del NVDI.....	43
Figura 27: Área de estudio .....	45
Figura 28: Imagen resultado del área de estudio.....	46
Figura 29: Calculo del NDVI del área de estudio .....	46
Figura 30: Análisis de datos del área de estudio .....	47
Figura 31: Datos obtenidos del área de estudio.....	48
Figura 32: Imagen MODIS del área de estudio.....	49
Figura 33: Procesamiento de los datos del área de estudio .....	50
Figura 34: Área de estudio georreferenciada.....	50
Figura 35: Visualización del área de estudio Machala .....	52
Figura 36: Obtención de NDVI Machala.....	53
Figura 37: Asociación al Shape bananero Machala .....	53
Figura 38: Visualización del área de estudio El Guabo.....	54
Figura 39: Obtención del NDVI El Guabo .....	54
Figura 40: Asociación al Shape bananero El Guabo .....	55
Figura 41: Visualización del área de estudio Pasaje.....	55
Figura 42: Obtención de NDVI Pasaje .....	56
Figura 43: Asociación al Shape bananero Pasaje .....	56
Figura 44: Visualización del área de estudio Santa Rosa.....	57
Figura 45: NDVI Santa Rosa.....	57
Figura 46: Asociación al Shape bananero Santa Rosa.....	58
Figura 47: Visualización del área de estudio.....	58
Figura 48: Obtención del NDVI Arenillas.....	59
Figura 49: Asociación al Shape bananero Arenillas.....	59

Figura 50 : Collar de control en las vacas .....	66
Figura 51: Brazos automáticos.....	67
Figura 52: Estructura de IOT en la ganadería .....	68
Figura 53: Control del ganado con IoT .....	69
Figura 54: LiveStocks Analytic .....	70
Figura 55:Análisis de comportamiento de pollos.....	71
Figura 56 : Hábitat del ganado de carne .....	73
Figura 57 : Área de convivencia del ganado de carne .....	74
Figura 58: Proyección de uso de arete en el ganado.....	74
Figura 59: Alimentación manual del ganado porcino .....	75
Figura 60: Estructura de Internet de las cosas en Acuicultura.....	80
Figura 61: Elementos del sistema .....	81
Figura 62: Integración de dispositivos para la gestión pesquera .....	83
Figura 63: Prototipo de pez inteligente.....	84
Figura 64: Acuicultura inteligente .....	85

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tecnologías e Internet de las Cosas .....	11
Tabla 2: Amenazas de seguridad de los nodos .....	13
Tabla 3: Mitigar amenazas de los sensores .....	14
Tabla 4: Descripción de la arquitectura de AP .....	33
Tabla 5: Etapas de la Agricultura de Precisión .....	35
Tabla 6: Cálculos de NDVI .....	47
Tabla 7: Resumen de datos de estudio.....	60
Tabla 8: Producción ganadera por cantones de la parte baja .....	76
Tabla 9: Producción ganadera por cantones de la parte alta.....	76
Tabla 10: Tipos de datos .....	89



## Prólogo

El desarrollo de la tecnología desde sus inicios trajo consigo vestigios de un cambio profundo en las formas y maneras de realizar las actividades cotidianas en las diferentes ciencias del saber, evidenciando importantes avances que han aportado a la gestión eficiente de los procesos en los diferentes sectores donde se la utiliza.

Su mejora ha sido progresiva y profunda, de tal manera que empezó a desarrollarse en las grandes multinacionales, luego se fue extendiendo en los diferentes sectores como educación, cultura y negocios, realizando aportes importantes en la forma de realizar cada una de estas actividades.

En la actualidad se ha expandido a todos los niveles de las ciencias del saber, a tal punto que se busca el desarrollo integral de la tecnología en plataformas inteligentes que faciliten la convivencia humana, frente a la obtención de mejores productos y servicios, ofrecidos con el apuntalamiento de la tecnología.

En la provincia de El Oro no existe un derrotero claro para la articulación de la tecnología en el sector agropecuario, por ende, es importante establecer las ventajas que ofrece la implementación de tecnología en la optimización de recursos, la gestión de procesos y la toma de decisiones, permitiendo mejorar la producción y sin duda alguna, ofreciendo un producto de calidad para los consumidores finales.

En este contexto, se ha desarrollado el presente material, con el fin de identificar la importancia del uso de internet de las cosas en las ciencias agropecuarias, estableciendo su ámbito de trabajo y los componentes que permiten su ejecución.

En cada capítulo se plantean casos aplicativos, con la finalidad de establecer como internet de las cosas tributa al desarrollo de nuevos e innovadores productos y servicios, generando una cultura tecnológica en las áreas productivas, además se detalla los beneficios económicos y las proyecciones en el sector agropecuario.

# CAPITULO I: INTERNET DE LAS COSAS

## OBJETIVOS

Proporcionar una breve historia del desarrollo de Internet de las Cosas.

Detallar los campos de uso de Internet de las Cosas en el contexto real.



## 1.1 Generalidades

ARPANET, fue la primera prueba de conexión de datos, la misma que consistía en una red de conmutación de paquetes, progresivamente fue mejorando y desarrollando para luego consolidarse con el nombre de INTERNET, dando pautas de una transformación futura que cambiaría las formas, experiencias y maneras de hacer las cosas en el mundo.

Desde los años 70 hasta la actualidad, la articulación de la tecnología en las diferentes áreas del conocimiento humano ha permitido desde el punto de vista empresarial, profundizar la globalización, quien se convirtió en el sendero que generó el desarrollo y la transformación de los cambios tecnológicos existentes, desplegándose un sin número de mejoras en los diferentes aspectos cotidianos.

La evolución del Internet ha obligado a mejorar el uso de los protocolos de comunicación, logrando año tras año aportar con cambios significativos, empezando por las redes LAN, WAN, MAN a el uso de redes BAN (Redes de área corporal) sobre estas se están desarrollando aplicaciones orientadas a la solución de problemas en la salud.

Luego se concibieron varias formas de entender el internet, tomando mucho auge el internet de las personas, donde a través de diferentes aplicaciones cada usuario personaliza su blog, wiki, red social, entre otras, permitiendo interactuar a su medida y conocimiento en el desarrollo de esta tendencia.

Ahora el internet se orienta a otros aspectos, es así como se puede definir a Internet de las Cosas con sus siglas en inglés (IoT) Internet of Things como la integración de tecnologías heterogéneas que se conectan entre sí, a fin de establecer prototipos asociados a un objetivo en común (Minbo, Zhu, & Guangyu, 2013).

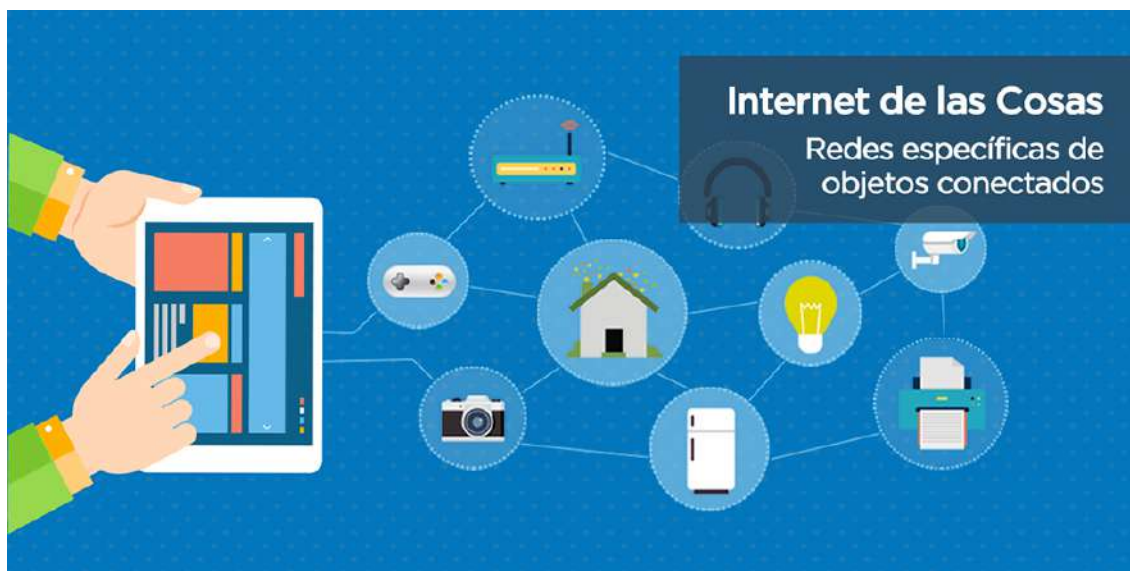
Internet de las Cosas fundamenta su actividad de trabajo en buscar conectar todas las actividades que realiza el ser humano, logrando transmitir esos datos en la red, para controlar y administrar eficientemente las actividades que se realiza.

Además, se considera a Internet de las Cosas como la próxima generación de internet, asociando recursos hardware y software para generar sistemas más robustos (Evans, 2011).

Para esto se debe considerar la arquitectura de trabajo y los medios con los que normalmente se diseñan este tipo de tecnología, a fin de cumplir con el objetivo de manejar todas las actividades en la red, sin embargo, al existir muchas ventajas también de deben mencionar la existencia de desventajas existentes, al usar este tipo de alternativas.

## 1.2 Arquitectura de trabajo

Dentro del desarrollo de internet de las cosas, toma un papel fundamental su arquitectura, para esto se deben tomar en cuenta los diferentes contextos donde se los aplique; en la figura 1, se aprecia la arquitectura de forma general de internet de las cosas, donde cada cosa tributa al objetivo de esta nueva forma de evolucionar la transformación de los datos.



**Figura 1:** Conexión básica de Internet de las cosas (Andalucía, 2017)

En la figura anterior varias tecnologías se sincronizan a través de sus protocolos y llegan a un control final, que es quien filtra los datos y puede tomar decisiones en base a los parámetros obtenidos de cada uno de los dispositivos, logrando gestionar los datos en el momento de suscitado los eventos, sin importar la distancia y el lugar donde se encuentre.

Además, se considera el uso de diferentes protocolos que aportan a la estandarización de servicios para poderse comunicar entre ellos, logrando la interacción entre todos los dispositivos, generando como resultado una sola red que permita integrar nuevos objetos para ser gestionados desde un solo dispositivo que puede ser un teléfono inteligente, una tablet o una computadora. Siendo importante identificar los protocolos de cada dispositivo, de tal manera que se logre homogenizar su interface, logrando la interrelación. El esquema presentado resume lo que busca el uso de internet de las cosas, el mismo que se está aplicando a diferentes sectores, logrando resultados positivos en las expectativas que se están generando, siendo implementado en países de primer mundo, esperando que paulatinamente se pueda ir dando los pasos para aplicarse en el Ecuador.

**Tabla 1: Tecnologías e Internet de las Cosas (Sosa & Godoy, 2014)**

<b>Tecnologías que contribuyen directamente al desarrollo de Internet de las Cosas</b>	<b>Tecnologías que pueden llegar a adicionar valor a Internet de las Cosas</b>
Interfaces máquina-máquina (M2M) y protocolos de comunicación electrónica. Microcontroladores Arduino Comunicación inalámbrica Tecnología RFID Tecnología de almacenamiento de energía Sensores Actuadores Software Tecnología de localización	Etiquetado geográfico Biometría Máquinas de visión robótica Realidad aumentada Escenarios paralelos Telepresencia Interfaces tangibles Tecnologías limpias

Las tecnologías que se aprecian en la Tabla 1, dan muestra de la forma como las cosas lograrán comunicarse, haciendo uso de diferentes componentes de tipo electrónico, hardware y software.

A continuación, se describen de forma general los componentes de trabajo, que se involucran en la aplicación de internet de las cosas:

### **1.3 Dispositivos de trabajo**

#### **Dispositivos informáticos**

Son aquellos elementos hardware que se pueden conectar de forma cableada o inalámbrica a otro dispositivo central que puede ser un computador, Tablet, o celular, quien se encarga de analizar los datos para tomar decisiones.

Desde su definición el hardware se considera como la parte tangible, que se puede tocar y que permite la realización de los procesos de automatización en el ámbito que se desarrolle.

Los dispositivos permiten integrar a la red, una serie de elementos que de manera sincronizada favorece a la gestión de los datos, siendo importante el uso de dispositivos inteligentes (Sosa & Godoy, 2014).

#### **Dispositivos electrónicos**

##### **Arduino**

Es la placa que permite conectar los diferentes dispositivos y lograr a través del protocolo Hypertext Transfer Protocol (HTTP) ser el medio de comunicación e integración de varias tecnologías (Vega, Santamaría, & Rivas, 2014).

El Arduino se convierte en la entrada de datos, luego de realizar la recepción de los objetos en el ambiente, para mediante una interfaz ingresar a una aplicación con la finalidad de tomar decisiones, en la figura 2, se presenta el

Arduino Mega 2560, quien permite conectar las diferentes tecnologías para ser articuladas en un solo prototipo (Arduino, 2013).

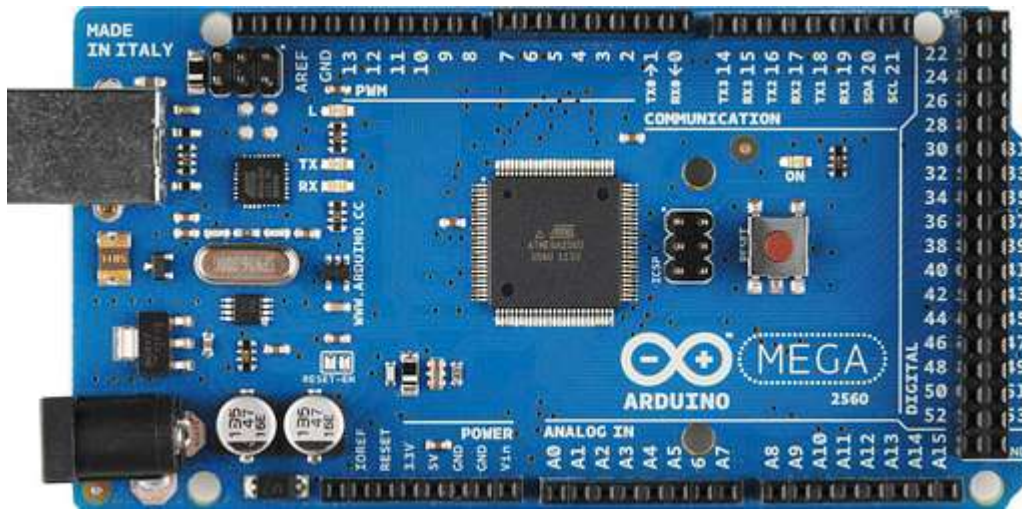


Figura 2: Arduino Mega 2560 (Arduino, 2013)

Esta placa electrónica permite conectar los objetos y al momento de programarlo, se pueden tomar decisiones, en el Ecuador su precio promedio esta alrededor de los USD. 20,00, permitiendo realizar prototipos de conexión de equipos a bajo costo, por ende, facilita la realización de pruebas que ayuden a utilizar internet de las cosas en los diferentes contextos.

#### 1.4 Sensores

Son placas electrónicas que permiten recolectar datos dependiendo de las variables de estudio requeridas, son utilizados de manera sincrónica o asincrónica (Gustafson & Sheth, 2014).

Su aporte en el desarrollo de internet de las cosas, es de vital importancia para la arquitectura en la cual se utilizan sensores inalámbricos (WSN) que permitirán transmitir información de una actividad debidamente programada.

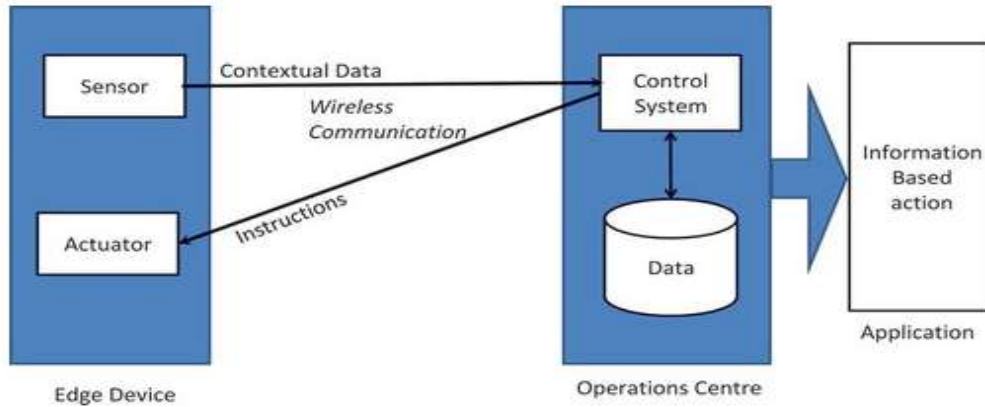
Si bien es cierto, estos sensores facilitan la recolección y transmisión de datos entre las cosas, presentan limitaciones técnicas en los procesos de almacenar información y tiempo de vida, lo que deja inestable en cierta manera la arquitectura, por ende, se deben tomar en consideración planes de contingencia con la finalidad de mitigar los problemas que se presenten de acuerdo con el contexto explicado.

En la figura 3 los sensores inalámbricos envían la información del objeto al sistema de control, el mismo que se almacena en una base de datos, para luego ir a un sistema de información que le permite al usuario tomar decisiones que considere conveniente.

En este bosquejo se puede aplicar varias formas de procesar la información, debido a que se debe tener claro que el objetivo es que los datos obtenidos del



entorno sean recogidos y procesados, logrando al final de la cadena, el productor, empresario, accionista, pueda tomar decisiones que mejoren la producción, disminuyendo los desperdicios, y tributando a una producción responsable que permita la optimización de recursos, para maximizar el ganar ganar, con esto gana el productor, el consumidor y el medio ambiente.



**Figura 3:** Diseño del sistema de la aplicación IoT con sensor inalámbrico. (Chaudhuri, 2016)

Además, estos sensores pueden presentar errores en mucho de los casos al momento de presentar la información, de tal manera que en la tabla 2, se presentan las posibles amenazas y los probables impactos en el sistema de información.

**Tabla 2:** Amenazas de seguridad de los nodos de sensores inalámbricos y probable impacto (Chaudhuri, 2016)

Amenazas de seguridad de nodos de sensores	Probable impacto en los servicios de IoT
Intercepción de nodos	La comunicación de datos en la red de sensores puede verse comprometida con un atacante externo
Ataque de suplantación de identidad	Denegación de servicio, desvío de tráfico a nodos ilegítimos
Nodos egoístas	Caída selectiva de paquetes
Atentado atascado	Interferencia con el canal de comunicación de radiofrecuencia
Ataque de pozo	Atrae los datos de comunicación para formar un agujero negro o los paquetes de datos selectivos hacia adelante que causan la denegación total o parcial del servicio
Falta de autenticación y autorización	Intrusión de nodos maliciosos en la red de sensores
Interferencia en canales de comunicación	Secuestro de canales de comunicación por nodos maliciosos, pérdida de integridad de datos
Ataque de particionamiento de red	Interrupción de la tabla de enrutamiento
Ataque apresurado	Comportamiento de rutas y datos por nodos maliciosos

Como se puede apreciar los problemas de seguridades a los que se enfrentan los sensores son muchos, para esto es importante el uso de planes de mitigación, y un exhaustivo control diario de los equipos, con la finalidad de medir adecuadamente y tener históricos de datos, a fin de que al momento de presentarse un dato sesgado a la realidad se tome correcciones inmediatas para continuar con el proceso normal de trasmisión de datos.

Es importante la supervisión eficiente de los sensores, por cuanto se encuentran dentro de la capa de percepción, y si los datos son tomados de forma incorrecta, el sistema de información presentará datos erróneos, generando tomar decisiones incorrectas.

En la tabla siguiente se establecen algunas medidas a considerar para mitigar los problemas de los sensores.

**Tabla 3:** Mitigar amenazas de los sensores

<b>Amenazas de seguridad de nodos de sensores</b>	<b>Acción de mitigación</b>
Intercepción de nodos	Verificar periódicamente la infraestructura
Ataque de suplantación de identidad	Realizar un control adecuado de los elementos que se encuentran dentro de la infraestructura
Nodos egoístas	Medición constante de red
Atentado atascado	Realizar una bitácora de amenazas
Falta de autenticación y autorización	Establecimiento de alertas de intrusos en la red.
Interferencia en canales de comunicación	Establecer canales dedicados a la comunicación
Ataque de particionamiento de red	Establecer tablas de enrutamiento fijas.

**Fuente:** Los Autores

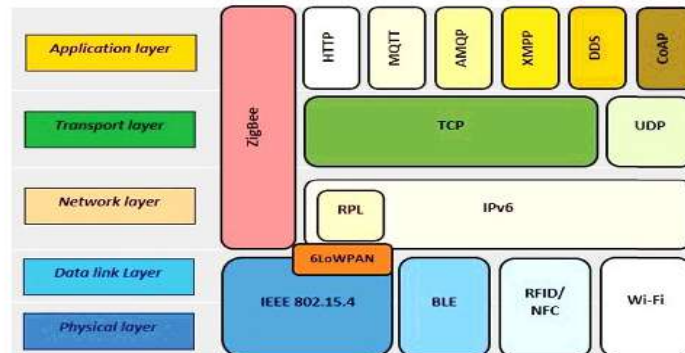
Es importante que las acciones de mitigación sean variadas y dependen del contexto donde se las desarrolle, actualmente el internet de las cosas está en fase de desarrollo en el país, y poco a poco se implementarán nuevas formas de mantener la seguridad en los sensores.

### 1.5 Protocolos

La estandarización que genera el internet de las cosas plantea el uso de interfaces de comunicación llamados protocolos, los mismos facilitan la integración adecuada de las tecnologías (Sosa & Godoy, 2014).

Para lograr la interrelación en el contexto de desarrollo de internet de las cosas, se consideran la homogenización de los protocolos para poder comunicarse, por ende juegan un papel importante en el desarrollo de internet de las cosas, de tal manera que se pone a consideración la capa de percepción, sobre esta se perciben los diferentes protocolos que utilizan los dispositivos, tomando en cuenta su distancia y espectro al momento de enviar información, pero existen diferentes criterios en la distribución de las capas. Las capas que se logran

interactuar con la aplicación de internet de las cosas son la capa de percepción, la capa de red y la capa de aplicación (Yuxin & Yun, 2010). A continuación, en la figura 4, se presenta los protocolos que se utilizan en las diferentes capas de esta propuesta de internet de las cosas:



**Figura 4:** Capas y protocolos en Internet de las cosas (Silva, Khan, & Han, 2017)

En la capa de percepción se trabajan con nuevos protocolos que se presentan por el uso de los diferentes sensores inalámbricos (WSN), actuadores, GPS, entre otros, para luego a través del protocolo ZigBee, Wifi dar comunicación a los diferentes tipos de dispositivos.

Es importante identificar los protocolos de trabajo en la arquitectura de internet de las cosas, su reconocimiento facilita una oportuna comunicación entre los dispositivos que se conecta, de tal manera que se logre la articulación de los objetos o cosas en una red de trabajo, orientada a IoT.

Cada dispositivo electrónico o informático, administra sus propios protocolos de comunicación, por ende, es importante conocer la estructura del dispositivo, para poder implementar la forma de obtención de datos, tomando en cuenta que todos los objetos o cosas son importantes en la arquitectura, debido a que tributan al sistema de información que se quiere implementar.

## 1.6 Sensores remotos

El uso de imágenes a través de sensores remotos facilita la obtención de información propicia para el desarrollo de actividades como Agricultura de Precisión, para esto es fundamental saber interpretar los datos y escoger adecuadamente las plataformas satelitales.

Su aporte permite integrar el uso de técnicas de teledetección a los procesos agropecuarios, de tal manera, que se logra medir espectralmente los componentes asociados al suelo, para luego ser utilizada como línea de base en la estructura de los mapas de rendimiento.

## **1.7 Proyección futura de Internet de las Cosas**

Por su amplia proyección, el internet de las cosas permitirá optimizar tiempos y desarrollar nuevas formas de organizar y controlar las actividades diarias de todo ciudadano, sin importar edad y sexo, más bien se convertirá en una gama de aplicaciones en las ciencias del saber, con la finalidad de brindar servicios de calidad.

Dentro de las proyecciones, se espera desarrollar nuevas aplicaciones que faciliten los procesos en agricultura, logística, transporte, veterinaria, medio ambiente, marketing, seguridad y muchas otras áreas del saber.

A continuación, se detallan algunas aplicaciones específicas que se están implementando en otros lugares del mundo.

## **CIUDADES INTELIGENTES**

Las ciudades inteligentes, buscan interrelacionarse entre todos los objetos existentes en el entorno, tal es el caso de enlazar, semáforos, puertas, en otros países desde el año 1993 se han dado los primeros pasos para poder desarrollar ciudades digitales, tal es el caso que se dio en la ciudad Blacksburg donde se construyó la infraestructura necesaria para poder tener acceso a los servicios de internet.

La concepción de ciudades inteligentes se sustenta en la forma de cómo administrar sus propios recursos sin dependencia de otros factores, para lo cual se involucra el uso de energía sostenible, sistemas de salud y educación (Benites, 2016).

Se puede mencionar que el concepto de ciudad digital es la primera prueba para desarrollar las ciudades inteligentes, de hecho, en el Ecuador ya se han implementado proyectos de ciudades digitales empezando por los parques y lugares de concurrencia masiva, dando resultados positivos en la cultura y disminución de la brecha digital, sin embargo, su concepto abarca otras consideraciones del diario convivir de las sociedades.

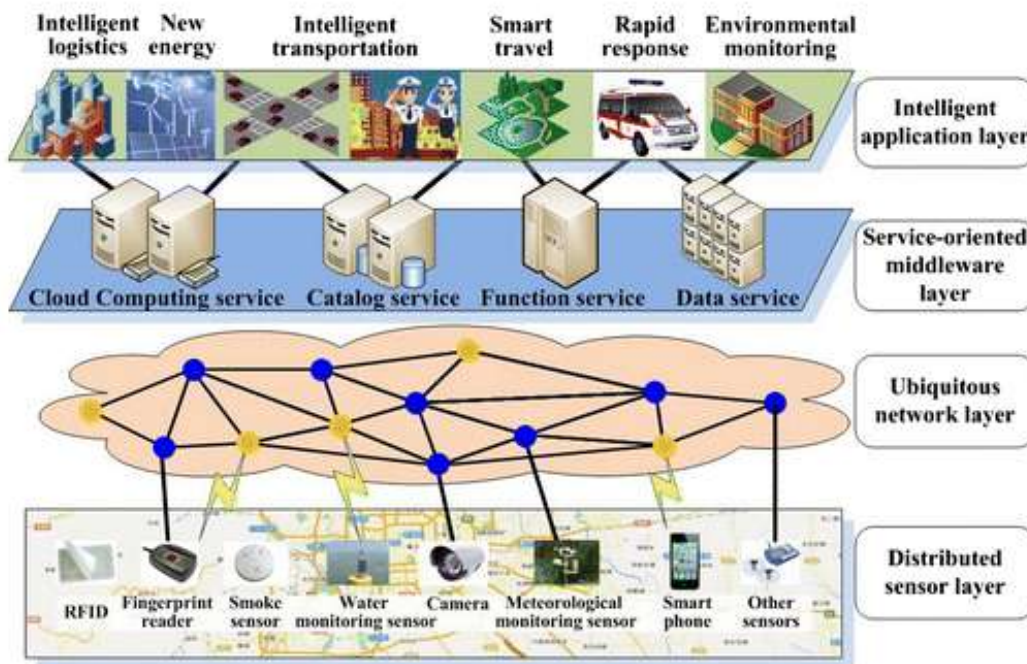
La evolución de los conceptos de ciudad digital permite identificar al contexto de ciudad inteligente como la interrelación de varios dispositivos, redes y formas de desarrollar la convivencia con el uso de sensores que facilitan la toma de decisiones de semáforos y otros objetos que comúnmente están presentes en el desarrollo diario.

El desarrollo mundial centro su atención en el uso de la tecnología a través de los diferentes nodos, procesando información a gran velocidad y desarrollar acciones que permitan gestionar los procesos que se realizan en las ciudades (Albino, Berardi, & Dangelico, 2015).

En algunas ciudades del mundo se están diseñando proyectos para el desarrollo de las ciudades inteligentes, tal es el caso de Europa, en el cual se

incluyen ciudades como Barcelona, Amsterdam, Berlín, Manchester, Edimburgo, y Bath.

En el Reino Unido, hace casi 15 años, Southampton se consideró como la primera ciudad inteligente en la cual integraron los procesos de transporte y movilidad a este concepto (Albino, Berardi, & Dangelico, 2015). En la figura 5, se aprecia como las ciudades inteligentes a través de IoT, logran controlar y monitorear todas las actividades cotidianas que realizan los ciudadanos de una localidad.



**Figura 5:** Ciudad inteligente basado en IoT (Deren, Shan, Shao, Zhou, & Yao, 2013)

En el gráfico anterior, la ciudad inteligente hace uso de sensores, los mismos que son la base de la recolección de los datos, además permiten obtener datos de las diferentes percepciones sensoriales para luego ser transportados por las diferentes redes, optimizando recursos para su reutilización respectiva.

Cada sensor, dentro del desarrollo de ciudades inteligentes permite a través de una big data, procesar información y lograr que en base a parámetros de convivencia se tomen las decisiones más eficientes en la sociedad donde se desarrolla.

Estas ciudades son capaces de generar:

Logística inteligente

Transportación inteligente

Monitoreo gubernamental

Asistencia médica

En la actualidad aplican diferentes metodologías en la generación de modelos urbanos en 3D para apoyarse en la estructura de sus elementos, diseñando proyectos con una sólida interacción de tecnología (Álvarez, Raposo, & Bello, 2018). Las ciudades inteligentes desarrollan su arquitectura en base a la optimización de sus recursos, con la finalidad de ser autosustentables, de tal manera que se desprender aplicaciones como smartgrid o redes inteligentes, las mismas que son capaces de optimizar el consumo de luz, el manejo del agua, accesos a edificios, semáforos, quedando todos los recursos relacionados intrínsecamente.

La transformación de la sociedad requiere de la construcción de nuevas expectativas que aterricen los conceptos de ciudades inteligentes, logrando ser más eficiente mediante el uso de tecnología (Branchi, Fernández, & Maestro, 2015). Otro de los retos que se establecen son los sensores inteligentes, los mismo que permiten ser el medio de reconocimiento de las cosas alrededor de las ciudades inteligentes, por ende, es muy importante empatar estos criterios para ser ciudades autosustentables de sus propios recursos.



## LOGISTICA INTELIGENTE

Dentro de sus aplicaciones, internet de las cosas busca la integración a nuevas áreas de trabajo, con la finalidad de poder solucionar los problemas tradicionales con el uso de la tecnología, en la logística IoT permite realizar varios aportes para darle mayor dinamismo a los procesos, es por esto que existen algunos criterios que se detallan a continuación:

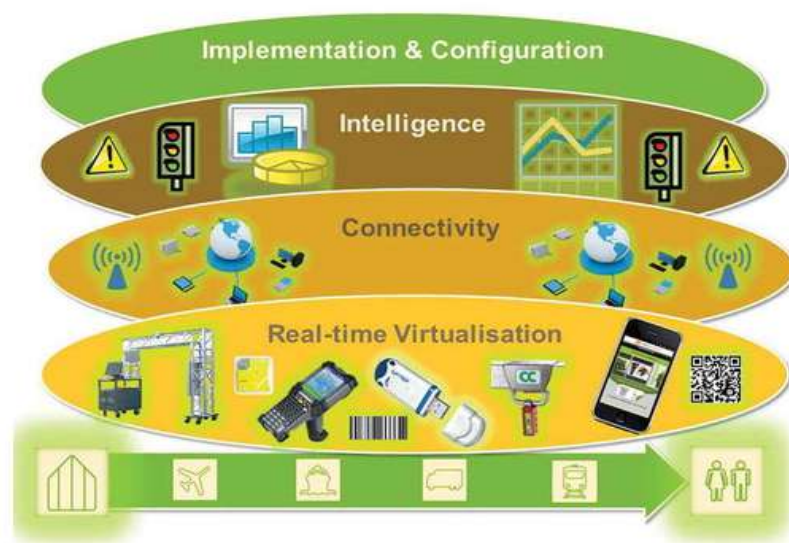
El control de las cadenas de abastecimiento a nivel mundial, cada día hacen uso de aplicaciones que facilitan su gestión, adaptando modelos tecnológicos para su correcta toma de decisiones a fin de cumplir con las expectativas de los clientes (Arango & Jaimes, 2010)

La importancia de las actividades logísticas facilita el acceso a bienes y servicios necesarios para satisfacer las necesidades de su entorno (Jaimes, Arango, & Cárdenas, 2014).

El monitoreo y control remoto de la ubicación facilitará las condiciones de envío a los diferentes clientes, obteniendo resultados positivos en el cumplimiento de los tiempos de espera (Verdouw, Robbemond, & Verwaart, 2015).

Como se puede identificar el internet de las cosas aporta a la resolución de los problemas de logística, siendo un proceso crítico en las empresas, facilita su control a través del uso de sensores que permiten monitorear la ubicación de los pedidos con la finalidad de ofrecer mayor precisión a los clientes, sobre los tiempos de entrega.

En la figura 6 se aprecia como la logística inteligente hace uso de diferentes objetos para mantener informado la ubicación y tiempos del paquete.



**Figura 6:** Requisitos funcionales en la logística inteligente (Verdouw, Robbemond, & Verwaart, 2015)

En la figura anterior, las etapas de tiempo real, conectividad, inteligencia e implementación, tributan a la inteligencia de negocio para tomar decisiones; en la práctica este tipo de sistemas es más onerosa su implementación debido a la comunicación con sistemas de posicionamiento global que permiten un nivel de detalle alto para identificar la ruta del pedido.

En los actuales momentos estos sistemas aportan a un macrosistema que en base a parámetros procesa la información para tomar decisiones, y busca mejorar el servicio de respuesta al cliente permitiendo una adecuada gestión de pedidos, con la finalidad de llegar en los tiempos establecidos.

## MARKETING INTELIGENTE

El desarrollo empresarial moderno requiere de nuevas estrategias para llegar a los clientes, con la finalidad de persuadir a la compra del bien o servicio que se ofrece por parte de las empresas, en este contexto se plantea el desarrollo de nuevos escenarios y mecanismos que permitan atraer clientes.

El marketing se convierte en una estrategia que facilita la forma como presentar un producto o servicio, a fin de que los consumidores lo aprecien positivamente y logren su consumo; cada vez se aprecia nuevas formas y tendencias para lograr esos resultados.

Al inicio el marketing se desarrollaba estáticamente, solo se podía apreciar en ciertos medios, pero con la evolución de la tecnología se ha desarrollado el marketing basado en el internet de las personas, donde cada usuario es capaz de crear su propia imagen y viralizarlo en las diferentes redes sociales.

El internet de las personas obligó a las grandes empresas a promocionar sus ofertas, promociones y lanzamientos con el uso de las redes sociales, tomando vida el móvil marketing, que es sobre el cual actualmente se desarrolla las grandes estrategias comerciales y las grandes multinacionales han volcado la publicidad, llegando de manera directa a diferentes mercados. Esto se ha generado por el aporte de las grandes empresas de telefonía que aportan con tecnología de alta velocidad 3G y 4G permitiendo el desarrollo del Mobile Marketing (Martínez & Arango, 2012).

La Mobile Marketing Association plantea al marketing móvil como el conjunto de elementos que facilitan la comunicación entre el cliente y las empresas que ofrecen sus productos a través de dispositivos móviles (Association, 2017).

El móvil marketing en el Ecuador está iniciando su auge, al momento el número de dispositivos móviles conectados a internet va en aumento, por ende se proyecta a su total crecimiento, ante lo cual las empresas empiezan a desarrollar nuevas estrategias para captar clientes a través de estos dispositivos.

Además, las plataformas de telecomunicaciones han mejorado y repotenciado sus servicios, ofreciendo mayor y mejor acceso a internet con los diferentes planes que un usuario puede utilizar, de tal manera que las operadoras ofrecen cada día mayor acceso a internet a precios más bajos.

Existen muchos estudios donde el impacto del móvil marketing es mayor que el de una publicidad normal, debido a que los usuarios ya han convertido a su dispositivo móvil en una parte de su cuerpo, donde se pueden comunicar, comprar y realizar cualquier tipo de transacción en línea.

En los actuales momentos la información que se genera de los dispositivos móviles es analizada, permitiendo establecer patrones de compra mediante análisis multivariados (Leo, Karsai, Sarraute, & Fleury, 2018).

Este estudio genera con el uso del móvil marketing la geo referencia como una técnica que permita ubicar al potencial cliente y enviar ofertas, promociones de

un producto o servicio, dando vida a nuevas formas y maneras de captar clientes en los diferentes escenarios donde se presenten.

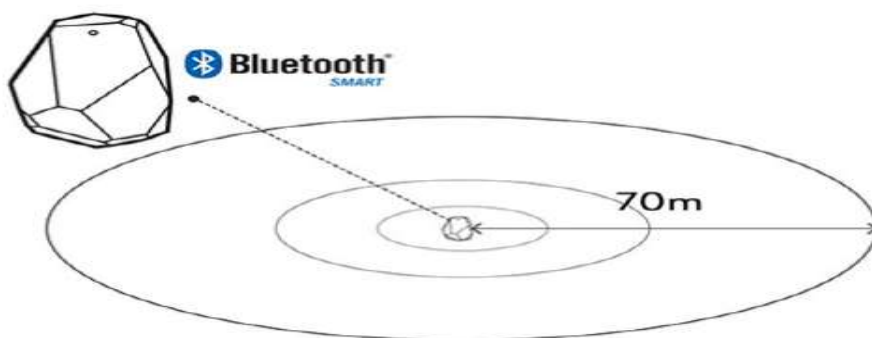
Luego de este enfoque se toma en cuenta el internet de las cosas y su desarrollo en el marketing, apareciendo los primeros estudios de marketing de proximidad, permitiendo realizar campañas digitales a través de otros dispositivos denominados beacon.

En desarrollo de marketing de proximidad en el Ecuador es nulo, no existe investigación y aplicación en esta forma de aplicar estrategias administrativas a fin de lograr captar clientes.

El Marketing de proximidad genera el uso de tecnología de radiofrecuencia como medio de enlace para compartir información, generando campañas publicitarias de manera diferente experimentando en los clientes una percepción distinta y llamativa (Martínez & Arango, 2012). Su desarrollo en otros países está generando resultados positivos a la forma de persuadir a los clientes.

La forma de trabajar mediante alertas establece un impacto positivo en la manera de persuadir al cliente, orientándolo y presentándole mediante mensajes las bondades de un producto (Harris, Khanna, & Tuncay, 2016). Su implementación ha despertado el interés en la aplicación de grandes empresas a nivel mundial.

A continuación, se presenta en la figura 7, el rango de señal de los dispositivos beacon.



**Figura 7:**Rango de señal y proximidad de medición (Estimote, 2017)

El rango de señal que emite el dispositivo beacon, permite captar a todos los dispositivos que se encuentren en este rango, a fin de enviar push o alertas que se convierten en mensajes de texto, imágenes o videos de la publicidad que se quiera compartir.

Al integrar los dispositivos beacon como objetos, articulamos el internet de las cosas para la toma de decisiones, por consiguiente, es muy importante su implementación como nuevas formas de desarrollar marketing a baja escala, donde los precios rotundamente tienden a disminuir y la forma de utilizarlos

depende del tipo de innovación que se quiera desarrollar en el área donde se lo instale.

En el Ecuador este tipo de tecnologías al momento no se encuentra en estudio, por cuanto se continua en la evolución del internet de las personas, se espera en un futuro próximo empezar a dar los primeros pasos con el uso de esta tecnología, a fin de obtener nuevos canales de comunicación logrando la innovación de los planes de marketing en las empresas; de esta forma se enlaza el marketing al IoT.

## **SALUD INTELIGENTE**

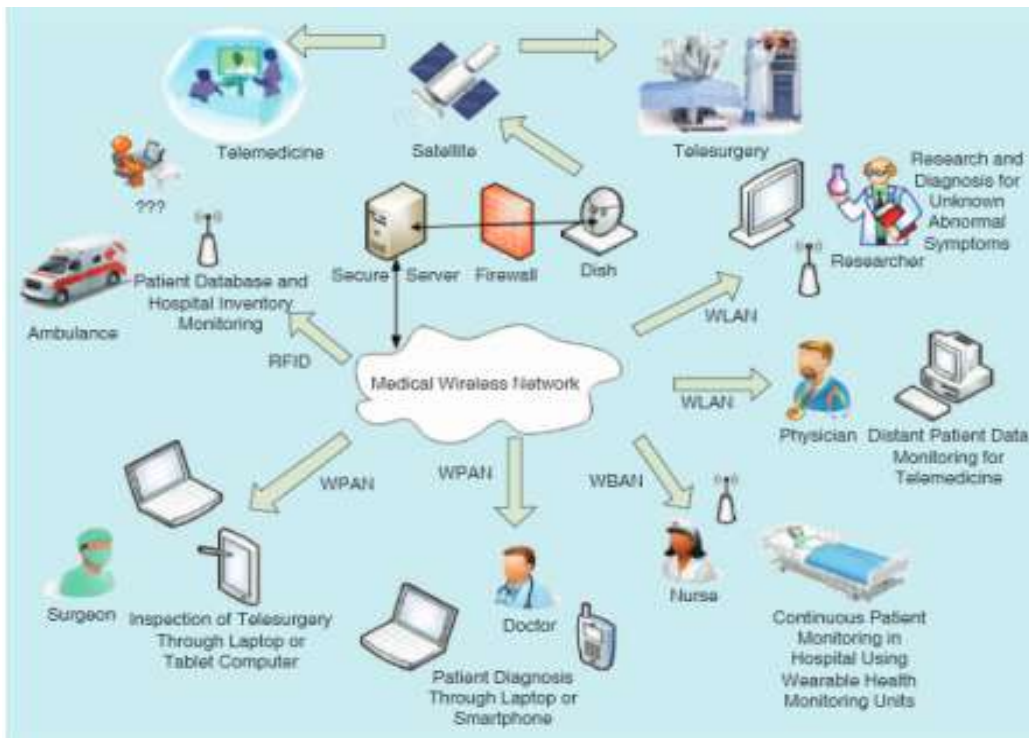
El desarrollo del internet permitió el nacimiento de nuevas redes que se articulan al sector de la salud, tal es el caso de las redes de área corporal (BAN), este tipo de redes permite a través de sensores obtener información que permita ser enviada a otros dispositivos a fin de tomar decisiones.

En muchos países se desarrollan aplicaciones inteligentes con la finalidad de ayudar a los pacientes hipertensos a controlar su presión y monitorear periódicamente su comportamiento, para esto se utilizan dispositivos como manillas, relojes etc.

Además, en el desarrollo de las aplicaciones de IoT en la salud, se hace necesario el uso de diferentes tecnologías, que facilitan la transportación del paciente a las diferentes áreas donde se realiza el monitoreo, por es fundamental el aporte de internet de las cosas a la salud.

En la figura 8, se aprecia cómo se puede controlar y monitorear los comportamientos de los pacientes, a tal punto que cuando se suscita un evento no esperado el sistema se articula para tomar las debidas precauciones y llamar en caso de ser necesario a servicios personalizados para asistencia médica.

Esta nueva arquitectura de red orientada a mejorar el control y monitoreo de la salud, en muchos países se la denomina redes biowireless, debido a que se convierten en redes para solucionar los problemas de la salud, donde a través de la red inalámbrica se conectan los dispositivos médicos, para lograr monitorear el comportamiento de una o varias patologías en un paciente, sin importar la distancia y el lugar.

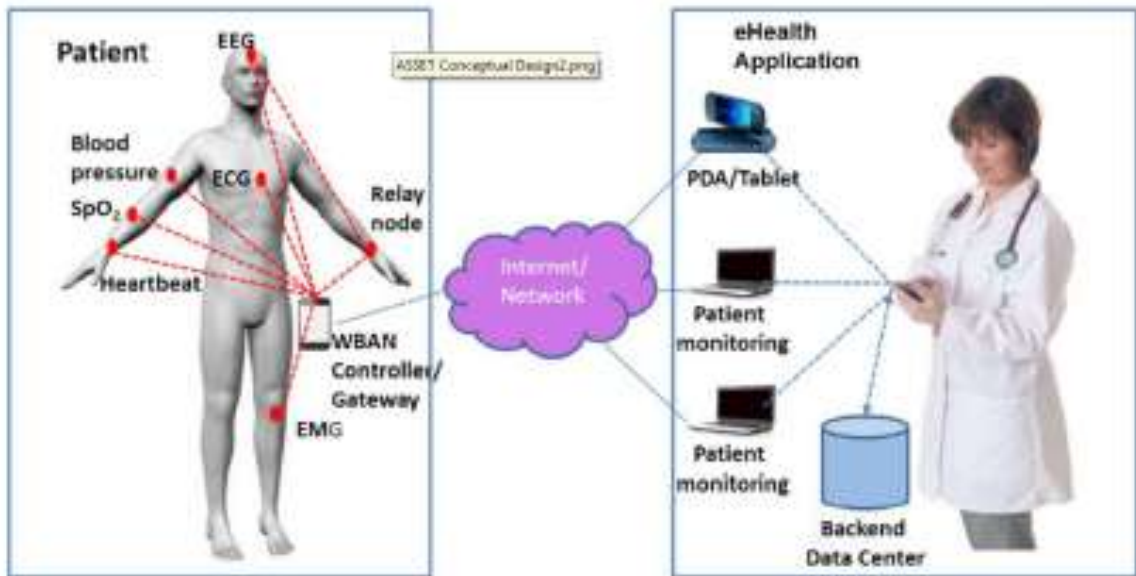


**Figura 8:** Internet de las cosas en la salud (Islam, Fathy, Wang, Kuhn, & Mahfouz, 2014)

En la figura anterior se aprecia claramente como los diferentes elementos que giran alrededor de la atención de un paciente, se articulan con las diferentes redes, internacionalizándose a través de IoT para mejorar la calidad de vida de los pacientes, llevando un mejor control y monitoreando sus cambios sintomatológicos en todo momento, sin embargo, desarrollar este tipo de tecnologías en el Ecuador, todavía mantiene costos elevados, pero ya existe estudios para su implementación en el país.

Es importante mencionar como el uso de diferentes redes permiten un mejor control, a tal punto que todos los signos vitales son monitoreados en un sistema en línea, estableciendo alertas a los supervisores que serían los médicos y familiares del paciente, en la figura 9 se aprecia la forma de monitorear los comportamientos del paciente, obteniendo la presión sanguínea, temperatura, entre otros, a través del uso de sensores e integrando las diferentes tipos de redes, para ser monitoreados de manera remota.





**Figura 9:**Articulación de redes de área corporal a IoT (Berhanu, Abie, & Hamdi, 2013)

En la figura anterior se aprecia como al obtener la información en red de área corporal (BAN), la información se transmite usando los puertos de una red inalámbrica de área corporal (WBAN), para llegar a otro punto, donde se registra sus datos en base de datos y el médico puede monitorear para su toma de decisiones de acuerdo con los datos obtenidos; de esta manera se sincronizan las cosas dando vida al aporte de IoT en la salud.

## **1.8 Resumen**

El Internet de las Cosas permitirá la integración de varias tecnologías obteniendo una nueva forma de mover los conceptos tecnológicos y aplicarlos a diferentes contextos de la realidad donde se lo aplique.

Su implementación mejorará las experiencias de los usuarios y proyectará nuevos cambios en los hábitos de vida de las personas, por cuanto desde un teléfono inteligente se podrá tomar decisiones de los dispositivos que tenemos en casa, en oficina o área de trabajo, además se debe considerar las ventajas como las desventajas que va a ofrecer el uso de estas nuevas tecnologías.

En el Ecuador, así como en algunos países de Latinoamérica su uso será paulatino, debido a los cambios culturales que deben ir tomando aceptación en los diferentes sectores donde se los aplique.

Se espera su aporte en la agricultura, ganadería, empresas y sector público de manera lenta, sin embargo las universidades deben contribuir mediante la investigación al desarrollo de prototipos que permitan establecer la importancia de su implementación.

# CAPITULO II: INTERNET DE LAS COSAS EN AGRICULTURA

## OBJETIVOS

Establecer los elementos y la arquitectura que intervienen en Agricultura de Precisión.

Identificar las etapas que se desarrollan en Agricultura de Precisión.

Presentar las diferentes aplicaciones que se pueden realizar con el uso de sensores remotos como paso previo al desarrollo de Agricultura de Precisión.



## 2.1 Introducción

El Ecuador a lo largo de los años ha basado su economía en la agricultura, siendo una fuente de ingreso que ha permitido en la región costa apuntalar la economía nacional, especialmente en las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos y El Oro, por la fuerte producción de banano existente.

Desde 1948, se tiene estimado el inicio de la actividad bananera en el país, convirtiéndose poco a poco en la fuerte de economía que sustenta al desarrollo del país, desde sus inicios la producción de banano fue desarrollándose de manera empírica, y poco a poco las universidades aportaron con profesionales que implementen mejoras a este sector.

En la última década el Ecuador ha diversificado la producción de otros productos, tal es el caso del mango, papaya y otros frutos, generando en algunos casos ya industrialización de la materia prima para ser exportado a mercados internacionales.

Sin embargo, esto no ha sido obstáculo para seguir desarrollando nuevas innovaciones tecnológicas aplicadas al campo de la agricultura, sobre todo cuando se busca apuntalar su producción y ser el soporte que espera la humanidad en los próximos años.

Un tercio de la población en el mundo sustenta su economía en base a la producción agropecuaria, siendo una actividad que aporta al desarrollo de las sociedades que lo realizan (Social, 2013).

Además, se puede establecer que en 30 años la producción agrícola en el mundo debe triplicarse, con la finalidad de abastecer a la población que se proyecta para esos años, sin embargo, se considera importante el desarrollo de nuevas técnicas e innovaciones tecnológicas que permitan mejorar la producción y optimizar recursos en este campo.

Uno de los aportes importantes es la implementación de agricultura de precisión, la misma que busca con el uso de la tecnología desarrollar innovaciones que mejoran la producción y calidad del producto, además de la optimización de los recursos a los productores.

La agricultura de precisión busca integrar una serie de tecnologías a los procesos productivos, logrando optimizar recursos y ser eficiente en el uso de variables asociadas al suelo, agua y cultivo (Sreeram, Kumar, & Bhagavath, 2018).

Esta nueva tendencia de la mano de la tecnología permite unificar diferentes medios e integrarlos a través del internet con la finalidad de brindar una toma de decisiones apegado a la situación real en la producción.

La agricultura de precisión dio sus primeros pasos en Estados Unidos obteniendo resultados importantes en la gestión del suelo y cultivo, aplicándose paulatinamente en otros países (Plumb, 2000).

La aplicación de tecnología en la medición de las variables asociadas al clima, humedad, tipo de suelo, facilita el análisis de la información para ser aplicada en la gestión agropecuaria (Ramírez, O. Orozco, A., 2015).

Los elementos que mide la agricultura de precisión permiten a través de los sensores cumplir las actividades de recolección de información primaria, para luego ser procesada y presentada en interfaces software para la toma de decisiones.

## **2.2 Elementos que intervienen en Agricultura de Precisión**

La agricultura de precisión se convierte en una técnica que permite optimizar los recursos, con la finalidad de generar toma de decisiones, las mismas que utilizan diferentes medios para realizarlo.

A continuación, se detallan algunos elementos que le dan vida a la agricultura de precisión:

### **GPS**

Los dispositivos GPS son sistemas de posicionamiento global que permiten ubicar las coordenadas de un punto a través de la triangulación satelital, con el objeto de obtener sus coordenadas en longitud y latitud.

En la Agricultura de Precisión su uso permite evaluar el recorrido realizado por los vehículos, permitiendo conocer los espacios recorridos, los tiempos y controlar las actividades realizadas, para establecer las rutas óptimas de recorridos.

### **Tecnología de tasa variable (VRT)**

Los VRT permiten realizar la toma de decisiones para la aplicación de fertilizantes, pesticidas, herbicidas, agua y suplementos necesarios para el cultivo de manera autónoma y dependiente del lugar, por ende, su utilización es muy importante para el desarrollo de Agricultura de Precisión.

El uso de esta tecnología permite tener un amplio conocimiento del comportamiento del cultivo, de tal manera que en base a estas orientaciones se pueda inferir de manera técnica el control de la producción.

### **Sensores remotos**

El sensor remoto en la Agricultura de Precisión toma importancia, por convertirse en la primera entrada al sistema de información, estos sensores logran medir el comportamiento del entorno donde se desarrolla la AP.



Los sensores permiten obtener información acerca de la condición del suelo, crecimiento de las plantas, infestación de plagas, niveles de agua y fertilizantes de los diferentes cultivos, a fin de evaluar constantemente su comportamiento, para luego tomar decisiones.

Es importante identificar las diferentes plataformas satelitales para lograr obtener los datos que permitan estudiar de mejor manera el comportamiento de la vegetación.

Para el presente estudio se tomaron las imágenes satelitales obtenidas del SENTINEL, el mismo que tiene diferentes misiones con propósitos diferentes, en la siguiente figura se detalla los tipos de misiones y su aplicabilidad en las diferentes áreas.

Misión	Satélite o instrumento	Sensor	Objetivo	Resolución temporal (días)
Sentinel-1	Satélite en órbita polar	Radar de Apertura Sintética (SAR) banda C	Deslizamientos, incendios, inundaciones y deshielo	12 con un satélite, 6 con 2 satélites
Sentinel-2	Satélite en órbita polar	Instrumento Multiespectral (MSI), continuación de SPOT y Landsat	Cambio de uso de suelo, agricultura, incendios, ayuda humanitaria	10 con un satélite, 5 con 2 satélites
Sentinel-3	Satélite en órbita cercana a polar	Instrumento de Color del mar y tierra (OLCI), radiómetro de temperatura del mar y superficie terrestre (SLSTR), radar de Apertura Sintética (SAR), altimetría (SRAL), radiómetro de Microondas (MWR)	Vigilancia y monitoreo de la vegetación, topografía superficial de los mares y estudios oceanográficos	1-2
Sentinel-4	Instrumento embarcado en satélite Meteosat en órbita estacionaria	Espectrómetro	Composición química de la atmosfera y calidad del aire	1 hora (Europa y el Norte de África)
Sentinel-5	Instrumento embarcado en satélite MetOp en órbita polar	Espectrómetro	Seguimiento del agujero en la capa de ozono y contaminación troposférica	1
Sentinel-6	Instrumento altímetro radar para seguir la misión Jason-2	Altímetro de radar de alta precisión	Niveles del mar, velocidad y dirección de las corrientes marinas y calor que almacena el océano	10

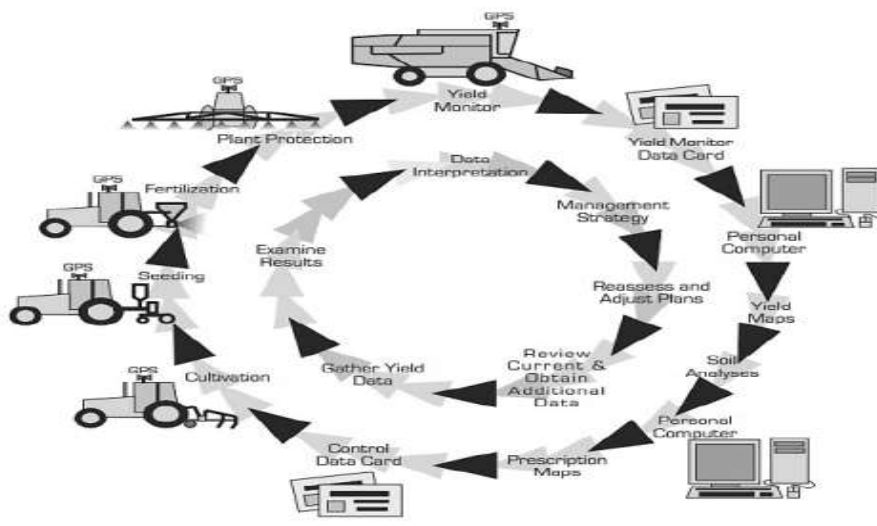
**Figura 10:**Áreas de estudio de misión Sentinel (Mas, 2016)

### Sistemas de toma de decisiones

Estos sistemas reciben datos a través de sensores remotos, sistemas de posicionamiento global (GPS), entre otros; procesando los datos en información que facilite la toma de decisiones en el riego, cultivo, aplicación de pesticidas, etc.

Estos elementos se ven aplicados en la figura siguiente, donde se aprecia su integración a través de la Agricultura de Precisión, relacionándose entre sí para tributar al sistema de toma de decisiones.





**Figura 11:** Esquema general de Agricultura de Precisión aplicado a un cultivo (**Precision Farming , 2009**)

En el esquema se aprecia el uso de GPS, el cual permite obtener los datos de las coordenadas por donde recorrió la maquinaria para el cultivo, luego son enviados a través de las diferentes tecnologías WIFI, bluetooth, a fin de ingresar al sistema de toma de decisiones, el mismo que permitirá procesarlos, facilitando a los encargados la toma de decisiones.

### **Aeronaves pilotadas remotamente (DRON)**

Los drones permiten la obtención de imágenes a fin de controlar las variables agroclimáticas que se observan desde el aire, luego estas tomas pueden ser ingresadas a sistemas para en base a los patrones de colores, lograr establecer el comportamiento del cultivo.

### **Tipos de Drones**

El UAV (Unmanned Aerial Vehicle), dron (zángano) o VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado) de uso civil, es considerada como una aeronave no tripulada la misma que se controla de manera remota (Addati & Pérez, 2017).

El dron es actualmente la herramienta que permite llevar en su misión de vuelo, diferentes instrumentos como cámaras que permitan medir la vegetación, el suelo o cualquier otra variable que pueda ser evaluada a través de sensores.

Actualmente los drones pueden ser de dos tipos:

- Ala fija
- Ala rotativa

Cada tipo de dron puede realizar un tipo de actividades de tal manera que el dron de ala fija, como se muestra en la imagen siguiente ayuda a realizar misiones que sobre vuelen un área de trabajo y tome fotos de diferentes puntos de estudio.



**Figura 12: Dron de Ala fija (Addati & Pérez, 2017)**

En la parte inferior tiene un canal que le impulsa al dron de ala fija, de tal manera que lo lanza al espacio, pero esto requiere un lugar amplio de trabajo, para poderse levantar, lleva una hélice en la parte inferior que se convierte en el motor que lo mantiene en vuelo.

Los drones de ala rotativa permiten ingresar a lugares que el dron de ala fija no llega, por cuanto su forma de volar es en un solo sentido, mientras que este se desplaza en diferentes recorridos, como se muestra en la figura siguiente:



**Figura 13: Dron de ala rotatoria (Addati & Pérez, 2017)**

Actualmente en el mercado existe una gran cantidad de modelo de drones, sin embargo, es importante saber utilizarlo y adaptarle los accesorios que permitan convertirse en una herramienta de trabajo para la actividad donde se vaya a desarrollar.

Para Agricultura de precisión se dota al dron de una cámara NIR (Infrarrojo cercano), la cual permite obtener la imagen de trabajo, para ser procesada generando nueva información de estudio; lo importante es conocer la escala de resolución de imagen para ser analizada adecuadamente mediante la aplicación de técnicas de teledetección.

### 2.3 Arquitectura de trabajo

En la Agricultura de Precisión, los elementos se relacionan entre si a través de su arquitectura, la misma que cuenta de tres partes generales, logrando estructurarse de la siguiente manera:

Arquitectura Tecnológica

Arquitectura de datos

Arquitectura de Sistemas de Información

En la tabla siguiente se establece la descripción y uso de cada parte de la estructura en la Agricultura de Precisión:

**Tabla 4:** Descripción de la arquitectura de AP

Tipo de Arquitectura	Descripción	Tipos de dispositivos
Arquitectura tecnológica	Se establecen los componentes y dispositivos electrónicos que se interrelacionan en el sistema de AP.	Sensores GPS Dron
Arquitectura de datos	Permite establecer las pautas para la organización de datos a fin de ingresar al sistema de información para la toma de decisiones	Computador
Arquitectura de Sistemas de Información	Permite el desarrollo de la arquitectura necesaria para la elaboración del software que permita el ingreso de información para tomar decisiones	Computador

**Fuente:** Los autores

La Agricultura de Precisión, se ha convertido en una estrategia técnico-administrativa que permite su aplicación en las diferentes áreas de la agricultura, sin embargo, en la provincia de El Oro no se han desarrollado prototipos que permitan observar su utilización real.

Esta técnica al momento puede ser utilizada por los grandes productores bananeros, al momento sus costos no permiten su implementación en los

medianos y pequeños productores, sin embargo, se pueden desarrollar prototipos a bajo costo.

## 2.4 Etapas de la Agricultura de Precisión

Se puede identificar las etapas de la agricultura de precisión en la figura siguiente:

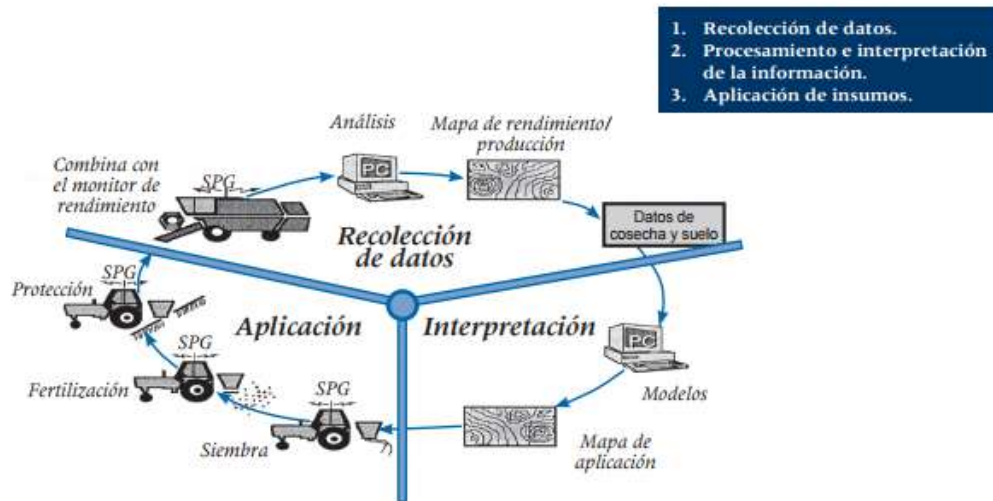


Figura 14: Etapas de la Agricultura de Precisión (Chartuni, 2007)

Dentro de cada etapa se obtiene datos significativos que tributan a la interpretación de la información en la parte final, en la cual cada una cumple un función específica, es así que en la recolección de los datos se debe implementar una serie de equipos que ayuden a través de sensores a obtener los datos asociados a las variables del suelo, siendo fundamental la integración de varias tecnologías; en la etapa de interpretación esos datos deben ser analizados a través de un sistema de información que facilite la toma de decisiones, una vez que se tenga claro el panorama, se logre la aplicación en base a los datos obtenidos.

Además, en la fase final se facilita el desarrollo y uso de los mapas de rendimiento, los mismos que son obtenidos al momento de integrar los diferentes datos, logrando identificar por zonas, las áreas que requieren mayor concentración de trabajo, optimizando tiempo, trabajo y recursos.

Es importante en todo momento ir filtrando y validando los datos, de tal manera que el resultado sea el esperado y facilite la toma de decisiones, sustentadas en el correcto procesamiento de los datos, por consiguiente en la tabla siguiente se establece las características de cada etapa.

**Tabla 5: Etapas de la Agricultura de Precisión**

<b>ETAPA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INVOLUCRADOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
RECOLECCIÓN DE DATOS	Esta etapa permite la obtención de los datos de la superficie de estudio.	Sensores GPS Imagen satelital Big Data	Los sensores permiten medir el comportamiento de la actividad requerida.  GPS permite obtener información del recorrido realizado y tiempos  Imagen satelital permite realizar el cálculo del NVDI, EVI a fin de identificar el comportamiento de la superficie de estudio.
Procesamiento e interpretación de datos	En esta actividad una vez obtenido los datos de los diferentes involucrados se realiza el procesamiento de los datos	Big Data	Big Data permite procesar la información obtenida de los diferentes involucrados
Aplicación de insumos	Una vez procesada la información de los involucrados obtenemos los insumos suficientes para la toma de decisiones	Equipos Personal	Atender específicamente el área que requiere mayor atención, con la finalidad de minimizar gastos y optimizar recursos.

**Fuente:** Los Autores

En base al análisis de la tabla, el resultado final le brinda al productor la experiencia de establecer específicamente las zonas que realmente necesitan atención, sin embargo, lo fundamental es medir la mayor cantidad de variables y asociar los rendimientos al análisis multivariado que se realiza, a fin de tener mejores resultados en la producción.

## 2.5 Aplicaciones

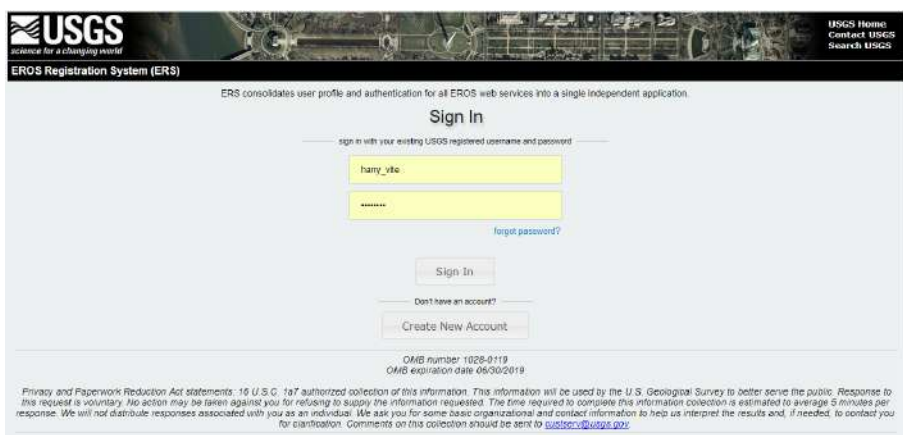
### 2.5.1 Análisis de imágenes satelitales en áreas específicas

Para obtener información satelital, se debe tener en cuenta algunas consideraciones relacionadas a la plataforma a utilizar, la fecha de la imagen, y nubosidad que se pueda presentar al momento de realizar la digitalización, lo que permitirá la obtención imágenes satelitales que describan de mejor forma el comportamiento de la superficie terrestre a estudiar, de tal manera que se logre identificar imágenes puras del área de trabajo.

Para empezar con la obtención de la información, se debe tener claro que la finalidad es poder obtener el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada NDVI, este índice permite establecer la cantidad y calidad de la vegetación de un área en estudio, a través de las bandas del espectro electromagnético que esa vegetación puede emitir, obteniendo información para realizar sembríos, mejora de suelo, riego, entre otras acciones que se pueden realizar.

Con este antecedente se debe tener en cuenta que la búsqueda de información es fundamental para realizar esta actividad, cabe destacar que la metodología para el análisis de imágenes satelitales consta de dos pilares fundamentales, el procesamiento de la data provista por los sensores remotos y la respectiva confirmación de esta, mediante tomas de muestras del terreno, para esto se puede hacer uso de diferentes medios que encontramos en la web, realizando las siguientes actividades:

**1.- Imagen satelital.** - Para obtener la imagen satelital se pueden utilizar varias plataformas, dependerá del tipo de imagen que genere el satélite sobre el cual se debe realizar la toma, el acceso a la plataforma se aprecia en la figura 15.



USGS  
science for a changing world  
EROS Registration System (ERS)  
USGS Home  
Contact USGS  
Search USGS

ERS consolidates user profile and authentication for all EROS web services into a single independent application.

### Sign In

sign in with your existing USGS registered username and password

username:

password:

[forgot password?](#)

Don't have an account?

OMB number 1028-0119  
OMB expiration date 06/30/2019

Privacy and Paperwork Reduction Act statements: 16 U.S.C. 197 authorized collection of this information. This information will be used by the U.S. Geological Survey to better serve the public. Response to this request is voluntary. No action may be taken against you for refusing to supply the information requested. The time required to complete this information collection is estimated to average 5 minutes per response. We will not distribute responses associated with you as an individual. We ask you for some basic organizational and contact information to help us interpret the results and, if needed, to contact you for clarification. Comments on this collection should be sent to [publicinput@usgs.gov](mailto:publicinput@usgs.gov).

Figura 15: Acceso a plataforma

**2.- Seleccionar el satélite.** - Existen diferentes tipos de satélites para el procesamiento de imágenes, razón por la cual se debe identificar sus características a fin de realizar la mejor toma, de tal manera que su data permite procesar la información adecuada para el estudio del suelo.



Para el uso de este tipo de estudios debemos escoger el Sentinel-2 el mismo que por su característica facilita la toma de datos del área de estudio. Las tomas obtenidas de Sentinel-2 ofrecen información de las longitudes de onda, permitiendo monitorear los cambios en la vegetación con una resolución de 10 metros (GeoCento, 2017).

Su nivel de detalle permite obtener imágenes que facilitan el estudio de los patrones de comportamiento del suelo, tal como se aprecia en la figura 16, brindando facilidad al momento de obtener la data.



**Figura 16:** Imágenes obtenidas de SENTINEL -2 (GeoCento, 2017)

Para el ejemplo de trabajo se utilizará la imagen satelital provista por la plataforma SENTINEL-2, en la cual luego de registrarse como usuario pueden acceder a la obtención de los datos.

Las imágenes satelitales permiten el estudio del suelo, tal como se aprecia en la figura siguiente.



**Figura 17:** Elementos de la etapa de adquisición de datos por teledetección (Florenzano, 2008)



En la imagen anterior se aprecia como el satélite permite medir la energía reflejada o emitida por el objetivo, luego esa energía registrada es transformada en señales eléctricas que posteriormente son enviadas a estaciones terrestres como imágenes para ser analizadas mediante las diferentes plataformas.

Luego se accede a la interfaz principal de la plataforma, para ubicar el área de donde se requiere acceder a la información, tal como se aprecia en la figura 18.

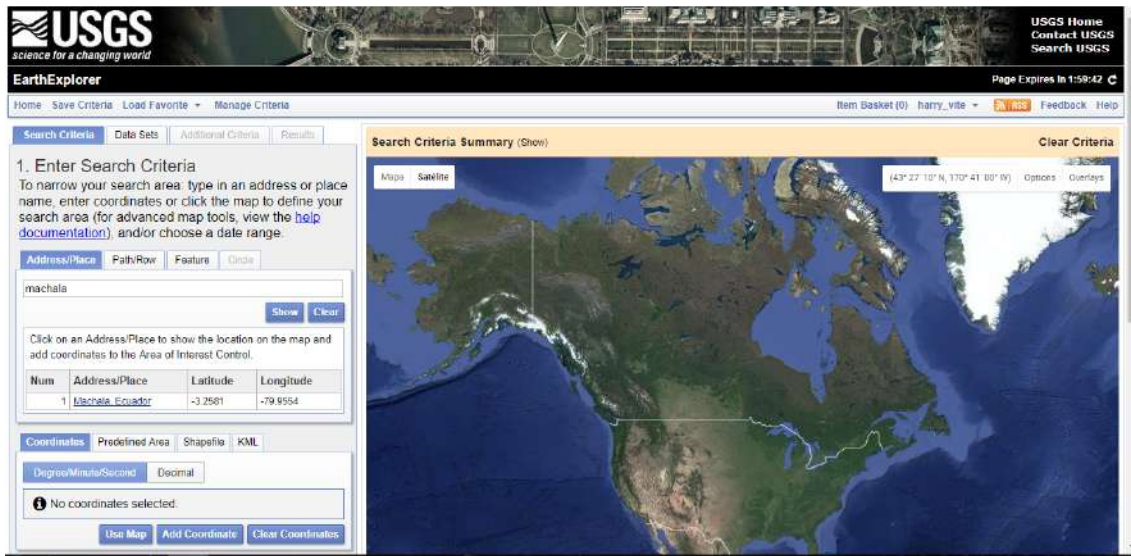
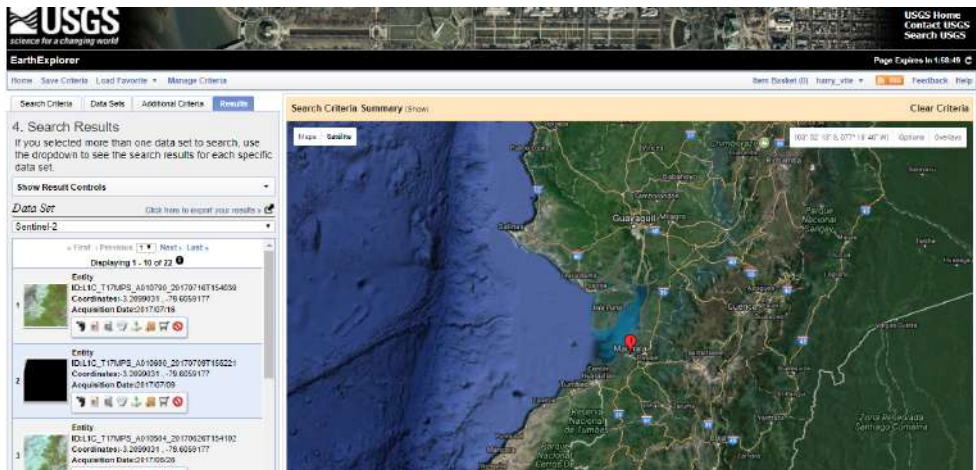


Figura 18: Ingreso de información de análisis

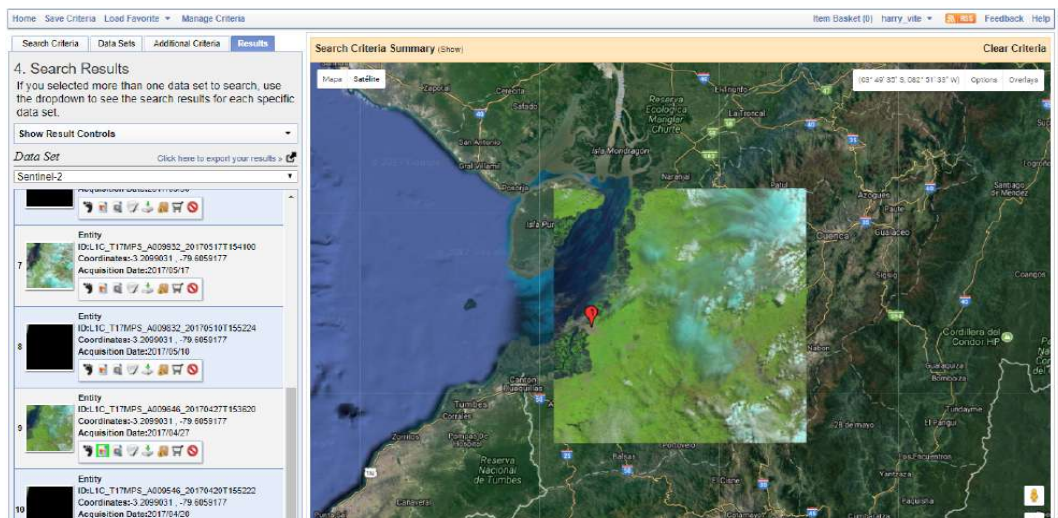
Al hacer clic en mostrar, debemos indicar el rango de fecha más cercana que deseamos obtener de la foto satelital a obtener, y el sistema satelital de donde lo vamos a obtener.

Luego se presentan una serie de imágenes tomadas por el satélite escogido, de tal manera que se debe ir estableciendo la mejor imagen para el objeto de investigación, tal como se muestra en la imagen figura 19.



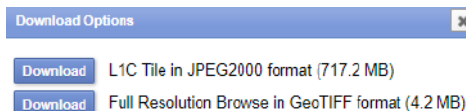
**Figura 19:** Acceso a imagen del lugar seleccionado

Como se puede apreciar ya se establece en primera instancia el acceso al lugar requerido, ahora de las imágenes obtenidas se debe obtener la que mejores condiciones presente, tomando en cuenta la nubosidad y la fecha reciente de la toma realizada por el satélite, tal como se aprecia en la figura 20, la fecha de toma realizada por el satélite es del 27 de abril del 2017.



**Figura 20:** Imagen con mejor enfoque de estudio

Luego procedemos a descargar las imágenes correspondientes en el computador, escogiendo la opción que contiene todas las imágenes de lo realizado por el satélite.



**Figura 21:** Descarga de mapas

Una vez descargada la información requerimos el uso de otra aplicación informática para procesar la información a nivel de detalle, con la finalidad de empezar el monitoreo de los datos obtenidos.

Es importante poner énfasis en las correcciones atmosféricas y radiométricas, ya que las imágenes satelitales deben ser procesadas con el fin de que puedan ser usadas como datos fiables para el estudio de un área de la superficie terrestre.

## PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATÉLITALES

Para realizar el procesamiento de las imágenes satelitales obtenidas, hacemos uso de varias aplicaciones, para esto se utilizará la aplicación gratuita QGIS la misma que luego de instalarse en su computador permitirá procesar la información.

QGIS es un sistema de información geográfica que permite el análisis de las imágenes obtenidas por diferentes medios, siendo una herramienta de código abierto, permite su uso y aplicación para la actividad a realizar.

El sistema de información geográfica mediante el uso de cualquiera de sus aplicaciones permite obtener un nivel de detalle amplio de las tomas realizadas de tal manera que un equipo multidisciplinario se puede analizar de mejor manera la captura realizada.

Es por esta razón que la información debe estar provista en capas, para poder trabajar con cada una de ellas, dependiendo de la información que se requiere para estudiar la superficie deseada.

Su adecuada utilización permite georeferenciar el shape o la zona de estudio de tal manera que se obtengan las coordenadas reales en longitud y latitud, por ende, aporta en gran medida al trabajo de la agricultura de precisión.

Una vez instalada la aplicación, se procede a cargar las imágenes obtenidas, de tal manera que se presenten las diferentes capas de estudio, tal como se aprecia en la figura 22.

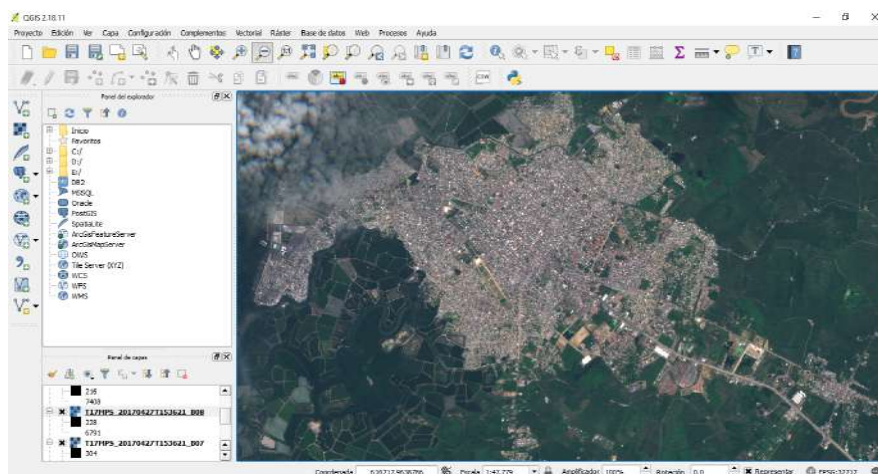


Figura 22: Procesamiento de imagen satelital



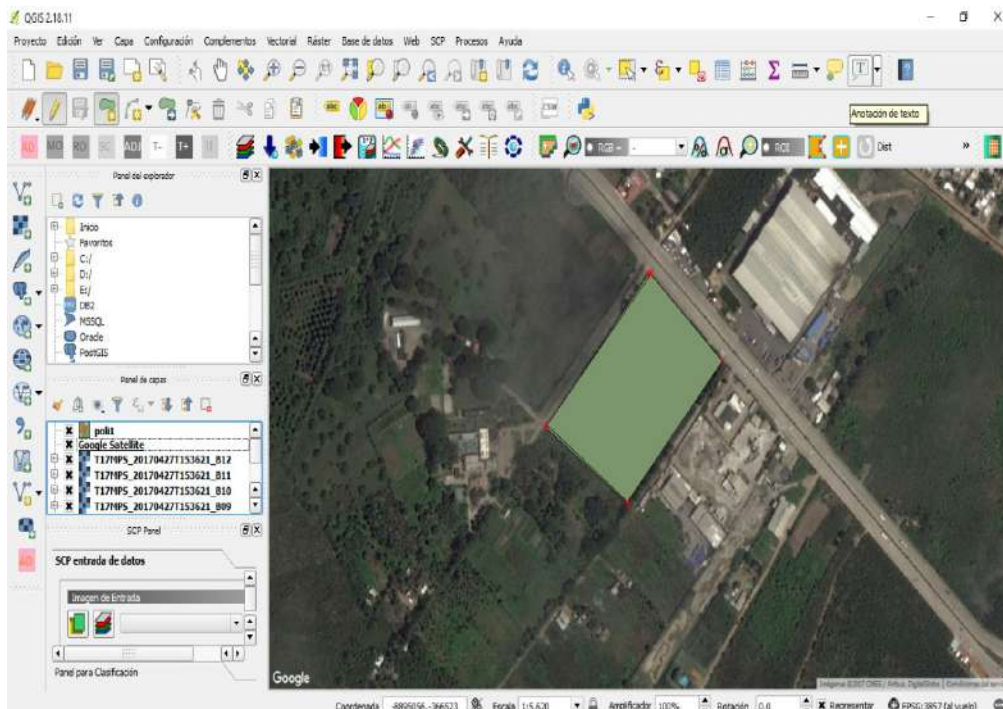
En la figura anterior, se aprecia claramente como de la imagen satelital se pudo procesar a un mejor nivel de detalle, permitiendo georeferenciar la imagen a fin de poder tener las coordenadas de trabajo para realizar estudios técnicos que la Agricultura de Precisión requiere, en la figura 23 se establece las diferencias del análisis obtenido.



**Figura 23:** Procesamiento de imagen satelital

Se puede apreciar como se ha procedido a realizar el primer análisis de las imágenes obtenidas, para luego establecer el procesamiento correspondiente para la toma de decisiones.

Luego se procede a identificar el área de estudio, para esto se debe cargar los plugin necesarios con la finalidad de ayudar al desarrollo del estudio, para eso en la imagen siguiente se aprecia el shape de estudio para este ejemplo.



**Figura 24:** Shape de estudio

Al momento de identificar el shape, se debe considerar su georreferenciación a tal punto que permita establecer claramente el área de estudio, logrando mantener el área de estudio.

Luego de tener identificado el shape, se procede a realizar los cálculos para la obtención del NVDI cuya formula se detalla a continuación:

$$NDVI = \frac{(IRC - R)}{(IRC + R)}$$

Los cálculos que se realizan son para nuestro estudio realizado con la ayuda de QGIS, logrando tener la imagen resultado que sujeta al análisis técnico profesional para tomar decisiones en riego, mejoramiento de suelo, entre otras variables que permiten evaluar el comportamiento de la superficie de trabajo.

Con la herramienta QGIS se procede a realizar el cálculo con las capas correspondientes, de tal manera que su resultado genere una vista gráfica de la realidad encontrada.

En la figura siguiente se aprecia el resultado del comportamiento de la superficie de estudio, de tal manera, se convierte en objeto de estudio para los agrónomos, logrando tomar las decisiones que permitan optimizar recursos, maximizar ganancias y obtener ventaja competitiva frente a la competencia.



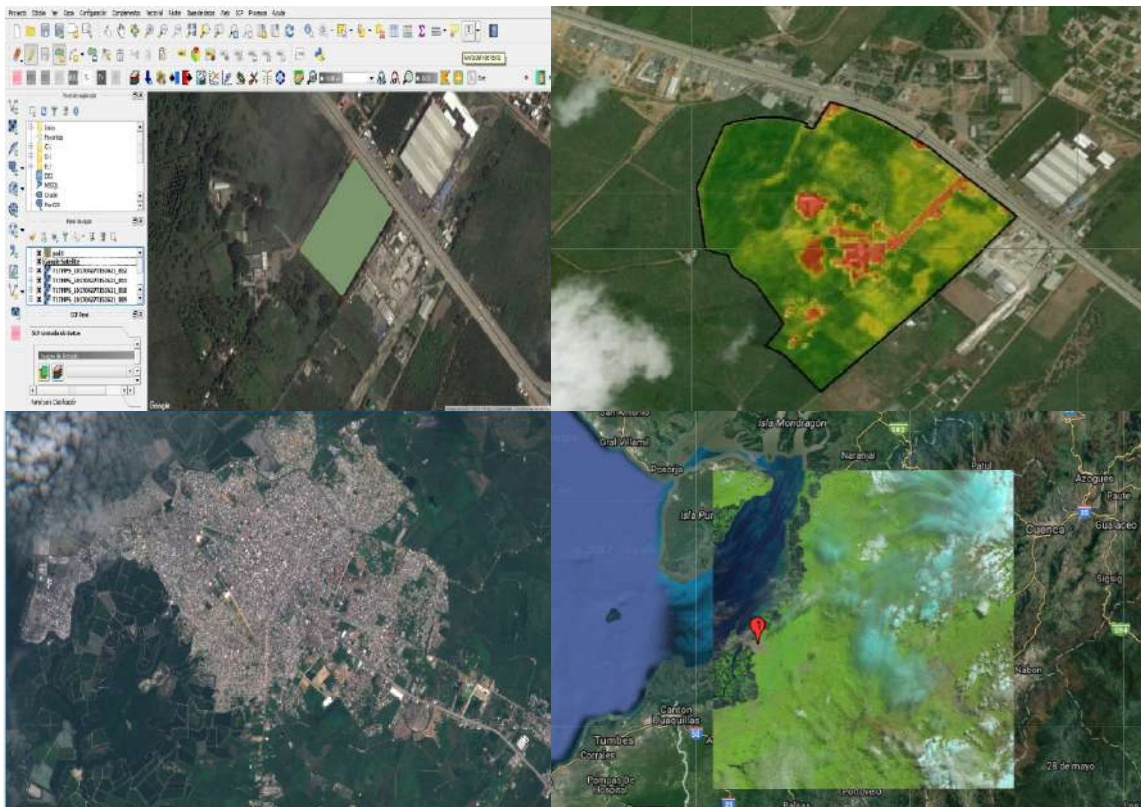
**Figura 25:** Imagen de análisis final

Luego de la obtención del cálculo del NVDI se procede a establecer la metodología de trabajo en situ que permita tomar las mejores decisiones desde el punto de vista agrícola, tomando en cuenta las consideraciones profesionales correspondientes.



Para esto es fundamental que el productor conozca de técnicas que le permitan dar solución a los problemas encontrados a través del mapa, y así invertir el máximo esfuerzo en las áreas donde exclusivamente se tienen problemas.

Finalmente se puede apreciar los 4 momentos que se desarrollaron para obtener el cálculo del NVDI, que permite ser el punto de partida para proceder a tomar decisiones que tributen a la producción agrícola, para esto los productores deben considerar este tipo de herramientas, que les permite establecer e identificar el comportamiento de la superficie de estudio, sin embargo, es fundamental las decisiones que se tomen de acuerdo a la experticia de los profesionales para mejorar las debilidades encontradas en el estudio.



**Figura 26:** Actividades realizadas para el cálculo del NVDI

La imagen anterior resumen los momentos realizados para la obtención del NVDI, empezando con la obtención de la data satelital, para luego ser tratado en QGIS, donde se identifica el shape de estudio para luego calcular el NVDI y con esa imagen final, proceder a la toma de decisiones desde el punto de vista agrario.

Es importante proyectar en la imagen sus datos debidamente georreferenciados, de tal manera que se puedan utilizar de manera vectorial,

para lograr una simetría mejor en la imagen, además se debe conocer claramente la escala de trabajo.

Con dichos datos, el productor deberá tomar las medidas pertinentes para su toma de decisiones, las mismas que buscan optimizar recursos, beneficiando al productor, al comprador del producto y al medio ambiente.

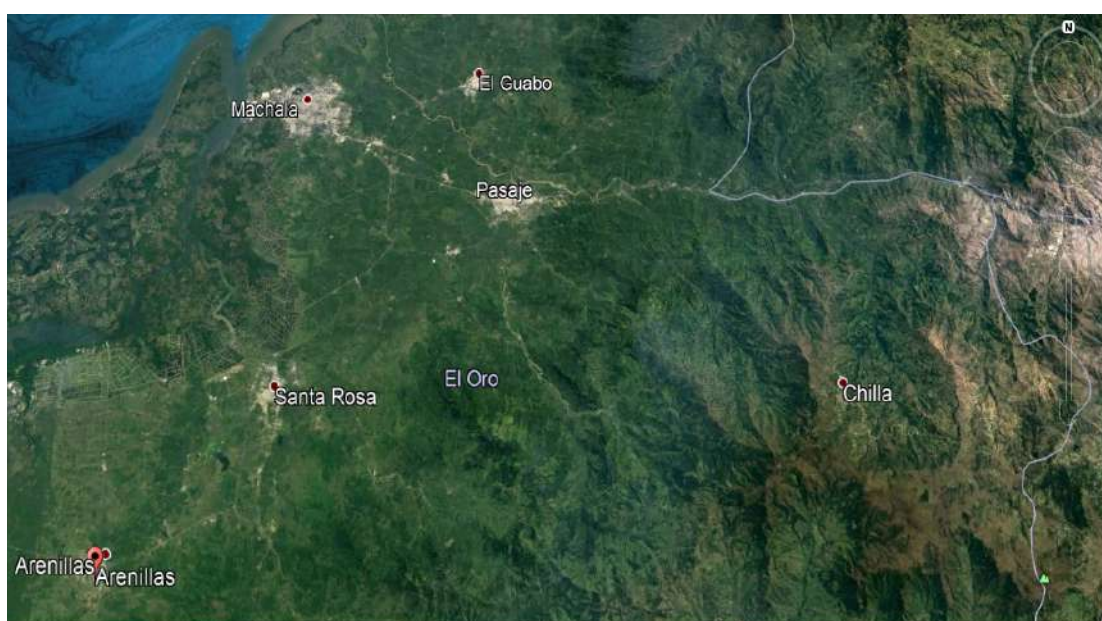


## 2.5.2 Análisis de imágenes satelitales con Sentinel – 2 en áreas grandes

Para realizar el procesamiento de imágenes en áreas grandes, bajo el mismo concepto se pueden utilizar diferentes plataformas satelitales a fin de obtener datos de los sensores remotos.

Para ejemplo se procederá a acceder a SENTINEL-2 y luego se descarga la data de un área que permita identificar los cantones donde se produce banano en la provincia de El Oro, de tal manera que se tenga el área regional para proceder a realizar los cálculos correspondientes.

En la figura siguiente se identifica la zona de estudio para proceder a obtener la imagen satelital.

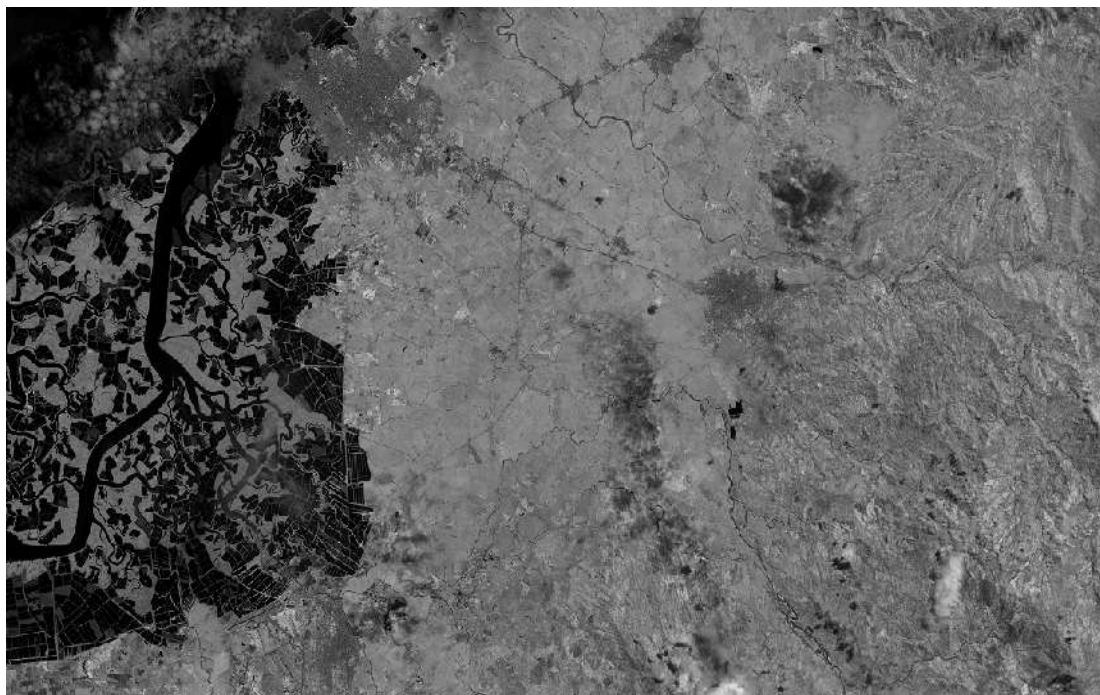


**Figura 27:** Área de estudio

Luego se identifica los datos descargados de la plataforma satelital, donde se descargan 13 capas, de las cuales se usan las que permitan realizar el análisis de los índices de vegetación.

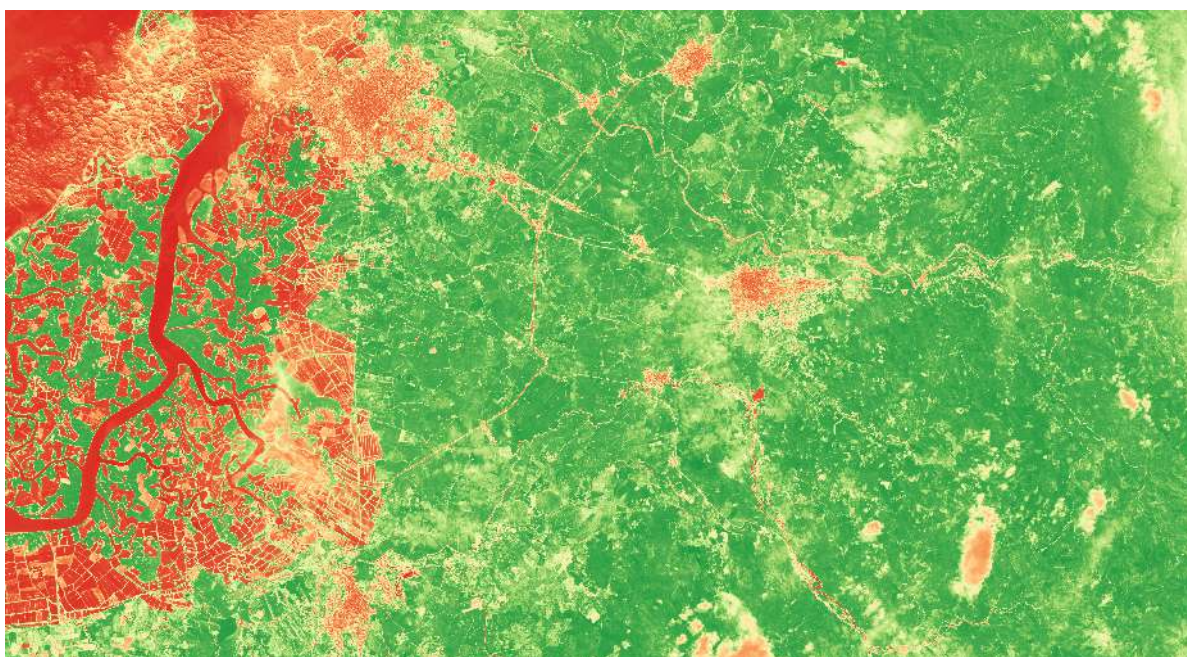
Se requiere el uso de técnicas de teledetección para realizar este procedimiento y generar el análisis de información para obtener el NDVI del área de estudio, para esto se debe considerar la toma realizada, a fin de evitar obtener una toma con demasiada nubosidad, la misma que puede afectar a la obtención de datos.

En la figura siguiente se presenta la primera valoración de la obtención del índice de vegetación normalizada.



**Figura 28:** Imagen resultado del área de estudio

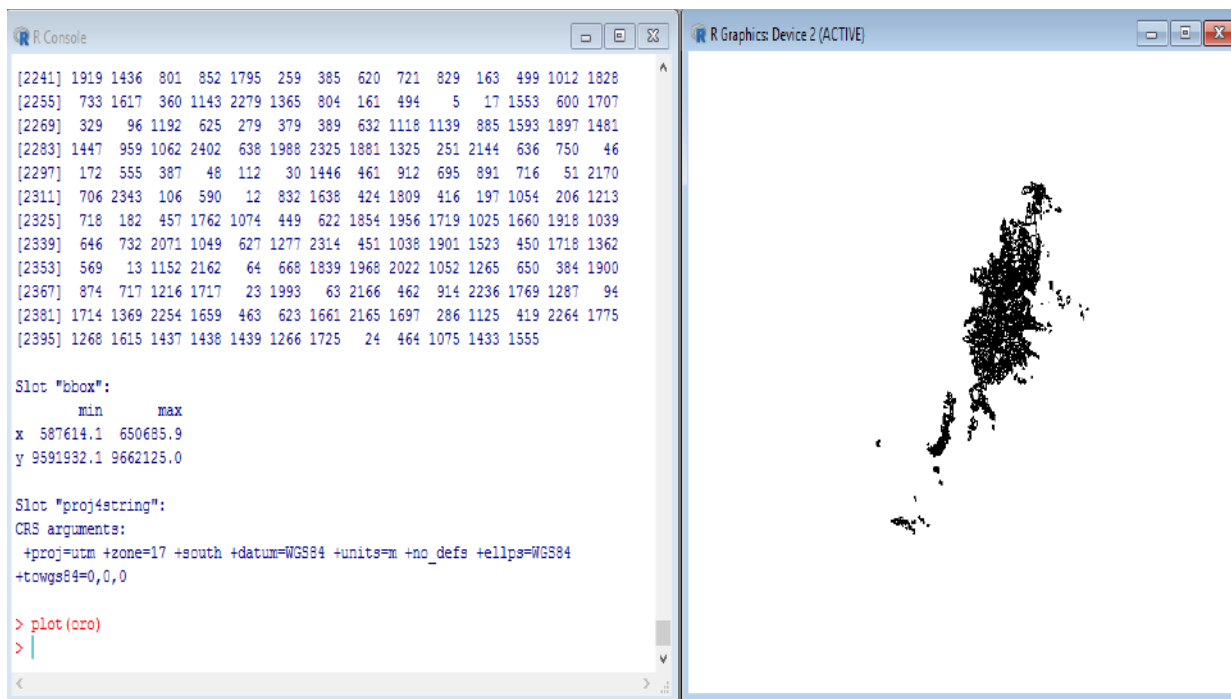
Con esta figura en mono color se procede a calcular el NDVI para la zona de estudio, presentándose los resultados en la figura 29.



**Figura 29:** Calculo del NDVI del área de estudio

Aquí se logra apreciar como es el comportamiento de manera visual el NDVI en la zona de estudio, dando como resultado diferentes valores, los mismos que permiten tener claro el panorama sobre el Índice de Vegetación Normalizada, luego a través de RStudio se procesa los datos obtenidos, como se aprecia en la figura siguiente.





**Figura 30:** Análisis de datos del área de estudio

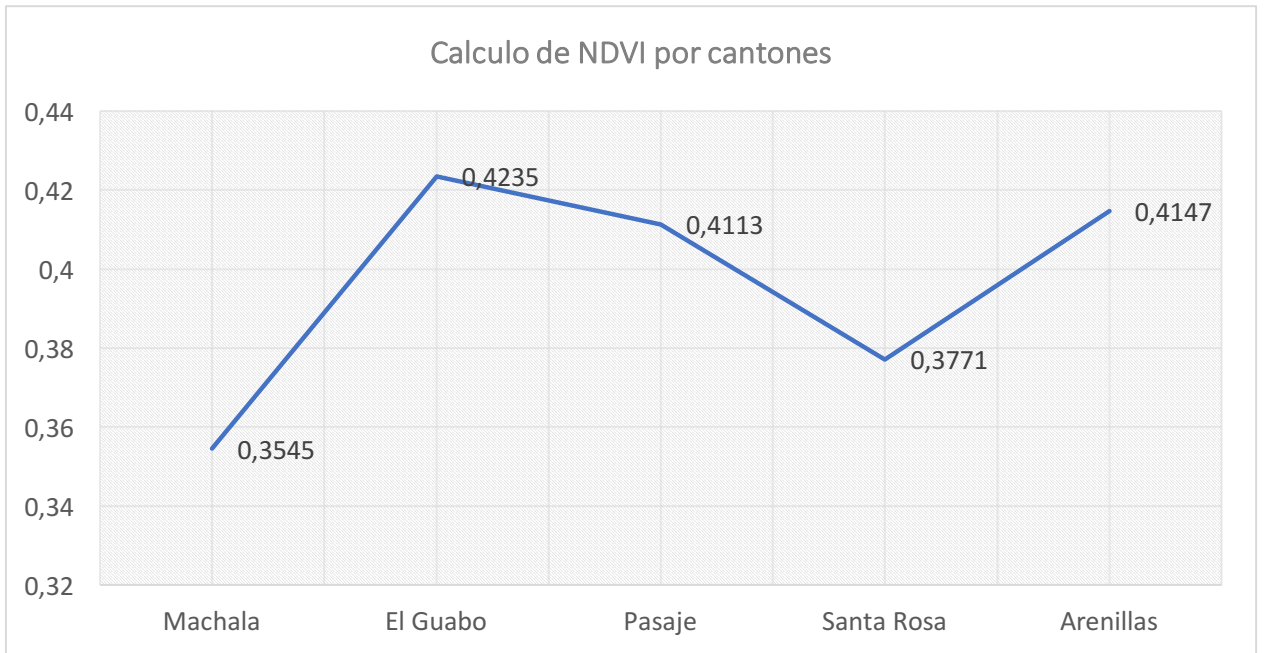
Estos datos permiten establecer el cálculo promedio por ciudades de la obtención del NDVI, para proceder a tomar decisiones que le permitan al productor la toma de decisiones referentes a los índices de vegetación, tal como se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 6:** Cálculos de NDVI

<b>Cantón</b>	<b>NDVI CALCULADO</b>	<b>NDVI PROMEDIO</b>
Machala	0.0867 - 0.8487	0.3545
El Guabo	0.0612 - 0.8421	0.4235
Pasaje	0.1599 - 0.7379	0.4113
Santa Rosa	0.1042 - 0.6422	0.3771
Arenillas	0.0706 - 0.6567	0.4147

**Fuente:** Los Autores

Luego en la figura siguiente se puede establecer el cálculo del NDVI en la zona de estudio, presentando El Guabo como el cantón que mayor NDVI tiene en la zona de producción bananera en la provincia de El Oro.



**Figura 31:** Datos obtenidos del área de estudio

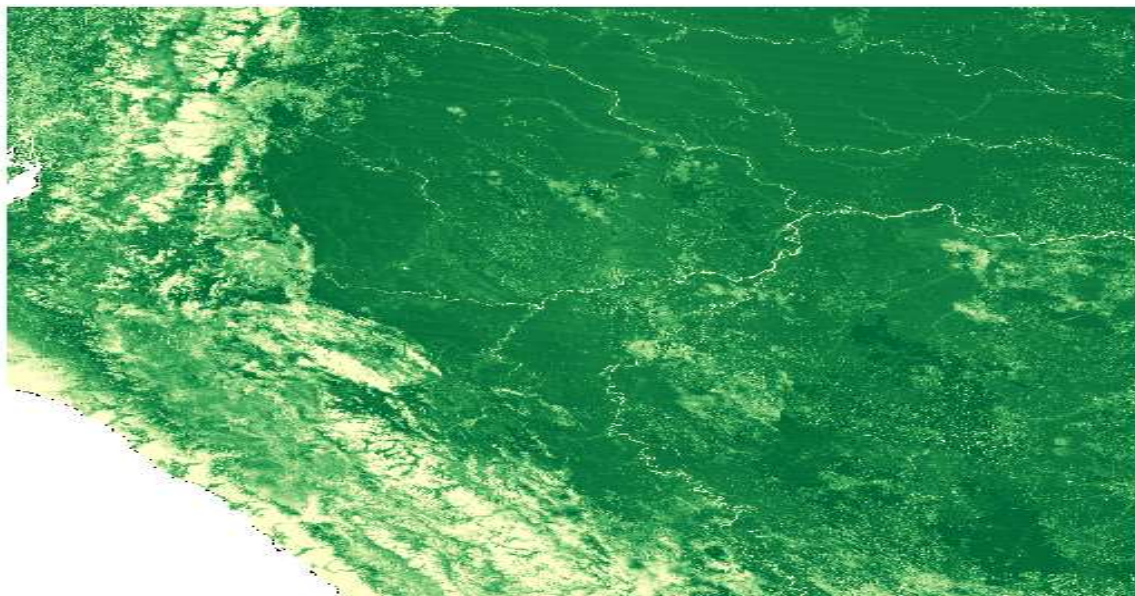
La información presentada resume los valores obtenidos de los sensores remotos, los mismos que fueron procesados para lograr generar las estadísticas correspondientes, estableciendo el comportamiento del NDVI por cantón.

### 2.5.3 Análisis de imágenes satelitales con imágenes MODIS en áreas grandes

La obtención de datos a través de sensores remotos puede ser obtenido a través de imágenes MODIS, las mismas que permiten tener una imagen más limpia y en promedio de 16 días, logrando a diferencia de SENTINEL-2 presentar calculados los valores del NDVI y IVG, facilitando al productor la obtención de la información.

Al igual que en SENTINEL-2 debe ser analizada a través de un Sistema de Información geográfica para georreferenciar y poder identificar los atributos resultados de la obtención de la data.

En la figura siguiente se observa como ya se obtiene calculados los valores de los índices antes mencionados.



**Figura 32:** Imagen MODIS del área de estudio

Luego estos datos deben ser analizados de manera estadística a fin de poder concluir el estudio, para esto se puede utilizar RStudio como software que permite el procesamiento de la información, tal como se muestra en la figura siguiente.

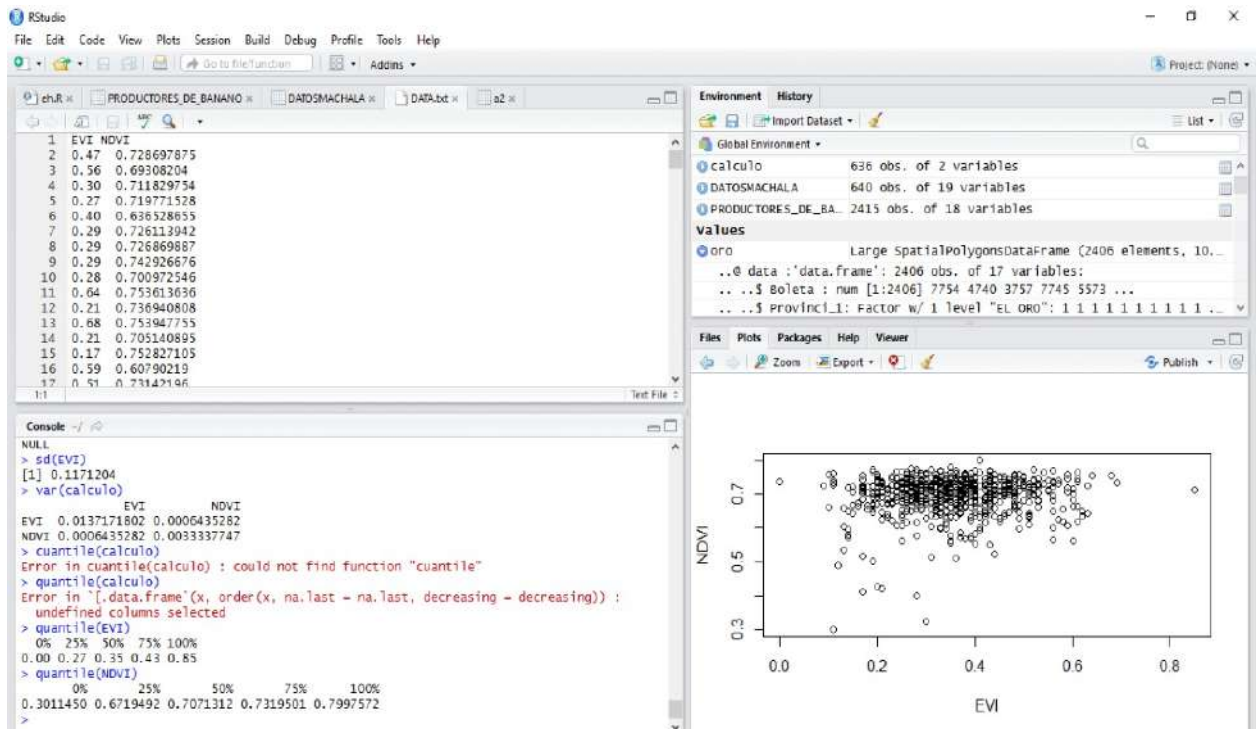


Figura 33: Procesamiento de los datos del área de estudio

Luego con estos datos calculados se cargar en el área de trabajo la zona de estudio de tal manera que se puede identificar a los productores de banano con los respectivos cálculos de NDVI y EVI, tal como se aprecia en la figura siguiente:

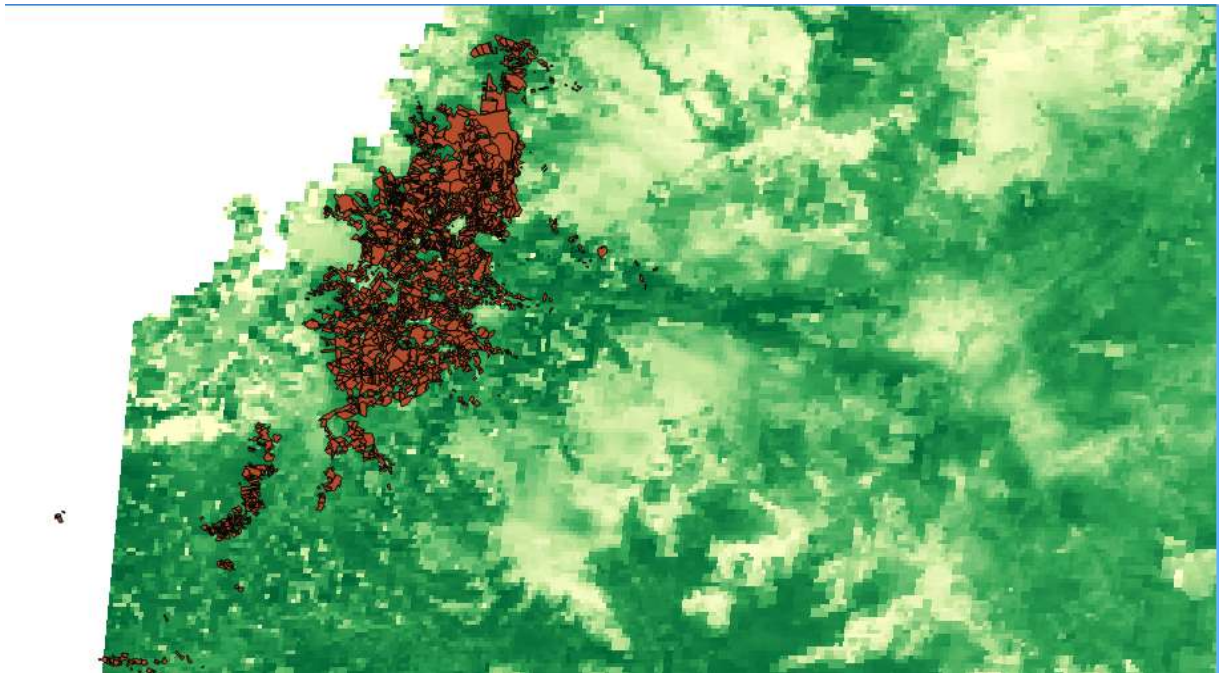


Figura 34: Área de estudio georreferenciada

Con esta información final se realizan los cálculos definitivos y se obtienen los patrones finales para ser analizados en territorio a fin de tomar decisiones de suelo, pesticidas, fertilizantes entre otras.

Es importante la valoración del informe final de estudio, de tal manera que se plantea la valoración de todas las variables que se analicen, presentando un informe final para la valoración de los productores.



#### 2.5.4 Análisis de NDVI y Cuencas Hidrográficas en la producción de banano

Para el presente estudio se utilizó las imágenes de la plataforma satelital SENTINEL-2, la misma que permitió obtener de cada cantón productor de banano su data correspondiente para proceder a analizarla y establecer el NDVI de cada uno los cantones de estudio.

Al momento de calcular el índice de vegetación normalizada a través de las bandas obtenidas, se aprecia la diferencia de valores obtenidos en cada cantón, para lo cual se diseñaron capas específicas para el estudio de las cuencas hidrográficas en la provincia.

Por ende, fue importante analizar el catastro bananero de la provincia de El Oro, para identificar las diferentes variables que pueden afectar a la productividad en los cultivos, presentandose información valiosa para la conclusión del trabajo.

#### NDVI Machala

Los cultivos de banano cercanos a Machala no cuentan con cuencas hidrográficas cercanos a sus cultivos por ende el NDVI observado de forma gráfica se comporta entre 0.428 y 0.647, tal como se aprecia en la imagen, teniendo valores de productividad diferentes a los obtenidos en otros cantones que cuentan con cuencas hidrográficas cercanas a los cultivos de banano, la información visual es presentada en tres momentos:

#### Momento 1: Visualización del área de estudio

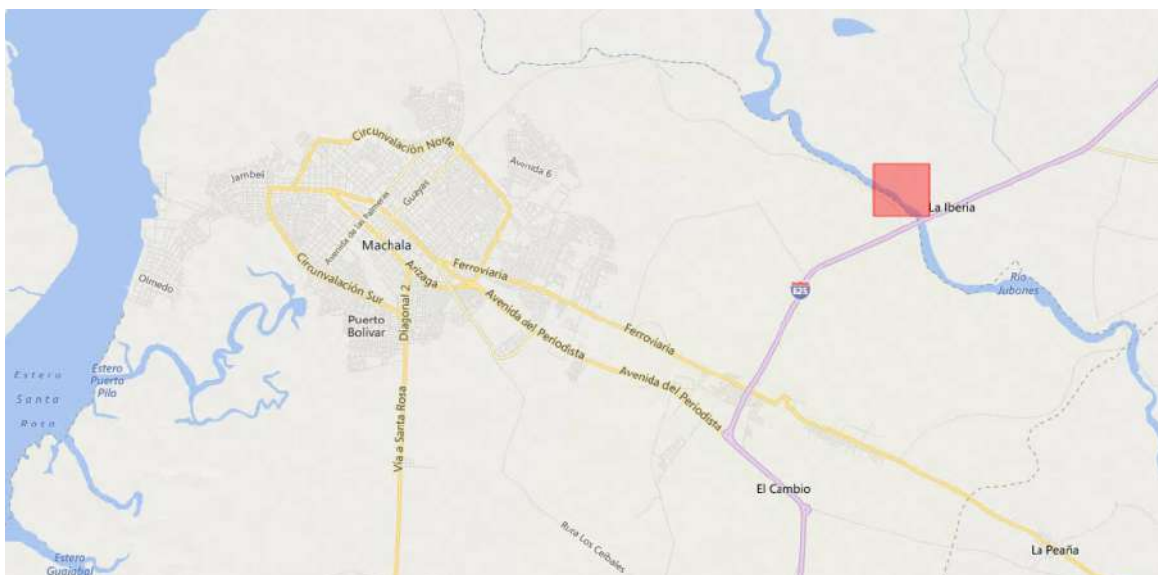


Figura 35: Visualización del área de estudio Machala

## Momento 2: Obtención de NDVI

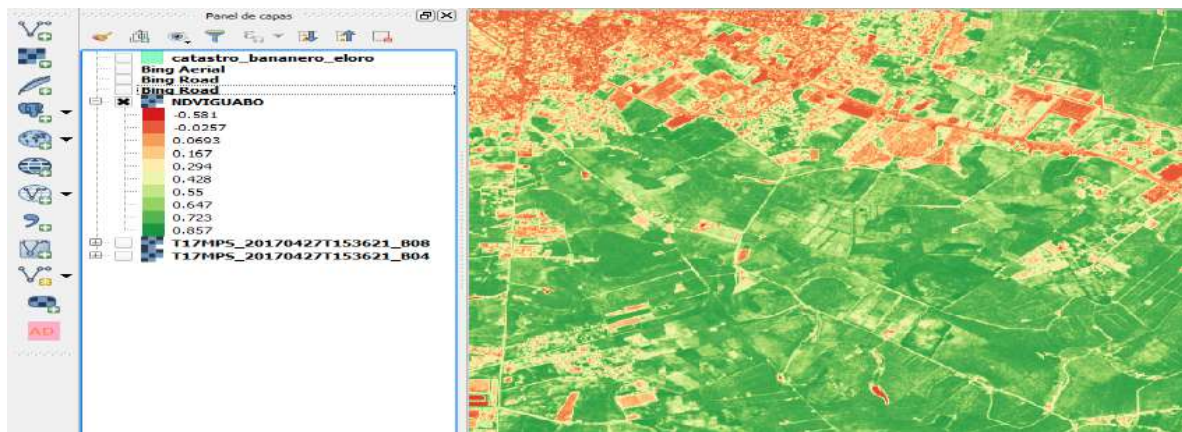


Figura 36: Obtención de NDVI Machala

## Momento 3: Asociación al Shape bananero

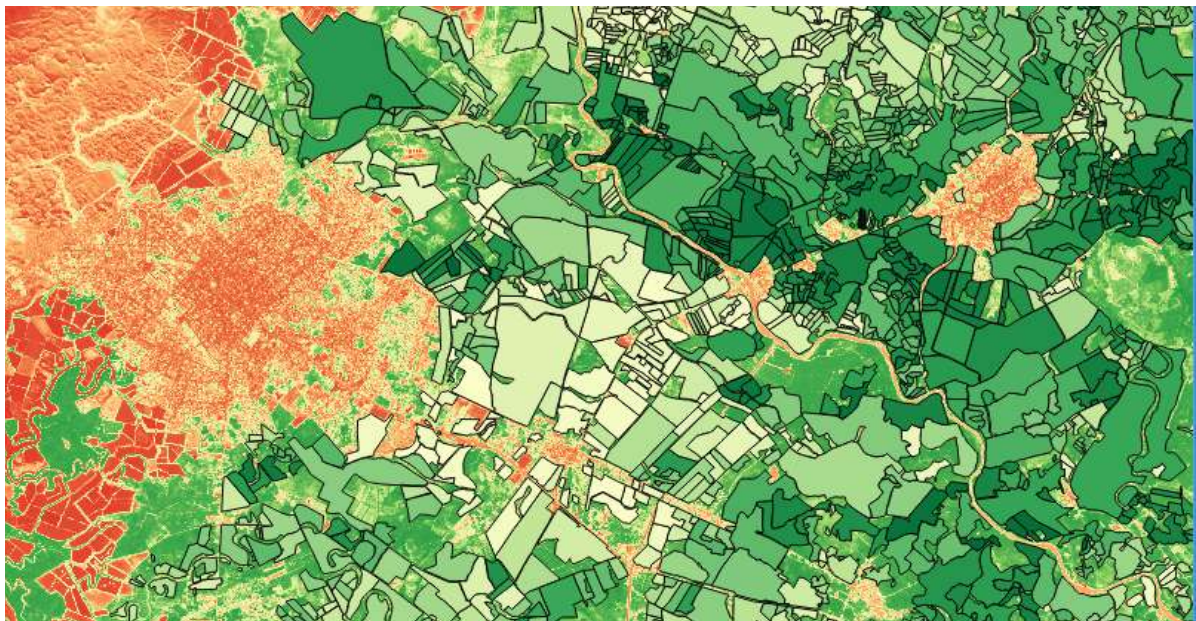


Figura 37: Asociación al Shape bananero Machala



## NDVI El Guabo

Los cultivos de banano cercanos a El Guabo cuentan con cuencas hidrográficas que pasan por sus cultivos, es así que el río Jubones cruza por los cultivos de banano, por ende, el NDVI observado de forma gráfica se comporta entre 0.647 y 0.857, tal como se aprecia en la imagen, teniendo valores de productividad más altos que en otros cantones, la información visual es presentada en 3 momentos:

### Momento 1: Visualización del área de estudio

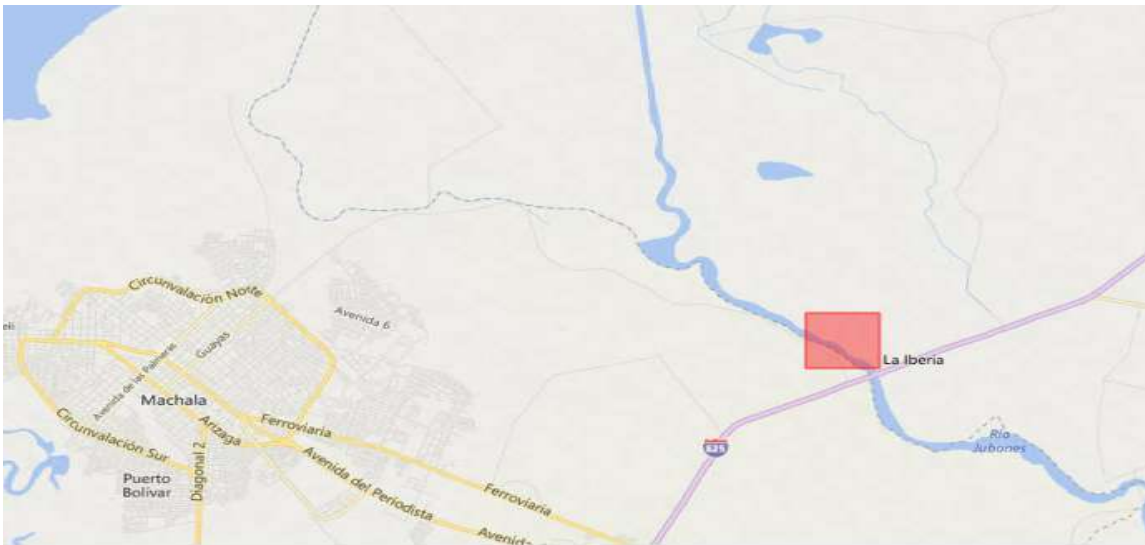


Figura 38: Visualización del área de estudio El Guabo

### Momento 2: Obtención de NDVI

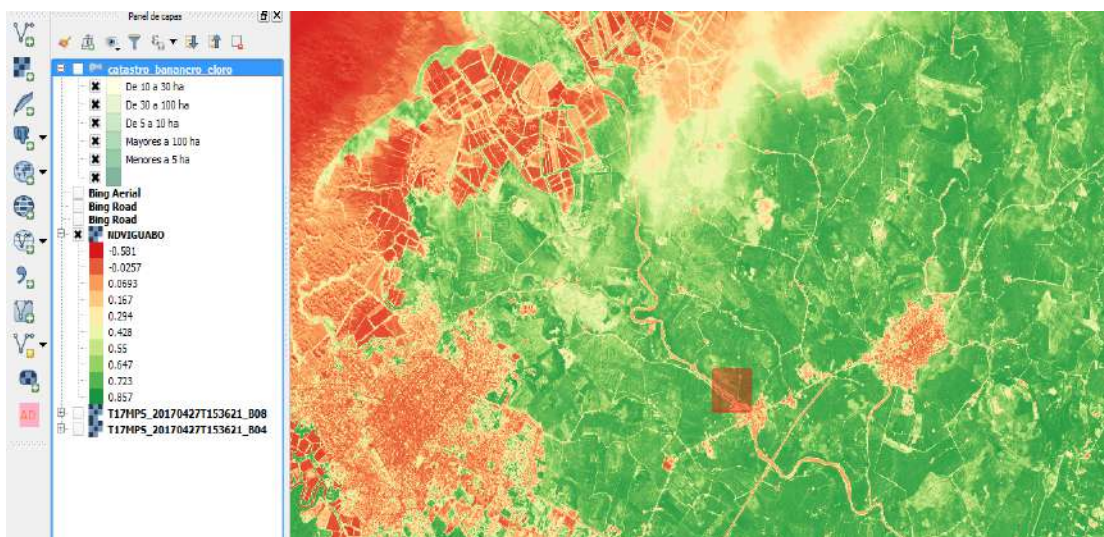


Figura 39: Obtención del NDVI El Guabo

### Momento 3: Asociación al Shape bananero

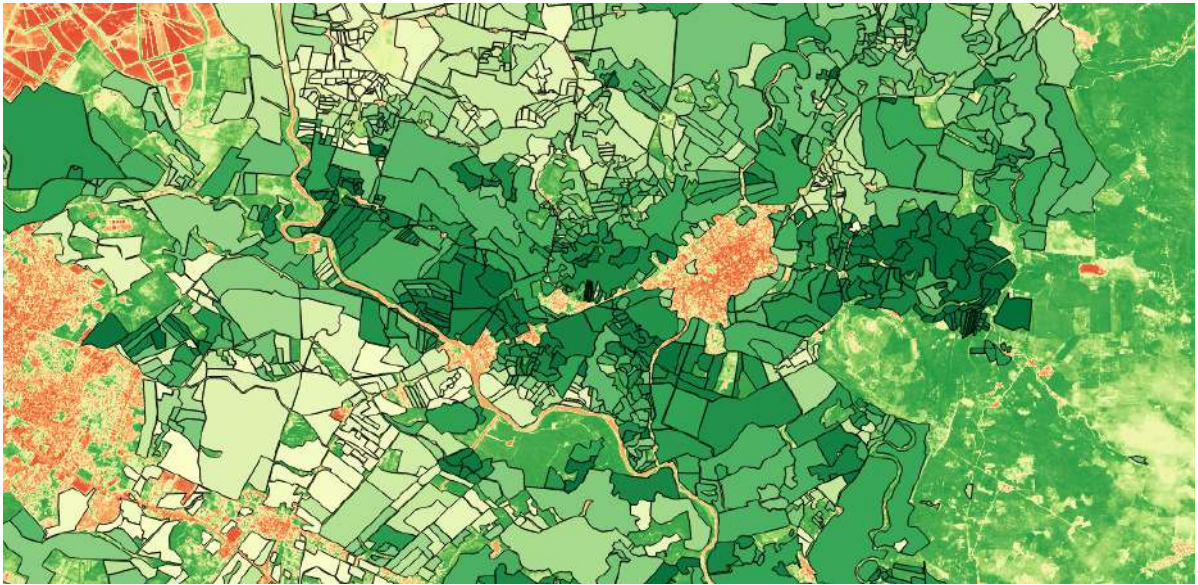


Figura 40: Asociación al Shape bananero El Guabo

### NDVI PASAJE

Los cultivos de banano cercanos a Pasaje cuentan con cuencas hidrográficas cercanas a sus cultivos, es así que el río Jubones cruza por los cultivos de banano, por ende, el NDVI observado de forma gráfica se comporta entre 0.55 y 0.723, tal como se aprecia en la imagen, teniendo valores de productividad más altos que en otros cantones, la información visual se presenta en 3 momentos:

### Momento 1: Visualización del área de estudio

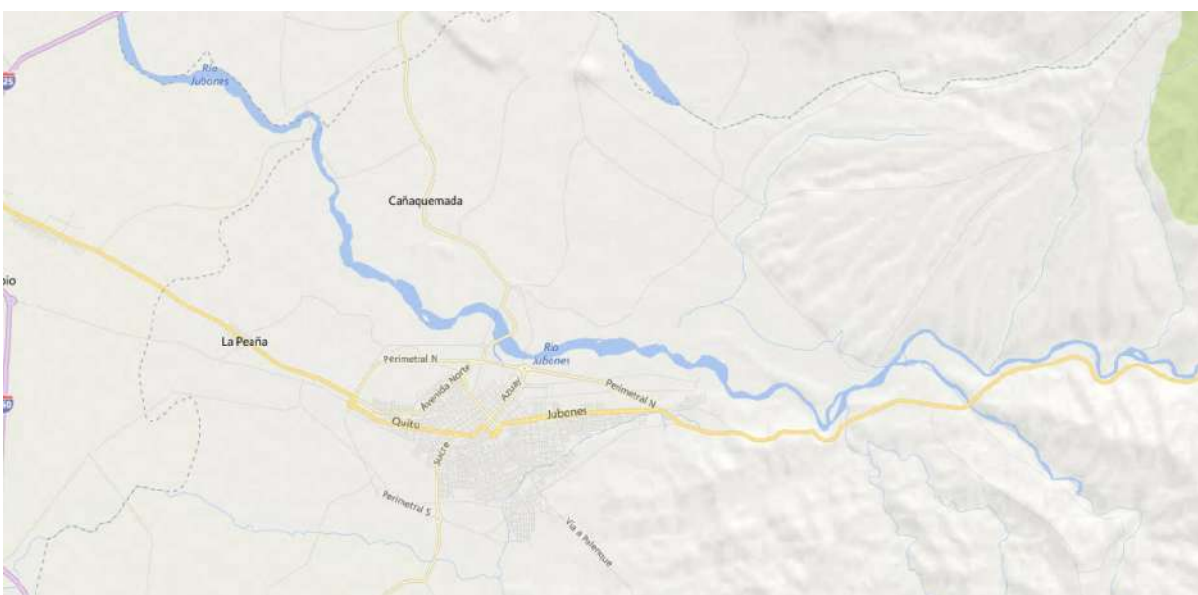


Figura 41: Visualización del área de estudio Pasaje



## Momento 2: Obtención de NDVI

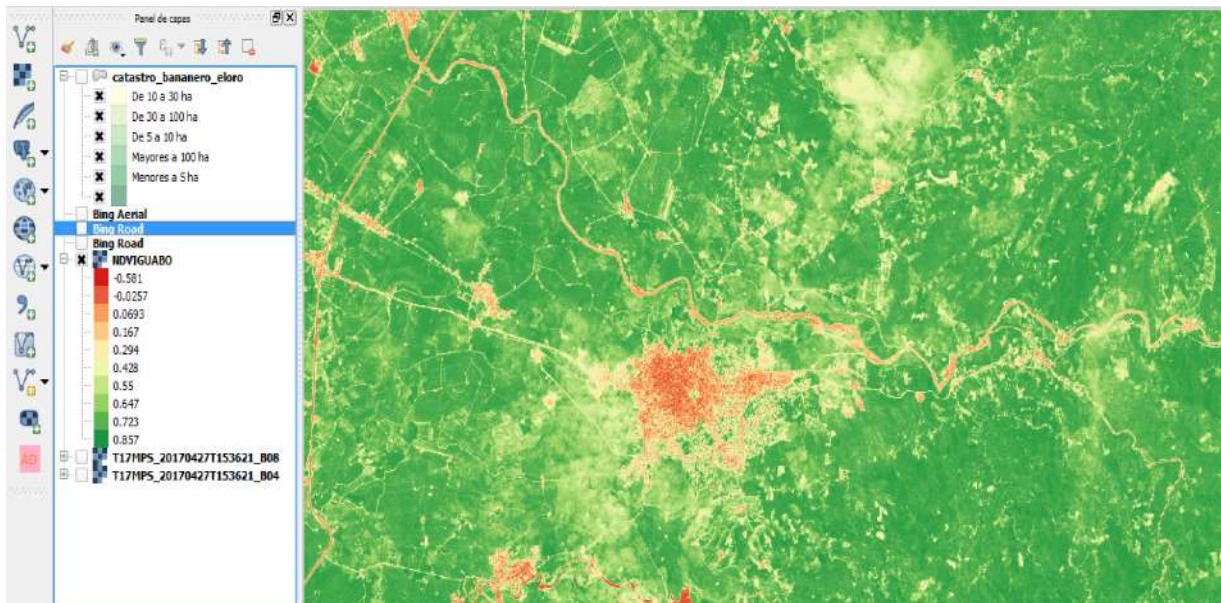


Figura 42: Obtención de NDVI Pasaje

## Momento 3: Asociación al Shape bananero

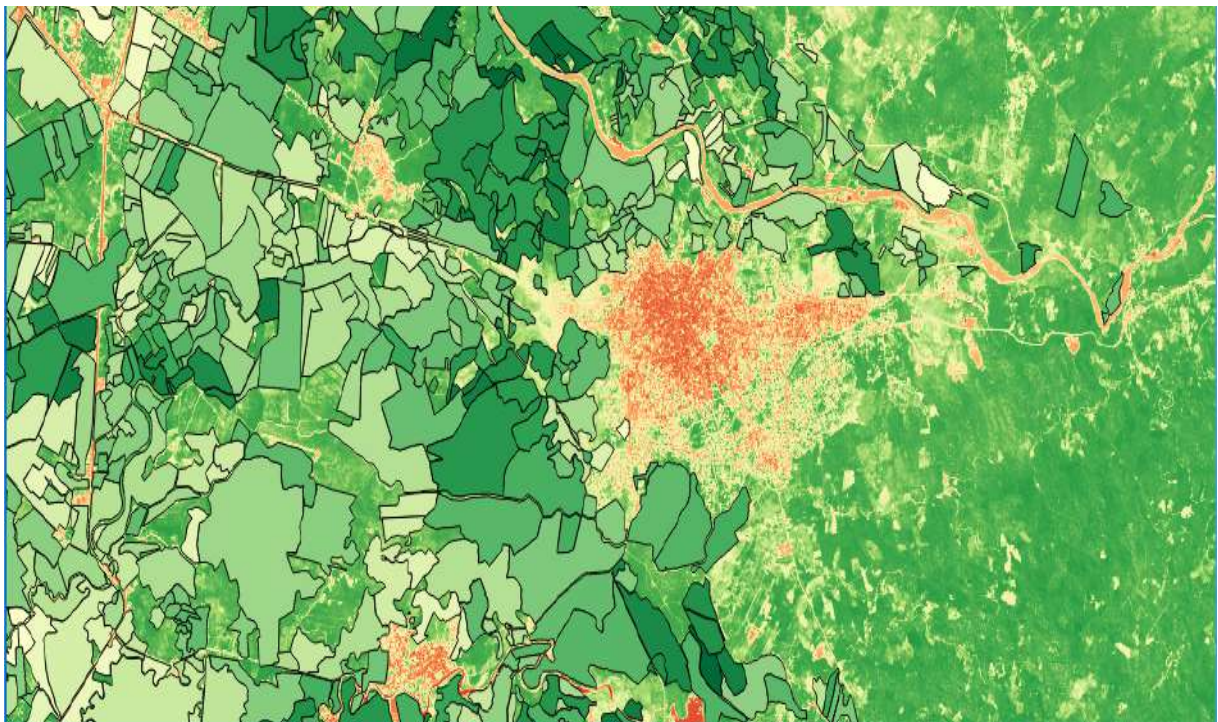


Figura 43: Asociación al Shape bananero Pasaje



## NDVI Santa Rosa

Los cultivos de banano cercanos a Santa Rosa cuentan con cuencas hidrográficas que pasan por sus cultivos, es así que el río Bellavista cruza por los cultivos de banano, por ende, el NDVI observado de forma gráfica se comporta entre 0.647 y 0.723, tal como se aprecia en la imagen, teniendo valores de productividad más altos que en otros cantones, la información visual se presenta en 3 momentos:

### Momento 1: Visualización del área de estudio

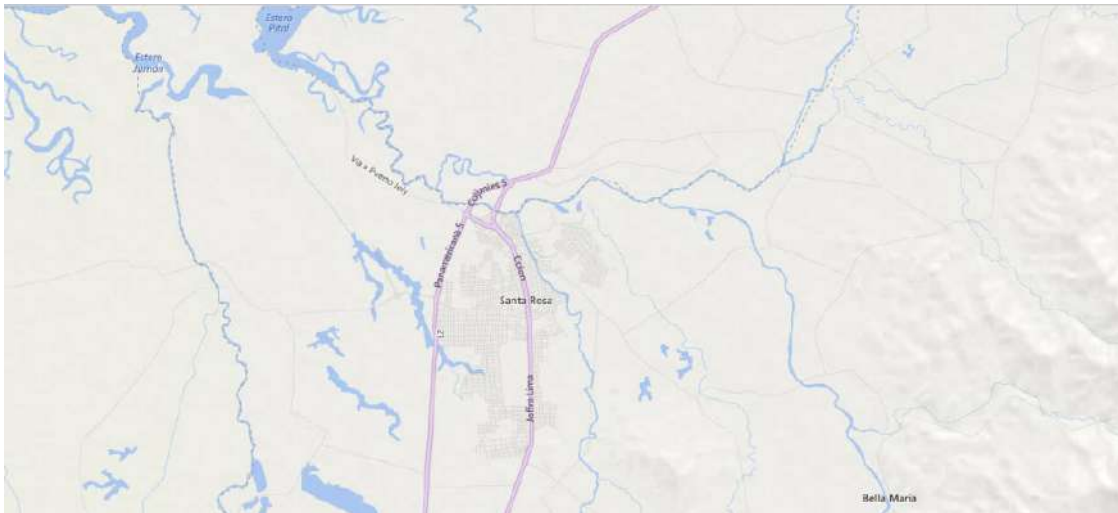


Figura 44: Visualización del área de estudio Santa Rosa

### Momento 2: Obtención de NDVI

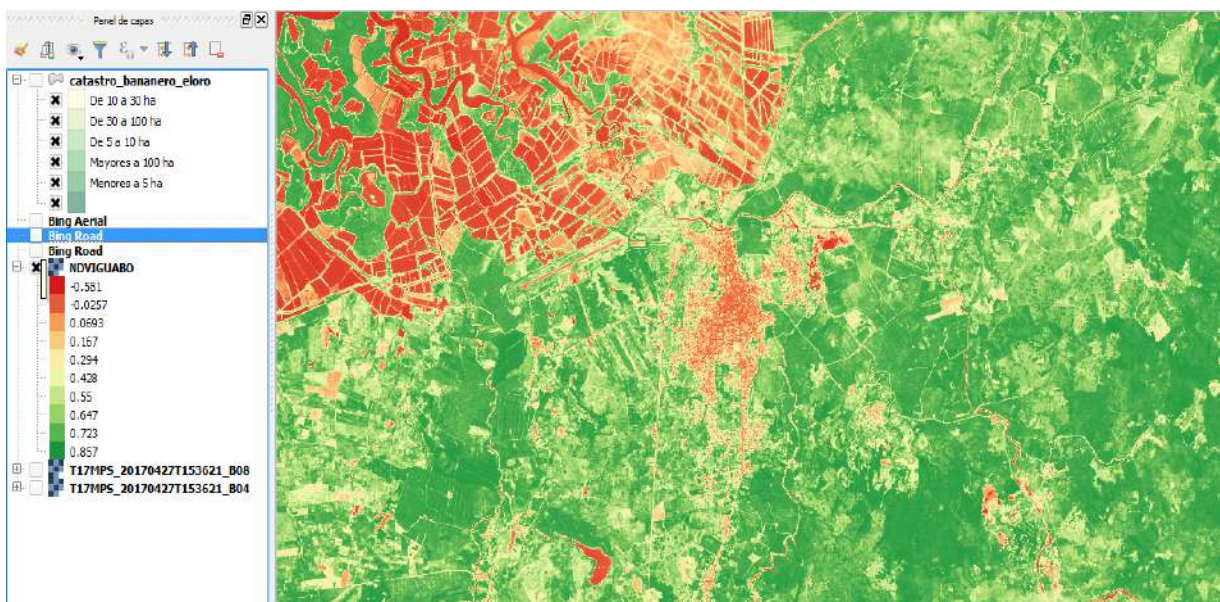


Figura 45: NDVI Santa Rosa

### Momento 3: Asociación al Shape bananero Santa Rosa

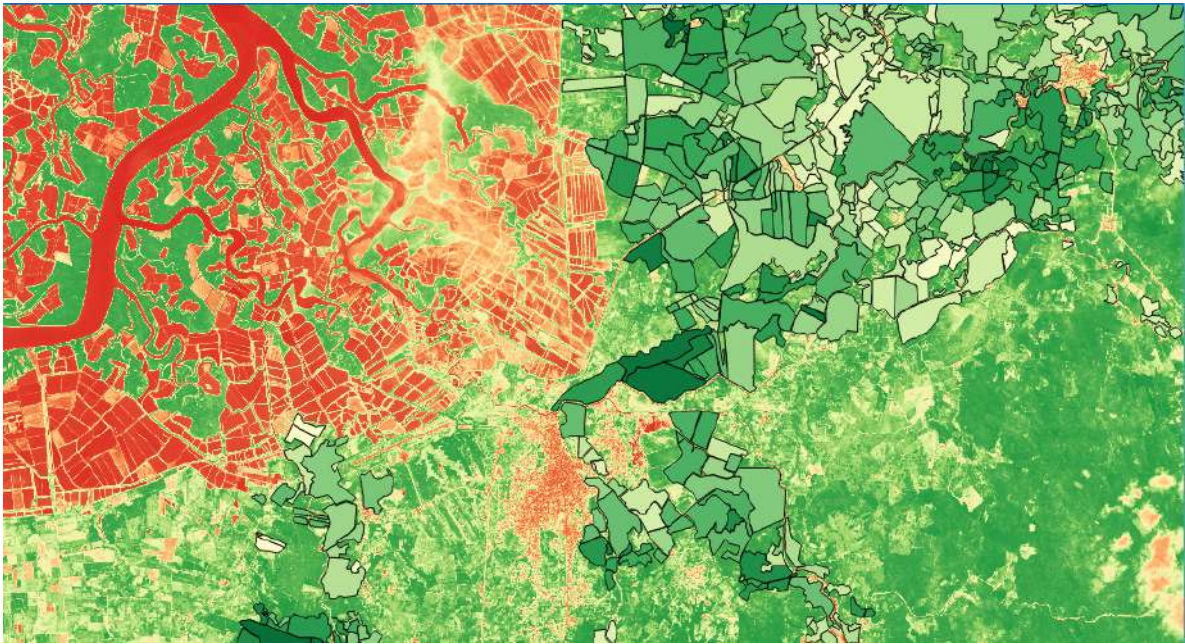


Figura 46: Asociación al Shape bananero Santa Rosa

### NDVI Arenillas

Los cultivos de banano cercanos a Arenillas cuentan con cuencas hidrográficas que pasan cercanos a sus cultivos, es así que el río Arenillas cruza por los cultivos de banano, por ende, el NDVI observado de forma gráfica se comporta entre 0.647 y 0.723, tal como se aprecia en la imagen, teniendo valores de productividad más altos que en otros cantones, la información visual se presenta en 3 momentos:

Momento 1: Visualización del área de estudio

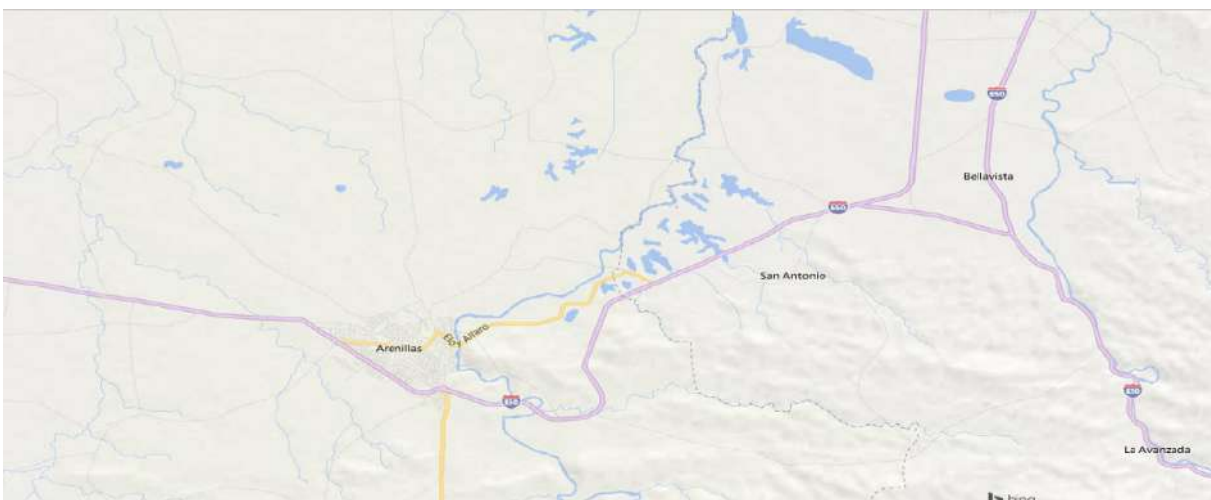


Figura 47: Visualización del área de estudio



## Momento 2: Obtención del NDVI



Figura 48: Obtención del NDVI Arenillas

## Momento 3: Asociación al Shape bananero Arenillas

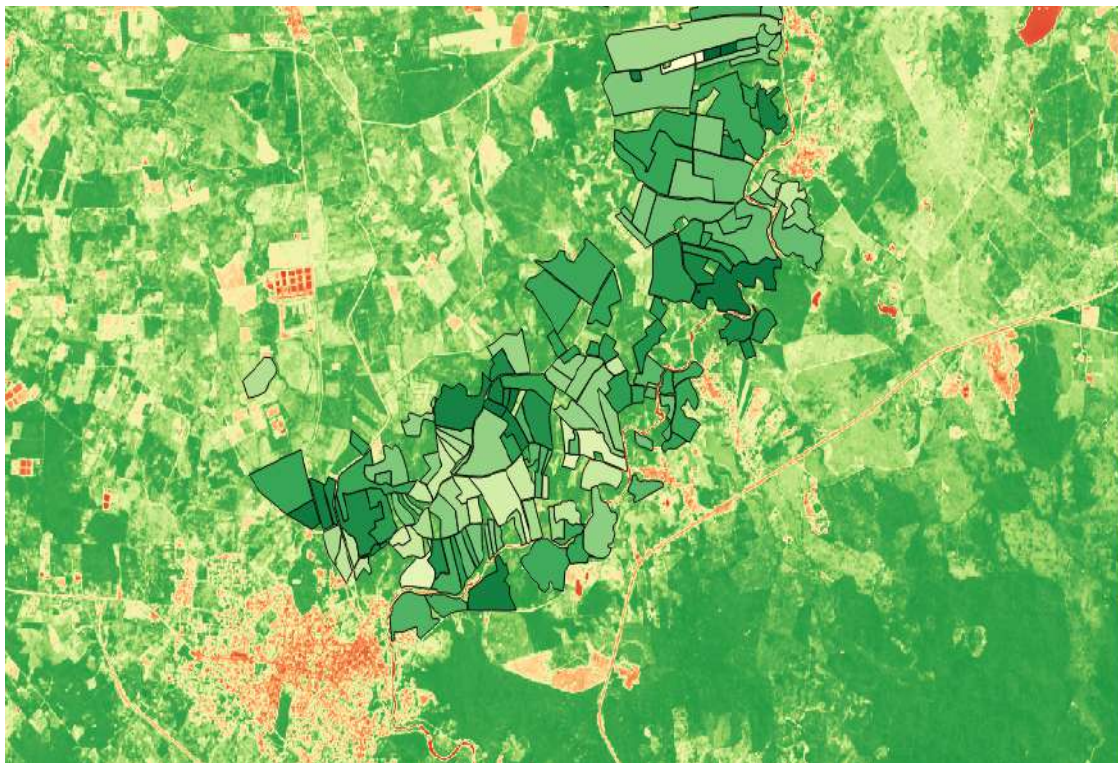


Figura 49: Asociación al Shape bananero Arenillas

Los resultados obtenidos de los cantones de estudio se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 7:** Resumen de datos de estudio

Cantón	Productores de banano	Fuente hidrográficas cercana	Vegetación Natural Cercana	NDVI CALCULADO	NDVI PROMEDIO
Machala	486	Canales de riego		0.0867 - 0.8487	0.3545
El Guabo	1074	Rio Jubones	Bosque Mollopongo	0.0612 - 0.8421	0.4235
Pasaje	332	Rio Jubones		0.1599 - 0.7379	0.4113
Santa Rosa	191	Rio Buenavista		0.1042 - 0.6422	0.3771
Arenillas	169	Rio Arenillas	Área Protegida de Arenillas	0.0706 - 0.6567	0.4147

**Fuente:** Autores

Con los datos obtenidos en los diferentes cantones, se puede establecer que las cuencas hidrográficas se pueden considerar como una variable externa que incide directamente en la productividad asociada al cálculo del Índice de Vegetación Normalizada, lo que también permite medir la importancia de las cuencas hidrográficas y el aporte que hace a los cultivos de banano en la provincia de El Oro.

Además en relación a la estadística existente el cantón El Guabo según el censo bananero es el que más productividad tiene frente al resto de bananeros de la provincia, por lo que articulando al estudio realizado tiene un NDVI promedio mayor a los otros cantones; además el río Jubones pasa por sus plantaciones lo que permite establecer su relación a la productividad; el cantón Machala cuenta en segundo plano con mayor número de productores de banano, su productividad asociadas al NDVI es mayor en el último cuartil de sus productores debido a que estos se encuentran cercanos a la cuenca del Jubones pero el resto se encuentran en promedio 0,35 que es menor frente a los otros cantones, producto de sus tierras son abastecidas a través de canales de riego y no con cuencas hidrográficas cercanas como si sucede en El Guabo, Pasaje, Santa Rosa y parte de Arenillas.

En las figuras presentadas, se aprecia por colores los máximos de NDVI en esta zona bananera, de tal manera que los cultivos que tienen el verde oscuro son los que mayor valor han obtenido, de tal manera que de forma visual se aprecia que El Guabo es el dónde el verde predomina en casi todos sus cultivos, a diferencia de los otros cantones.

Las ilustraciones obtenidas en base al cálculo del NDVI permiten establecer la importancia de las cuencas hidrográficas en los cultivos de banano, además de incidir en la productividad asociada al índice de vegetación normalizada en toda la zona productiva de la provincia de El Oro.

## **2.6 Resumen**

El internet de las cosas en la agricultura ha permitido el desarrollo de Agricultura de Precisión, convirtiéndose en una herramienta de trabajo importante para desarrollar nuevas visiones en la forma de administrar los cultivos.

Estas nuevas tecnologías darán paso a el desarrollo de agricultura sustentable, logrando optimizar recursos para los empresarios y mejorar los estándares de calidad, ofreciendo cultivos de calidad y con menor uso de fertilizantes y químicos que afectan a la salud de los consumidores, logrando ser mas competitivos y proyectando la apertura de nuevos mercados.

Se espera en la provincia de El Oro y el país empezar a dar los pasos que permitan caminar hacia nuevas formas de desarrollar la agricultura, sustentando la toma de decisiones en patrones reales como herramientas de alto impacto en la forma de hacer agricultura limpia con la ayuda de tecnología.

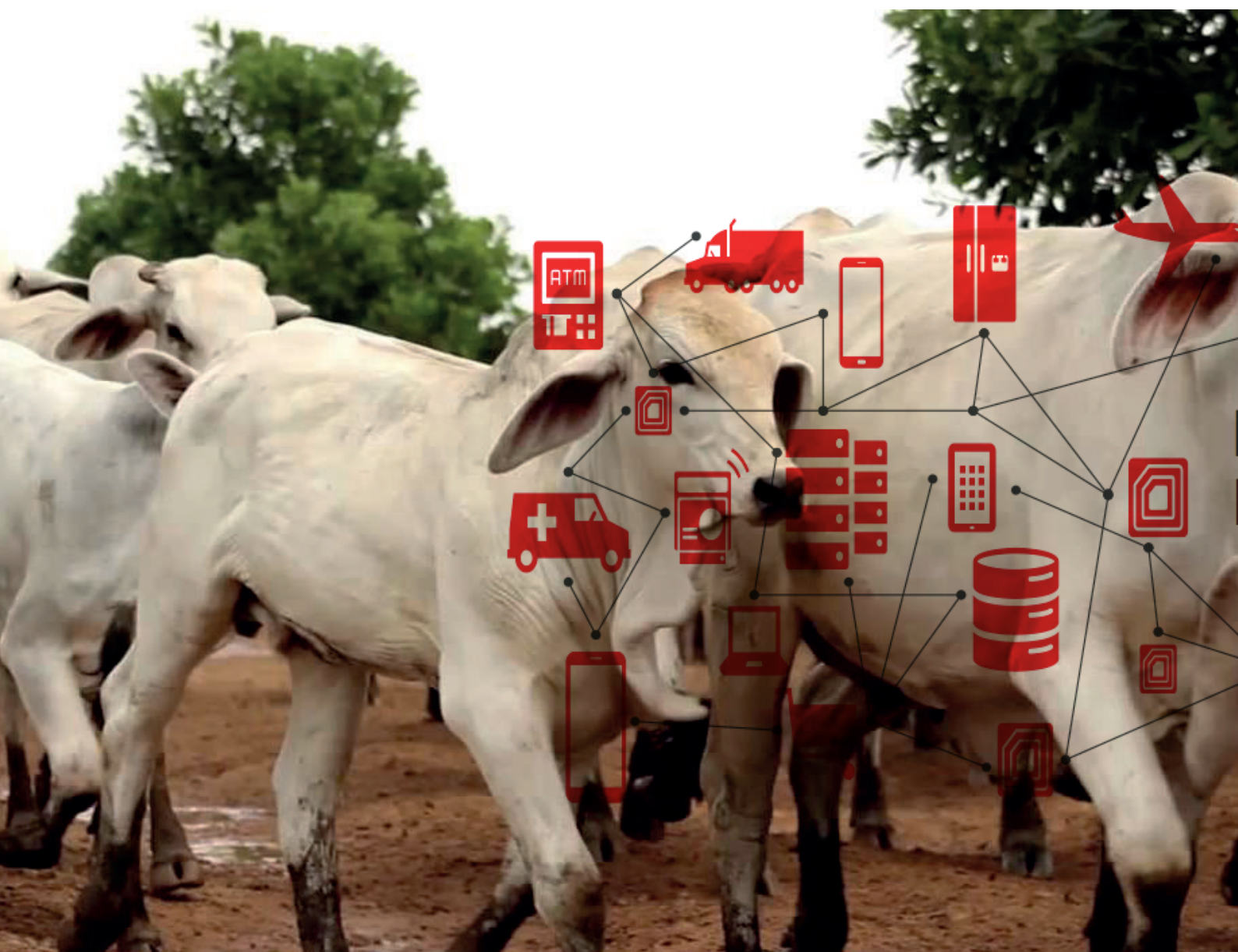


# CAPITULO III: INTERNET DE LAS COSAS EN GANADERÍA

## OBJETIVOS

Establecer los elementos que intervienen en Ganadería de Precisión.

Presentar las diferentes aplicaciones que se desarrollan con el uso de tecnología en el desarrollo de Ganadería de Precisión.



### 3.1 Introducción

El desarrollo del internet de las cosas en la producción animal está permitiendo nuevas maneras de poder ayudar al desarrollo, manejo y producción animal, con la finalidad de ofrecerle mejor calidad de vida y cuidarlos hasta su proceso de faenamiento, obteniendo productos y subproductos de mejor calidad para el consumo humano.

De acuerdo a las proyecciones del incremento de la población humana en la tierra incrementará significativamente, es así que en el 2015 la población mundial alcanzó 7300 millones de personas, se prevé que para el 2030 existan 8500 millones y para el 2050 alrededor de 9700 millones, esto obliga a desarrollar estrategias que permitan optimizar los recursos naturales para que la producción agropecuaria sea más eficiente y producir mayor cantidad en los mismos espacios y con los mismos recursos.

El Internet de las Cosas en ganadería empieza a desarrollar su utilización de manera progresiva, para citar el caso en el control del ganado, de forma que con un collar electrónico mide constantemente su movimiento y actividades diarias, permitiendo al productor controlar su comportamiento y registrar sus actividades a diario, buscando el desarrollo de la ganadería de precisión.

La ganadería de precisión (PLF) es el uso de la tecnología con el fin de mejorar la vigilancia y la eficiencia de los procesos de producción animal, como la obtención de carne, leche y huevos en el caso de las gallinas de postura, para lo cual se crean sistemas de gestión que permiten medir el bienestar y la salud de los animales (Berckmans, 2016).

La ganadería de precisión busca controlar a los animales en tiempo real a través del monitoreo de salud, producción y demás variables asociados a su desarrollo de vida mediante el uso de cámaras, sensores y demás dispositivos que se requieran para analizar sus patrones de vida.

Con esto también se involucra el concepto de Zootecnia de precisión, que busca involucrar a la tecnología para desarrollar y armar una arquitectura que permita el uso de múltiples medios y permita controlar las actividades que realizan los animales, logrando identificar procesos deficitarios, infecciosos, niveles de estrés y otras variables que permitan la toma de decisiones inmediatas a fin de mejorar el área de convivencia de estos seres.

En este contexto el desarrollo de la ganadería de precisión puede considerar el uso de drones, el mismo que facilita el monitoreo del ganado vacuno, su comportamiento y bienestar de tal manera que se puedan identificar patologías asociadas las variaciones de manejo, alimentación, sanidad, y temperatura ambiental entre otras variables que se puedan medir adecuadamente.



### **3.2 Elementos que intervienen en Ganadería de Precisión**

La ganadería de precisión para desarrollarse como tal requiere de diferentes elementos para ser el aporte que requieren los involucrados en esta área, de tal manera que se requiere de forma general estudiar las variables que ayuden a mejorar los estándares de calidad de los diferentes derivados que se pueden obtener de los animales.

Cada elemento tributa dentro del ámbito de trabajo logrando unir los eslabones que dan como resultado la automatización de los procesos a través de registro de información, para generar historiales de comportamiento, que permitan tomar decisiones.

Para el desarrollo de internet de las cosas en veterinaria se considera el uso de elementos como: hardware, software y técnico, donde cada elemento tributa para el análisis de la información para automatizarlos y generar resultados que permitan tomar decisiones.

#### **Elementos Hardware**

Son todos aquellos elementos y recursos que permitirán obtener información del área de estudio y para este contexto se utiliza de forma general:

Sensores electrónicos

GPS

Arduino

Servidores

Redes BAN

Además, otros elementos hardware que se requiera para el proyecto que se aplique.

#### **Elementos Software**

Son todos aquellos elementos que permitirán procesar los datos que se obtienen de los elementos hardware y se convierten en los medios que procesan esa información, al fin de generar resultados de las variables de estudio, entre las cuales encontramos:

Big Data

Software de procesamiento

Software de análisis de datos

Cada elemento ayuda al desarrollo de actividades específicas, las mismas que ayudan a la evaluación de las diferentes variables de estudio, de tal manera que todas tributen a la obtención de los resultados.

### 3.3 Aplicaciones

Existen diferentes aplicaciones en las cuales el Internet de las cosas se ha desarrollado a través de la Ganadería de Precisión, para esto se establecen las siguientes aplicaciones, con la finalidad de articular los conceptos previos y su aplicabilidad en los diferentes contextos.

#### 3.3.1 Collar de control en las vacas

En el ganado vacuno se utilizan los collares, tal como se aprecia en la figura 50, esto permite mediante un podómetro, controlar la actividad que realiza el animal y la velocidad a la que rumia, al igual lleva un transpondedor que permite al animal ser reconocido automáticamente por el robot ordeñador cuando entra en el compartimento lo que permite ajustar los parámetros y sus características especiales. (Romanos, 2015.)



**Figura 50** : Collar de control en las vacas (Romanos, 2015)

En la gráfica anterior se aprecia como la vaquita lleva el dispositivo sujetado a un collar, el mismo que en su interior lleva varios sensores que son los encargados de enviar datos al computador con la finalidad analizarlos y tomar las decisiones correctas de acuerdo con las variables de estudio.

Se estima que este tipo de aplicaciones facilita el manejo y control de enfermedades del ganado vacuno, y permite un mejor control de su comportamiento durante su vida productiva, sobre todo cuando su cuidado permite incrementar el volumen de producción lechera.

En esta aplicación se analiza como esta alternativa presenta los elementos hardware, software y técnicos de tal manera que al articularse se permite

conocer los movimientos del animal, esos registros se convierten en datos, los mismos que son procesados en la BIG DATA, para luego en base a patrones técnicos, llegar incluso a predecir las patologías que puede padecer el animal.

### 3.3.2 Brazos automáticos para ordeñar

En países industrializados el uso de brazos automáticos permite ordeñar mayor número de vaquitas, en menos tiempo, cumpliendo con todo un proceso técnico y sanitario, garantizando un producto de calidad, para los consumidores, en la figura 51 se aprecia como los brazos automáticos permiten realizar esta actividad a diario.



**Figura 51:** Brazos automáticos (Gea, 2017)

Este tipo de brazo permite optimizar el tiempo de obtención de la leche, garantizando los más altos estándares de calidad con el cumplimiento de las normas de aseo y asepsia, previo la limpieza de las glándulas mamarias de la vaca, a fin de garantizar el control sanitario en la cadena de producción, logrando obtener un mejor producto, de la misma manera la vaquita es alimentada en el momento del ordeño, logrando disminuir sus niveles de estrés, maximizando su producción lechera.

Es importante que este tipo de estructuras automatizadas facilitan y mejoran la obtención de la leche, sin embargo, su implementación es costosa, pero al momento de analizar la relación costo beneficio, tiene importancia su utilización, además depende de la zona donde se desarrolla la producción de leche a gran escala, tal es el caso en la provincia del Azuay, donde existen grandes zonas dedicadas a esta labor, que al momento esta actividad se lo

realiza de forma rudimentaria y tradicional, en la mayoría de los hatos ganaderos no se utiliza sistemas automatizados de producción.

### 3.3.3 Monitoreo de rebaños de bovinos a través de redes de sensores inalámbricos

En la siguiente figura se aprecia la implementación del internet de las cosas en el sector ganadero, donde se asigna un collar a cada animalito, para ser controlado a través de la emisión de datos mediante el sensor respectivo permitiendo evaluar las actividades que realiza.

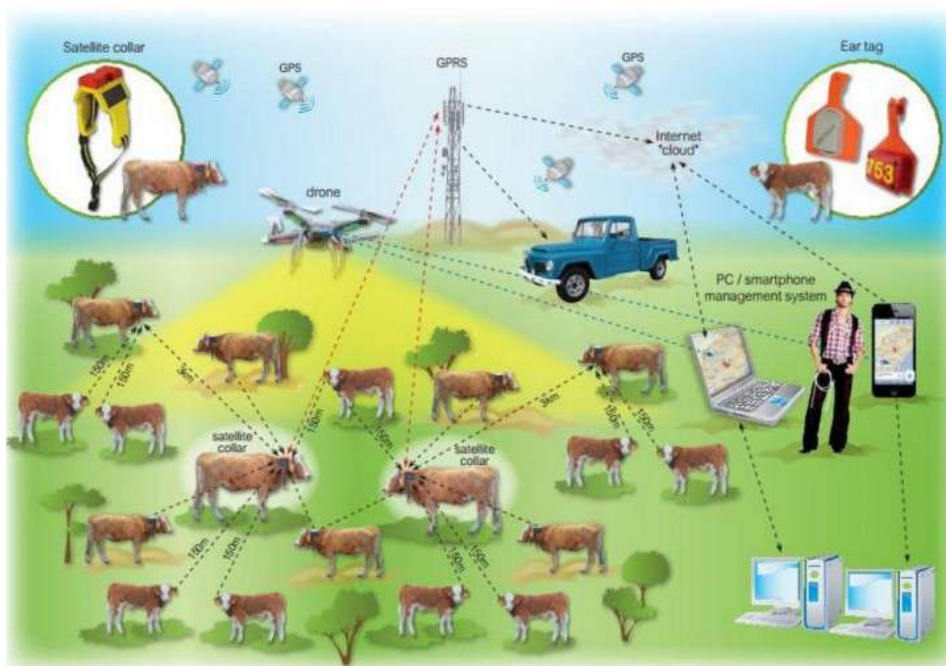
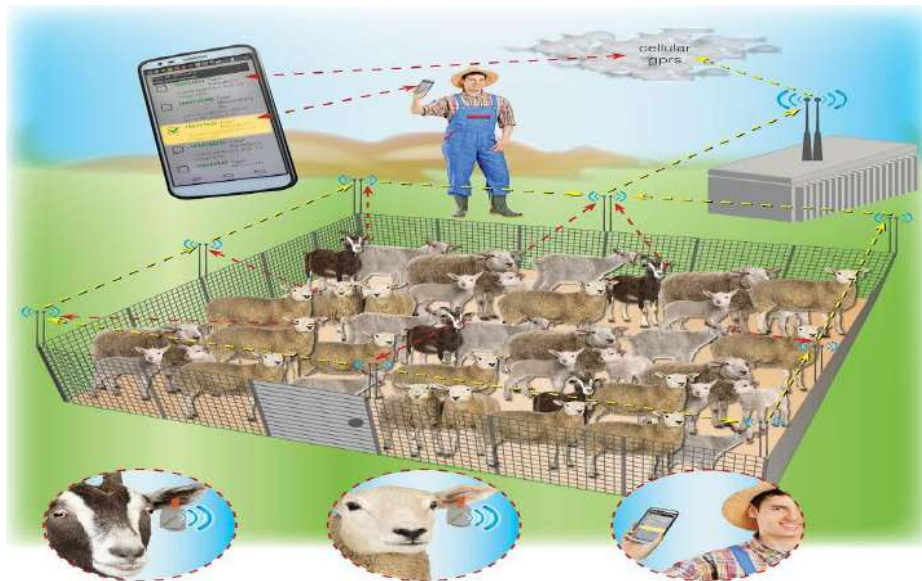


Figura 52: Estructura de IOT en la ganadería (Polo, 2016)

Como se aprecia los collares emiten las señales a la red local para establecer su ubicación, además contiene sensores que miden la temperatura, a fin de lograr controlar y evaluar el comportamiento, además toda esta información recogida pasa a un computador que procesa la información y permite la toma de decisiones a través de un dispositivo móvil.

Este tipo de aplicaciones permitirá llevar un mejor control de las variables del comportamiento animal, para lo cual con el desarrollo de una aplicación se logra establecer alertas de acuerdo con el comportamiento, sin embargo, es fundamental que los equipos estén debidamente calibrados y configurados para no tener error en los datos.

En esta propuesta se utilizar el celular como receptor de las variaciones del comportamiento del ganado, tal como se muestra en el siguiente gráfico, logrando atender de mejor manera e identificar los problemas que se presenten con el ganado.



**Figura 53:** Control del ganado con IoT (Polo, 2016)

Es importante mencionar que se debe tener total control de los dispositivos, por cuanto estos pueden presentar fallas, lo que originaría la emisión de datos erróneos.

Al momento de implementar este tipo de tecnologías, los impulsores de estos proyectos deben estar en constante revisión de los dispositivos, a fin de mitigar los errores que se puedan presentarse por el daño de un equipo.

Se busca que el ganadero tenga el control total de sus animales, con el objetivo de realizar un mejor análisis para optimizar recursos, mejorar el manejo y la producción, además lograr personalizar la atención a los animales que realmente requieran ayuda.



### 3.3.4 Software de Monitoreo Animal

En la producción animal y control veterinario, las necesidades de uso de tecnología han hecho que grandes empresas empiezan a desarrollar nuevas aplicaciones orientadas a la toma de decisiones de acuerdo al comportamiento de los animales.

Tal es el caso de la empresa LiveStocks Analytics que ofrece un software que monitorea el animal, logrando desde la web conocer las características del tratamiento con el ganado, tal como se aprecia en la figura siguiente.



Figura 54: LiveStocks Analytic (López, 2016)

En Europa ya se están desarrollando aplicaciones orientadas a la ganadería porcina inteligente, donde a través de la tecnología se busca controlar el ritmo de crecimiento y la salud, sin embargo, estos proyectos están presentando problemas por el acceso a internet, lo que está sesgando la obtención de la información.

En la figura anterior se presenta el dashboard que resume el comportamiento del monitoreo realizado a diario, la misma que se inicia en la recolección de los datos, para ser procesado a fin de poder generar reportes que facilitan la toma de decisiones, permitiendo el control en todo momento, logrando establecer alertas que informen del comportamiento de los animales, personalizando el control si así fuese necesario.

### 3.3.5 Control de pollos inteligentes

El control inteligente de pollos con el apoyo del internet de las cosas está tomando fuerza, donde ya existen diferentes estudios en diferentes países que registran datos positivos para los productores.

Muchas aplicaciones para el criadero de pollos permiten ubicar cámaras en forma estratégica dentro del galpón, con la finalidad de controlar su comportamiento, logrando analizar e identificar los problemas si fuese el caso.

En la figura siguiente se aprecia claramente como el sistema a través de una línea base tiene parametrizado el comportamiento de los pollos de tal manera que si la distribución de los pollos es masiva significa que existe un comportamiento normal, pero si los pollos se distribuyen en una sola zona, la parametrización establece que existen problemas.

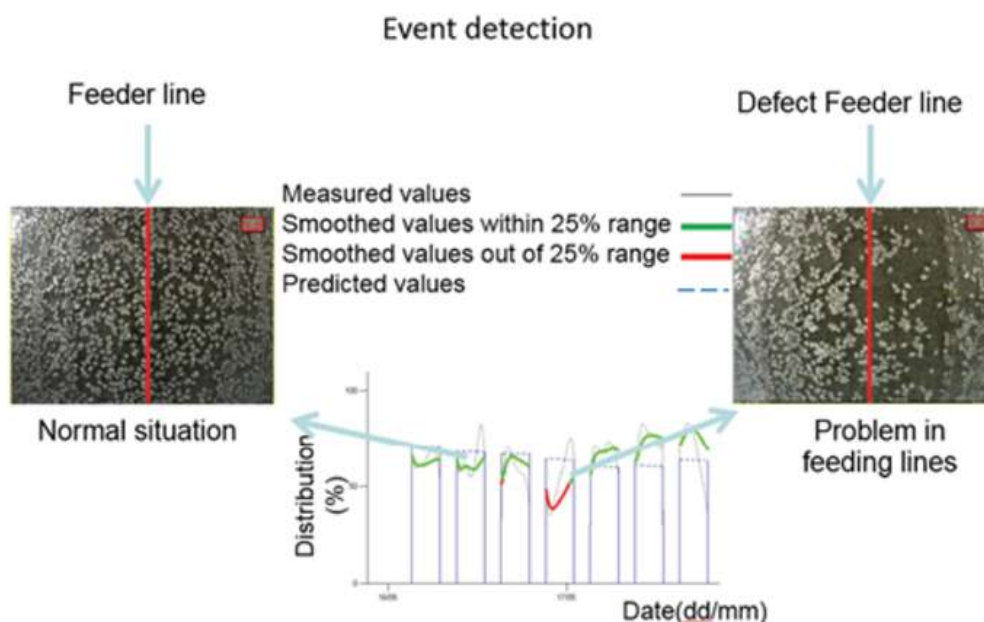


Figura 55: Análisis de comportamiento de pollos (López, 2016)

En la figura anterior describe claramente como está configurado los patrones de estudio, y el sistema es capaz de emitir alertas que permitan controlar las actividades dentro del galpón de pollos, la imagen es precisa y permite mejorar la convivencia en un galpón donde viven gran cantidad de pollos y una segmentación puede ocasionar la muerte por falta de agua, oxígeno, altas temperatura, ausencia de alimento, causas de estrés lo que trae consecuencias negativas en la producción diaria de los animales.

Dentro de este campo se puede involucrar a la Ganadería de precisión, la misma que busca optimizar los recursos a través de la hacienda inteligente, en

la cual se monitorea a los animales, y se interpretan sus movimientos para la toma de decisiones.

Su aplicación da inicio a los procesos de ganadería de precisión, en el cual la automatización de los procesos se plantea con el apoyo de la tecnología (Pandorfi, 2017).

Es así como la tecnología a través de internet de las cosas, logra ser el intermediario para lograr llegar a efectuar controles asociados al comportamiento de los animales, los mismos que permiten monitorearlos y la generación de esos datos, ser procesados a fin de identificar sus patrones de comportamiento.

### 3.3.6 Análisis de Ganadería de Precisión la provincia de El Oro

En la provincia de El Oro existen fincas que manejan ganado de carne en varios cantones, sin embargo, hasta el momento los sistemas de manejo local son en forma tradicional y empírica, la implementación de tecnología en la provincia es limitada, sin embargo, se presentan algunas oportunidades y situaciones que pueden ser aprovechadas las mismas que podrían mejorar con el uso de internet de las cosas.

En la ciudad de Machala se encuentra ubicada un área para el manejo de ganado de carne, la finca cuenta con una bananera que está a pocos metros de donde tienen el ganado, la raza que se manejan son cruces de la raza Brahmán, con ganado criollo además se notó que tiene un macho Brown Suis, las condiciones ambientales favorecen mucho a la finca, la alimentación es a base pasto chilena que crece en forma natural.

Cuentan con personal que está a cargo de la revisión de los animales, la finca si cuenta con un registro sanitario y de evaluación de cada vaca, cuenta con registros de celo, montas, nacimientos, mortalidad, destete, etc.

En la figura siguiente se establecer el hábitat natural del ganado.



**Figura 56 :** Hábitat del ganado de carne

Como se puede apreciar en la figura siguiente, se encuentran en un amplio lugar, que en mucho de los casos dificulta su control y seguridad respectiva, lo que permite inferir y establecer la forma tradicional de realizar el control de los animales.



**Figura 57 :** Área de convivencia del ganado de carne

En un área grande como se aprecia en la imagen anterior, es muy difícil para el ganadero llevar adecuadamente un control de cada animal, lo que le permitiría de manera temprana poder identificar situaciones anormales en el desarrollo de vida del ganado.

Bajo este contexto se puede realizar un diagnóstico de las actividades que se realizar de tal manera que la tecnología de precisión que aplicaría en esa finca sería un dispositivo que permita obtener la temperatura y ubicación del ya que es un lote que se maneja más 80 cabezas de ganado, es complicado identificar su comportamiento de manera puntual.

En la gráfica siguiente se identifica al animal, y para mitigar los problemas existentes se podría ubicar un dispositivo a fin de lograr obtener la información detallada anteriormente.



**Figura 58:** Proyección de uso de arete en el ganado



### 3.3.7 Producción de ganado porcino

En otra localidad de la provincia de El Oro, el desarrollo del ganado porcino es considerable, en una hacienda de doble propósito (Granja mixta), en la cual cuentan con 1050 cabezas de ganado porcino, entre madres reproductoras, machos y lechones.

La forma de alimentar actualmente es a mano, como se muestra en la figura siguiente, identificando la ayuda del humano para desarrollar estas actividades, sin embargo, su costo es elevado por el valor de la mano de obra.



**Figura 59:** Alimentación manual del ganado porcino

Como se aprecia en la figura anterior, el cuidado del ganado porcino en la mayoría de las granjas es en forma tradicional y empírico, hasta el momento no se ha desarrollado innovaciones que permitan mejorar estas actividades de manera diaria.

Para esto se propone, mediante la aplicación de ganadería de precisión, diseñar dispositivos para los comederos automáticos, que se conviertan en verdaderas ayudas al productor, logrando alimentar al animal de acuerdo con las necesidades y los momentos que se tengan planificados, beneficiando su crecimiento, optimizando recursos, generando un mejor producto y maximizando los ingresos del productor.

En la provincia de El Oro la producción ganadera es a baja escala, considerando en la tabla siguiente la producción por cantón, detallada en la parte alta y baja de la provincia:

**Tabla 8:** Producción ganadera por cantones de la parte baja de la Provincia de El Oro

<b>Cantón</b>	<b>Producción Ganadera</b>	<b>Escala de producción en la provincia</b>
Machala	Caprina	Baja
El Guabo	Bovina	Baja
Santa Rosa	Bovina	Alta
Arenillas	Bovina	Media
Huaquillas	Caprina – Porcina	Baja
Pasaje	Porcina	Baja

Fuente: Los autores

En los cantones de la parte baja, Santa Rosa es el que genera una producción alta dentro de la provincia, mientras que en los cantones de la parte alta se establecen en la tabla siguiente:

**Tabla 9:** Producción ganadera por cantones de la parte alta de la Provincia de El Oro

<b>Cantón</b>	<b>Producción Ganadera</b>	<b>Escala de producción en la provincia</b>
Chilla	Bovina	Baja
Piñas	Porcina – Bovina	Baja – Alta
Portovelo	-	-
Balsas	Porcina – Avícola	Alta – Alta
Las Lajas	Bovina	Baja
Marcabelí		
Atahualpa	Bovina	Baja
Zaruma	Bovina	Media

Fuente: Los autores

Como se puede apreciar en los cantones de la parte baja y alta de la provincia la producción ganadera es a baja escala, además se establece el no uso de tecnología en los procesos ganaderos, estableciendo que en la provincia de El Oro no todavía no se cuenta con las bases técnicas, culturales, políticas y sociales que den vestigios de la implementación de ganadería de precisión, sin embargo en provincias como Azuay y Pichincha su implementación debe ser más rápida por cuanto su producción es a gran escala.

### **3.4 Resumen**

El desarrollo de internet de las cosas en la producción animal a través de la Zootecnia de Precisión en nuestro medio es nulo, sin embargo, existe la plataforma que en un futuro cercano se pueda empezar a desarrollar e implementar nuevos conceptos que fundamenten su importancia de tal manera que el productor se vea en la necesidad de su aplicación.

La producción ganadera en la provincia de El Oro es manejada en forma tradicional y de bajo rendimiento, lo que no permite medir los cambios que se obtuvieran utilizando estas herramientas por el alto costo de su implementación y el pequeño productor no estaría en condiciones económicas de asumir los costos.

# CAPITULO IV: INTERNET DE LAS COSAS EN ACUACULTURA

## OBJETIVOS

Establecer los elementos de Internet de las Cosas que intervienen en la Acuicultura.

Identificar las aplicaciones que se desarrollan en Acuicultura.





## **4.1 Introducción**

El crecimiento progresivo de la tecnología en el desarrollo y producción acuícola está permitiendo implementar nuevas formas de contribuir al desarrollo sostenido de este sector. La producción camaronera se ha convertido una de las principales fuentes de divisas después de la producción petrolera y merece mucha atención tanto técnica, tecnológica sobre producción, productividad y control ambiental.

La provincia de El Oro es la segunda provincia con mayor producción de camarón a nivel nacional, siendo Guayas la provincia que más camarón produce a nivel nacional y donde ya están empezando a implementar el uso de la tecnología como apoyo a sus actividades.

Según los datos del Instituto Nacional de Pesca desde la década de los 50, la pesquería de manera artesanal del camarón empezó a desarrollarse en el país, dando resultados positivos a la economía nacional, sin embargo, no se ha visto un desarrollo de la tecnología que permita mejorar las actividades en este sector.

Sin embargo, con el aporte de internet de las cosas, el aporte tecnológico empezó a dar pasos importantes, a fin de destinar innovaciones tecnológicas que faciliten y optimicen recursos a los productores.

El desarrollo de internet de las cosas en la Acuicultura ha generado el desarrollo de nuevas innovaciones que ayudan a los productores a obtener beneficios que permitan optimizar los recursos y generar mayor productividad, optimizando recursos y gestionando de manera eficiente los procesos asociados a la producción del camarón.

## **4.2 Estructura de Internet de las Cosas en Acuicultura**

En Acuicultura la forma de concebir internet de las cosas cumple de forma general los patrones que se utilizan en agricultura y en ganadería, de tal manera que con el uso de sensores se logra interactuar con las siguientes capas:

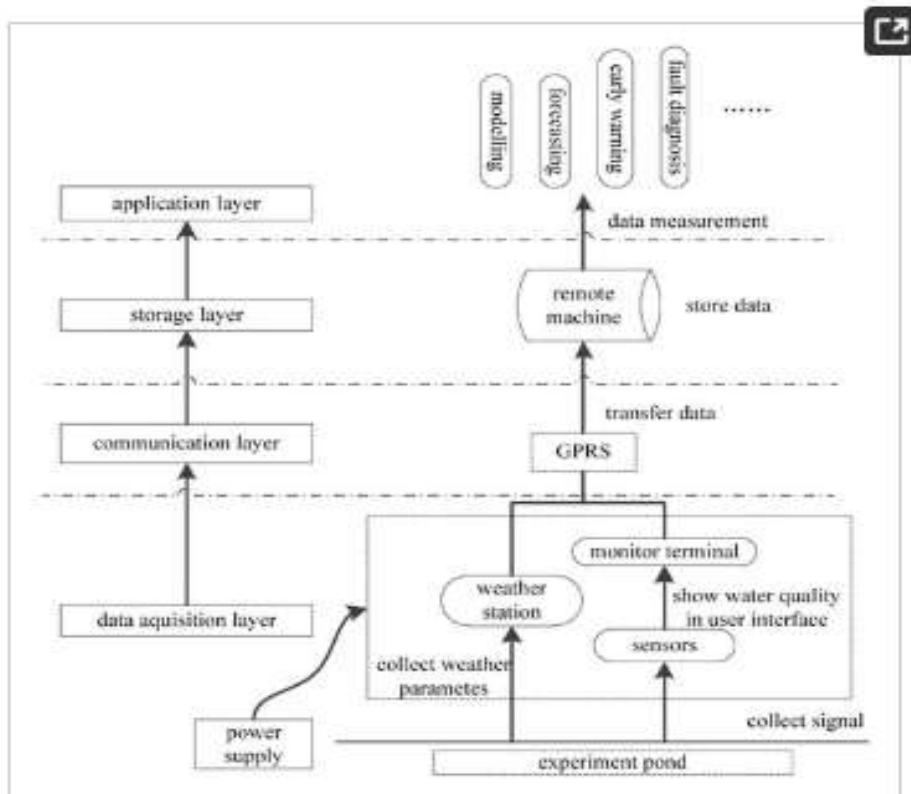
Capa de datos

Capa de comunicación

Capa de almacenamiento

Capa de aplicación

Logrando integrarlas y generar una estructura que facilita la recolección, análisis y procesamiento de los datos, como se muestra en la figura siguiente:



**Figura 60:** Estructura de Internet de las cosas en Acuicultura (Yingyi, Zhumi, Huihui, & Jing, 2017)

La importancia de conocer la estructura de Internet de las Cosas facilita la integración de las múltiples capas y de establecer la forma de comunicarlos entre diferentes dispositivos.

Es fundamental establecer las tecnologías que se puedan involucrar para lograr el éxito esperado, sobre todo si se desea tener un monitoreo real de las especies, para esto la capa de comunicación requiere principal atención por parte de los desarrolladores.

A continuación, se presentan ejemplos de las aplicaciones que se están desarrollando con el uso de internet de las cosas en este campo, generando resultados positivos para los productores.

## 4.2 Aplicaciones

### 4.2.1 La alimentación a demanda mediante sistemas automáticos de dispensación

El siguiente gráfico demuestra y explica cómo funcionan los nuevos comederos los mismos que utilizan dispositivos que permiten captar el sonido producido por el movimiento de los camarones para activar los sensores correspondientes y activar el sistema automático de alimentación y disponer el alimento en el momento requerido.

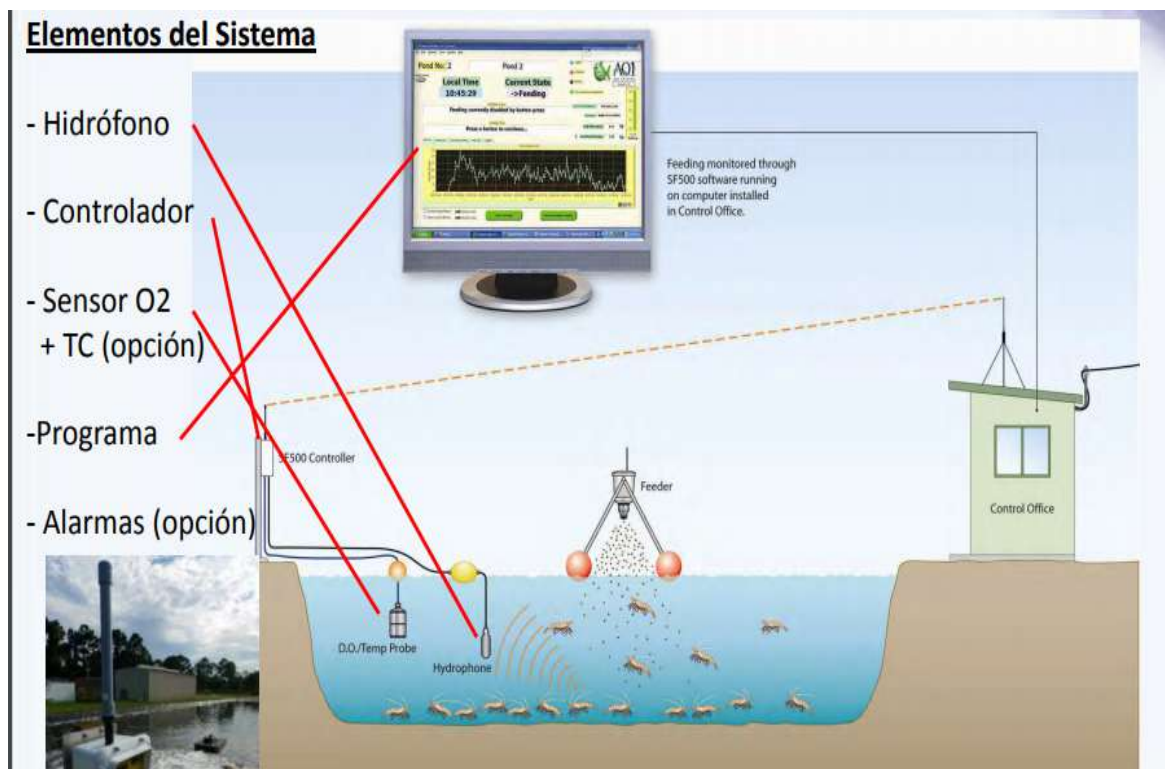


Figura 61: Elementos del sistema (Hishamunda, 2017)

Este sistema permite optimizar la cantidad de comida que se le suministra al camarón, logrando solo en el momento cuando este tiene necesidad de comer automáticamente abra la compuerta para que se alimenten.

Los resultados que hasta ahora se han obtenido, permiten establecer que el camarón tiene un mayor peso y una curva de crecimiento acelerada, de tal manera que, en comparación con la forma tradicional de alimentar a esta especie, se presenta una diferencia significativa lo que permite al productor mejorar su productividad con una adecuada optimización de los recursos.

De esta forma se pueden apreciar los elementos que se involucran tanto el elemento hardware, como software y la parte técnica, de manera que los elementos involucrados en internet de las cosas facilitan que los datos

obtenidos a través de elementos hardware puedan ser procesados en un software que permita tomar decisiones en base a patrones establecidos.

#### **4.2.2 Tecnología Acuícola aplicada en China**

El desarrollo de la acuicultura en China se encuentra en pleno apogeo, por ende, existe diferentes formas y maneras de realizar la actividad pesquera en este país, por cuanto se plantean propuestas que permitan favorecer al productor, a los consumidores y al medio ambiente.

El crecimiento del sector acuícola tuvo su desarrollo en China, basado en la política igualitaria entre 1949 y 1978, y el régimen de economía abierta de mercado a partir de 1978 (Hishamunda, 2017).

Para el desarrollo de todos los sistemas productivos ha contribuido con éxito el uso de la tecnología, ha permitido desarrollar innovaciones que con su utilización permiten detectar a tiempo fallas o cambios en el sistema productivo, a fin de tomar decisiones que involucren cambios profundos para la toma de decisiones.

La producción de especies de agua dulce ha generado un incremento en la economía del país, las empresas familiares desarrollan sus cultivos con fines lucrativos, estos avances en el desarrollo económico del sector han sido beneficiados en base a políticas públicas del país que han permitido ayudar a lograr ser un aporte muy importante a este tipo de actividad económica.

Además, el uso de estanques prefabricados para el cultivo de especies acuáticas ha permitido que la tecnología e innovación proponga e implemente nuevas formas de mantener las especies, mediante las cuales son monitoreadas independientemente, y a través de dispositivos electrónicos se controlan los parámetros necesarios y se evalúa constantemente su crecimiento.



### 4.2.3 Internet de las cosas en el sector marino: Unión Europea

La implementación de internet de las cosas en el sector marino en la Unión Europea se desarrolló con la gestión de barcos inteligente, permitiendo ser no tripulados, logrando cumplir objetivos propuestos de acuerdo con la necesidad de uso, en la figura siguiente se establece en contexto general la aplicación al sector de transporte pesquero.

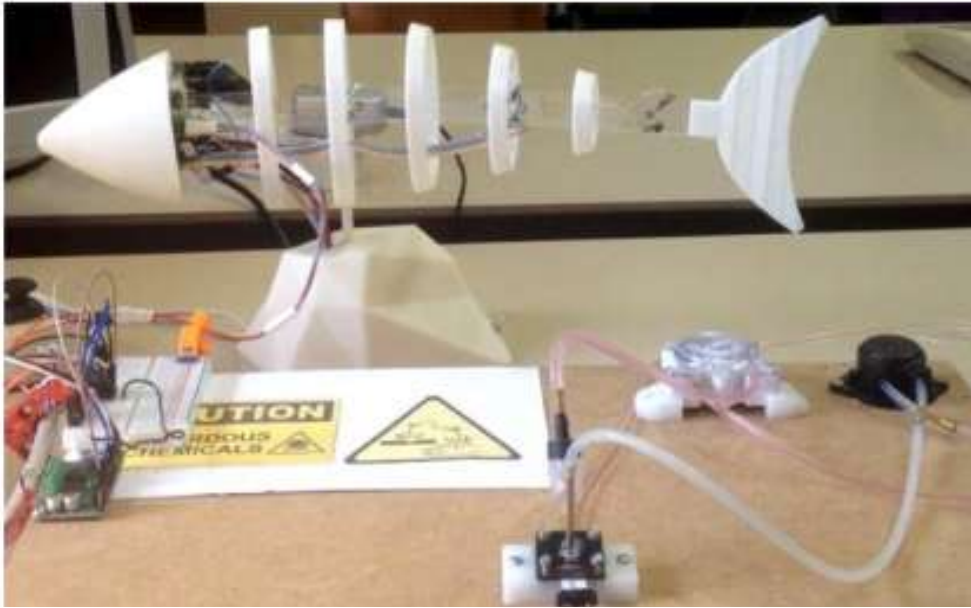


**Figura 62:** Integración de dispositivos para la gestión pesquera (Guangwu, Perez, Muñoz, & Regueira, 2016)

Su aporte ha generado la optimización de recursos y el inicio de nuevas formas de gestionar los recursos marinos a nivel mundial (CTN, 2018). En este mismo sentido los aportes de la Universidad han favorecido al desarrollo de nuevos prototipos, tal es caso de la Universidad Politécnica de Madrid que desarrolló un pescado inteligente que favorece al control y monitoreo de hábitat de los peces, a fin de medir sus variables y tomar decisiones que mejoren su producción.

En la figura siguiente se establece el desarrollo de un prototipo, el mismo que a través de sensores permitirá medir las variables dentro del fondo submarino e ir viendo de manera sincrónica el comportamiento de peces, la salud del agua donde se desplaza, logrando evitar el estrés fisiológico que se pueda presentar controlando la calidad de agua y su nutrición.

Estos parámetros de estudios benefician a la población mundial por cuanto se consumiría mejores alimentos, libres de enfermedades y controlando y evaluando constantemente la producción de estas especies marinas.



**Figura 63:** Prototipo de pez inteligente (Rossi, 2017)

Además, según el Informe de Vigilancia Tecnológica Blue Growth: IoT en el sector marino emitido por el Centro Tecnológico Naval y del mar, las proyecciones de la utilización de internet de las cosas en la Unión Europea están encaminadas a la generación de grandes aportes, los mismos que beneficiarán a las poblaciones donde se la implemente.

#### 4.2.4 Acuicultura inteligente

La aplicación de la tecnología en el sector acuicultor ha permitido la integración de varias tecnologías, generando tableros que faciliten el entendimiento del comportamiento de la producción, de tal manera que con el uso de alertas se puede conocer las variaciones existentes en este sector.

En la figura siguiente, se aprecia cómo se encuentra monitoreada un área de estudio a través de sensores, de la misma manera a través de una gráfica se aprecia las variaciones existentes.



**Figura 64:** Acuicultura inteligente (SensorGlobe, 2017)

En la figura anterior se establece a través de esta gestión la forma de integrar varias tecnologías y de trabajar con varios sensores que permiten medir algunas variables, entre ellas se detallan:

Oxígeno disuelto (mg/l)

Salinidad (PSU)

pH (0 – 14)

Temperatura (°C)

Potencial Redox (mS)

Turbidez (NTU)

Además, su fuente de alimentación es solar, optimizando recursos y siendo más amigable con el medio ambiente.

### **4.3 Resumen**

El desarrollo de Internet de las Cosas en la Acuicultura tiene diferentes frentes a nivel mundial, presentándose avances importantes que sin duda alguna ofrecerán mejores mecanismos para la gestión de las diferentes especies marianas.

En el país, a través de la empresa privada se está invirtiendo en departamentos de investigación, desarrollo e innovación, desarrollando productos interesantes para el uso del productor camaronero, implementando departamentos de investigación para desarrollar nuevas aplicaciones en este sector.

Las innovaciones sin duda alguna permitirán la optimización de los recursos y los procesos productivos que beneficiarán al productor camaronero y al sector en general, obteniendo mejores resultados en la producción, maximización de ingresos y una disminución en el impacto medio ambiental.

#### **4.4 Beneficios económicos de la implementación de Internet de las Cosas en la producción agropecuaria**

La implementación de internet de las cosas en el sector pecuario establece beneficios desde el punto de vista técnico y también económica, optimizando recursos y maximizando ganancias a este importante sector.

El empresario agrícola experimenta diferentes situaciones económicas durante la producción, de tal manera que constantemente busca mecanismos para mitigar los problemas financieros y que permitan minimizar los costos de producción (Lora, 2012).

En diferentes países la implementación de tecnología representa un alto costo, sin embargo, realizando una combinación de metodologías tradicionales y con el uso de tecnología permite rentabilizar las producciones existentes (Lowenberg-Deboer, 2012).

Realizando un análisis costo beneficio con la implementación de internet de las cosas, se identifica en los primeros años como el proceso fuerte de la inversión por la adquisición de equipos y tecnología necesaria, sin embargo, a partir de los años siguientes, los beneficios obtenidos se miden en la parte técnica, rentable y sostenible, estableciéndose un ahorro en la producción del 35%, la misma que va en aumento según el grado de tecnificación.

En algunas partes del mundo, como el Japón se está introduciendo como política las investigaciones en Agricultura de Precisión para ser introducidas en diferentes escalas de fincas, pero previa reestructuración de la normativa interna del país.

Es importante mencionar que no solo se debe hablar de beneficios económicos, sino también de un mayor control en los procesos productivos mediante el uso de las diferentes herramientas, las misma que se traducen en optimización de recursos que sumados permiten minimizar los gastos al productor, lastimosamente no se aprecian a primera vista sino en la articulación de los procesos técnicos financieros a corto, mediano y largo plazo.



#### **4.5 Proyección de Internet de las Cosas en la producción pecuaria**

El desarrollo tecnológico ha mutado a la civilización de forma permanente. A cada instante en varios rincones del planeta se genera información, se sube a la nube y de forma inmediata, al otro lado del mundo alguien más puede verla. Según CISCO, en 2016 tráfico de IP global fue de 1.2 ZB o 96 EB (un billón de Gigabytes por mes).

Con esa cantidad extraordinaria de información disponible, y mecanismos para acceder a ella de forma remota e instantánea, se convierte fundamental la capacidad de gestión de dichos datos para ser procesados en información útil; Información que solucione problemas de la vida diaria, o según la sociedad que la conduzca, se logren solucionar temáticas trascendentales para la humanidad.

Manuel Castells decía en 1995 en su columna en EL PAIS de España: Las nuevas tecnologías de información no determinan lo que pasa en la sociedad, pero cambian tan profundamente las reglas del juego que debemos aprender de nuevo, colectivamente, cuál es nuestra nueva realidad, o sufriremos, individualmente, el control de los pocos (países o personas) que conozcan los códigos de acceso a las fuentes de saber y poder.

Para ser una revelación hecha a finales del siglo XX, al día de hoy se convierte en casi un axioma definitivo. En un mundo que está terminando la segunda década del siglo XXI con una brecha mucho más grande entre países desarrollados y productores de materias primas, es evidente que las sociedades del conocimiento y la información están a décadas de desarrollo de las que priorizaron la explotación de recursos naturales.

El sistema productivo de las sociedades que explotan anti técnicamente sus recursos naturales dista sobremanera de las economías del conocimiento. Los recursos naturales no renovables son finitos, el conocimiento, al contrario, se potencia de forma exponencial con el tiempo. Si una sociedad depreda sus recursos naturales no renovables y no se prepara para convertirse en una economía de servicios, está condenada al fracaso. Por ende el internet de las cosas ha generado el desarrollo y la proyección de nuevas expectativas para aplicarse en la producción pecuaria, para lo cual se establecen las proyecciones que poco a poco van a generar el uso de tecnología como fuente de apoyo en la toma de decisiones, considerando diferentes aspectos con el apoyo de la tecnología.

Se espera el desarrollo de Big data como elemento que facilite la integración de los datos que se pueden obtener en las diferentes áreas, para lo cual es fundamental el tipo de datos que se va a procesar, siendo estos, datos estructurados, no estructurados y semiestructurados

En la tabla siguiente se presenta como se puede identificar a esos tipos de datos en la producción pecuaria.

**Tabla 10:** Tipos de datos

<b>Tipo de datos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Obtención</b>
Estructurados	Son aquellos que son estructurados y relacionados a través de bases de datos.	Sistemas de información aplicados al sector pecuario.
Semiestructurado	Son aquellos que tiene un nivel de estructura diferente en su forma de trabajar.	Hojas de reportes realizadas en Excel o en formato XML.
No estructurados	No tienen estructura de datos siendo compleja su forma de estructurarse por su falta estandarización.	Diferentes medios como Redes Sociales, correos electrónicos, mensajes de texto, etc.

**Fuente:** Los autores

Los datos como se pueden apreciar toma vital importancia en la aplicación de Big data, para esto se requiere del uso de modelos estadísticos que ayuden a procesar y validar esos volúmenes de información, considerando los siguientes:

K-Means

Spectral Clustering

Fuzzy k-Means

Filtrado por elemento

Naive Bayes

Bosque aleatorio

Perceptron multicapa

Modelos de Markov

Cada una de estas técnicas, permiten gestionar la información de manera especializada, logrando obtener mejores resultados en el procesamiento, generando confianza y veracidad en los reportes obtenidos, facilitando la toma de decisiones al productor que lo utiliza.

Es importante mencionar que la tendencia del uso de Big data a futuro requiere del conocimiento adecuado de los momentos en que se debe obtener la información, para implementar controles que validen los mismos, y puedan recolectarse, procesarse, almacenarse y generar reportes estratégicos en el campo agropecuario.

Se espera a futuro el aporte de Big data en diferentes áreas de sector pecuario, generando las siguientes aplicaciones:

### 1.- Inteligencia de Negocios en sector agropecuario

Se promueve a través de reportes gerenciales, identificar las variables asociadas a la productividad, desarrollando un Dashboard o tablero que presente los resultados de las variables de estudio, a fin de tomar decisiones sustentados en reportes estratégicos.

### 2.- Machine learning y sistemas predictivos en la producción

Permitirá establecer patrones que ayuden a generar sistemas de predicción de las diferentes variables asociadas a la producción pecuaria, logrando predecir el impacto de propagación de enfermedades o falta de nutrientes, beneficiando a la gestión de la producción al productor.

### 3.- Big data en la producción agropecuaria

Facilita el procesamiento de grandes volúmenes de datos, permitiendo procesar datos estructurados, semi estructurados y no estructurados a fin de convertir la información en sistemas inteligentes, asociados a modelos predictivos que faciliten la toma de decisiones.

Además, integrará diferentes tecnologías en las que se obtenga mediciones de las variables productivas, y elementos asociadas al suelo, PH, humedad, nitrógeno entre otros, procesando grandes volúmenes de datos, generando inteligencia de los datos para la toma de decisiones en este sector.

### 4.- Big data en ganadería de precisión

Asocia el uso de dispositivos que permitan el control y monitoreo de los animales, permitiendo establecer patologías, asociados al análisis multivariado, procesando y validando información, permitiendo identificar los patrones de comportamiento de los animales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addati, G., & Pérez, G. (12 de 09 de 2017). [www.econstor.eu](http://www.econstor.eu/bitstream/10419/130802/1/799216895.pdf). Obtenido de <http://www.econstor.eu/bitstream/10419/130802/1/799216895.pdf>
- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. (04 de 02 de 2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 3-21. Recuperado el 10 de 08 de 2017, de Taylor or Francis On line: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10630732.2014.942092>
- Álvarez, M., Raposo, J., & Bello, A. (2018). 3D Urban Virtual Models generation methodology for smart cities. *Informes De La Construcción*, 549. doi:10.3989/id.56528
- Andalucía. (05 de 07 de 2017). LabTIC - Tecnología y Educación. Obtenido de <http://www.scoop.it/t/labtic-tecnologia-y-educacion>
- Arango, M., & Jaimes, W. (01 de 06 de 2010). Gestión cadena de abastecimiento - logistica con indicadores bajo incertidumbre. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 97-115. Recuperado el 22 de 05 de 2018, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-81702010000100007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702010000100007)
- Arce, A.I.C., Tech, A.R.B., Silva, A.C.S., & Costa, E.J.X. (11 de 09 de 2017). Scielo. Obtenido de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-05922009000200010&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922009000200010&lng=es&tlng=es).
- Arduino. (2013). ARDUINO Ethernet Shield 2. Obtenido de <http://arduino.cc/es/Main/ArduinoEthernetShield>.
- Association, M. M. (11 de 07 de 2017). MMA Updates Definition of Mobile. Obtenido de <http://www.keystrokemarketing.com/ppc/cost.html>
- Benites, G. (30 de 12 de 2016). Ciudad digital: paradigma de la globalización urbana. *Bitacora* 27, 10. Recuperado el 12 de 10 de 2017, de <http://www.scielo.org.co/pdf/biut/v27n1/v27n1a10.pdf>
- Berckmans, D. (01 de 09 de 2016). Ganadería de precisión. Obtenido de <http://seleccionesavicolas.com/avicultura/2017/03/ganaderia-de-precision-ejemplos-para-aves>
- Berhanu, Y., Abie, H., & Hamdi, M. (2013). A Testbed for Adaptive Security for IoT in eHealth. *ACM*, 5. doi:10.1145/2523501.2523506
- Branchi, P., Fernández, C., & Maestro, I. (2015). Methodology to assess the impact of the introduction of new technologies on smart cities. *Dyna*, 285-293. doi:10.6036/7388
- Chartuni, E. (2007). Agricultura de Precisión. *Perspectivas*, 31. Recuperado el 12 de 06 de 2017, de

<http://www.gisandbeers.com/RRSS/Publicaciones/Agricultura-Moderna-Precision.pdf>

- Chaudhuri, A. (06 de 06 de 2016). Mitigación de amenazas cibernéticas de nodos de sensores inalámbricos para servicios de IoT seguros y confiables. Obtenido de <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07366981.2016.1181416>
- CTN. (2018). Informe de Vigilancia Tecnológica Blue Growth: IoT en el sector marino. Murcia: CTN. Recuperado el 20 de 05 de 2018, de <http://www.ctninnova.com/wp-content/uploads/2018/02/Informe-VT-Blue-Growth-IoT-4.pdf>
- Deren, L., Shan, J., Shao, Z., Zhou, X., & Yao, Y. (2013). Geomatics for Smart Cities - Concept, Key Techniques, and Applications. *Geo-spatial Information Science*, 13-24. doi:<https://doi.org/10.1080/10095020.2013.772803>
- Estimote. (11 de 07 de 2017). Beacon Tech Overview. Obtenido de <http://developer.estimote.com/>
- Evans, D. (01 de Abril de 2011). Internet de las cosas. Obtenido de <http://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/34766160/internet-of-things-ibsg.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1499276638&Signature=aZxfWTzO9c54Jrk52bFb64L1TSU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DInternet-of-things->
- Florenzano, T. (2008). *Iniciación em Sensoriamento Remoto*. Sao Paulo: Oficina de Textos.
- Gea. (26 de 07 de 2017). Engineering for a better world. Obtenido de <http://www.gea.com/es/products/milking-cluster-positioning.jsp>
- GeoCento. (01 de 08 de 2017). Satélite de imágenes SENTINEL 2. Obtenido de <http://geocento.es/galeria-de-satelites-para-buscar-y-adquirir-imagenes/satelite-imagenes-sentinel-2/>
- Gonzalo Llano Ramírez, Óscar Arley Orozco. (12 de 11 de 2015). Obtenido de *Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión*: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v15n28/v15n28a07.pdf>
- Guangwu, L., Perez, R., Muñoz, J., & Regueira, F. (2016). Internet of Ships: The Future Ahead. *World Journal of Engineering and Technology*, 220-227. doi:10.4236/wjet.2016.43D027
- Gustafson, S., & Sheth, A. (03 de 03 de 2014). Web of Things. Obtenido de <http://www.computer.org/web/computingnow/archive/march2014>.
- Harris, A., Khanna, V., & Tuncay, G. (2016). Smart LaBLEs: Proximity, Autoconfiguration, and a constant supply of gatorade(TM). 1st



IEEE/ACM Symposium on Edge Computing, 142-154.  
doi:10.1109/SEC.2016.43

Hishamunda, N. (12 de 09 de 2017). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/Y4762S/Y4762S00.HTM>

Islam, S., Fathy, A., Wang, Y., Kuhn, M., & Mahfouz, M. (2014). BioWireleSS for a Patient-Centric Health-Care Paradigm. *IEEE Microwave Magazine*, S25 - S33.

Jaimes, W., Arango, M., & Cárdenas, I. (01 de 06 de 2014). Comportamiento logístico en la distribución de última milla de productos alimenticios. *EIA*, 145-156. Recuperado el 20 de 05 de 2018, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372014000100013](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372014000100013)

Juan Manuel Maqueira y Sebastián Bruque. (2012). *Marketing 2.0. El nuevo marketing en la Web de las Redes Sociales*. Mexico D.F.: Alfaomega.

Leo, Y., Karsai, M., Sarraute, C., & Fleury, E. (2018). Correlations and dynamics of consumption patterns in social-economic networks. *Social Network Analysis and Mining*, 8-9. doi:10.1007/s13278-018-0486-1

López, A. (15 de 06 de 2016). *Livestock Analytics, ganadería inteligente*. Obtenido de <http://tecreview.itesm.mx/livestock-analytics-ganaderia-inteligente/>

Lora, D. (01 de 12 de 2012). Factibilidad económica del empleo de las herramientas de agricultura de precisión en la empresa Pecuaria Niña Bonita. Obtenido de [Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542012000400003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000400003)

Lowenberg-Deboer, J. (2012). Precision farming overview. Obtenido de [www.agriculture.purdue.edu/ssmc](http://www.agriculture.purdue.edu/ssmc): <http://www.agriculture.purdue.edu/ssmc/DTCworkshop.pdf>

Martínez, O., & Arango, K. (01 de 12 de 2012). El Mobile Marketing en Colombia. Su estado actual y proyección Año 2012. *EAN*, 136-167. Recuperado el 23 de 07 de 2017, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-81602012000200009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602012000200009)

Mas, J.-F. (05 de 11 de 2016). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/311548331\\_Hacia\\_un\\_sistema\\_de\\_monitoreo\\_forestal\\_en\\_tiempo\\_casi\\_real?enrichId=rgreq-4d3396a127a6b8e68d70d6dae065b72e-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMxMTU0ODMzMtBUzo0NDI3MTA0NDUzMDE3NjBAMTQ4MjU2MTgwMzMzMzMQ%3D%3D&el=](https://www.researchgate.net/publication/311548331_Hacia_un_sistema_de_monitoreo_forestal_en_tiempo_casi_real?enrichId=rgreq-4d3396a127a6b8e68d70d6dae065b72e-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMxMTU0ODMzMtBUzo0NDI3MTA0NDUzMDE3NjBAMTQ4MjU2MTgwMzMzMzMQ%3D%3D&el=)

Minbo, L., Zhu, Z., & Guangyu, C. (2013). Information Service System Of Agriculture IoT. *Automatika*, 415-426. doi:10.7305/automatika.54-4.413

- Pandorfi, H. (12 de 09 de 2017). Zootecnia de precisão: princípios básicos e atualidades na suinocultura. ZOOTECA. Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v13n2/a23v13n2.pdf>
- Plumb, R. (2000). Precision agriculture in the 21st century: geospatial and information technologies in crop management. Washington: Pest Management Science.
- Polo, J. D. (21 de 01 de 2016). La ganadería se apunta al Internet de las Cosas. Obtenido de <https://www.whatsnews.com/2016/01/21/la-ganaderia-se-apunta-al-internet-de-las-cosas/>
- R. Grisso, M. Alley, P. McClellan, D. Brann, y S. Donohue. (2009). Precision Farming . Virginia: Virginia State University.
- Romanos, B. (21 de 12 de 2015). Tech Food Magazine. Obtenido de <https://www.techfoodmag.com/wearables-para-el-ganado-el-iot-de-las-vacas/>
- Rossi, C. (10 de 05 de 2017). ScienceDaily. Recuperado el 26 de 05 de 2018, de <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/05/170510091553.htm>
- SensorGlobe. (2017). SensorGlobe. Recuperado el 20 de 05 de 2018, de [https://sensorglobe.com/?page\\_id=1014](https://sensorglobe.com/?page_id=1014)
- Silva, N., Khan, M., & Han, K. (2017). Internet of Things: A Comprehensive Review of Enabling Technologies, Architecture, and Challenges. IETE Technical Review, 205-220. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/02564602.2016.1276416>
- Social, D. d. (2013). Alimentación y agricultura mundiales . Anuario Estadístico 2013.
- Sosa, E., & Godoy, D. (01 de 06 de 2014). Internet del futuro. Desafíos y perspectivas. Revista de Ciencia y Tecnología, 40-46. Recuperado el 24 de 10 de 2017, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-75872014000100007](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872014000100007)
- Sreeram, K., Kumar, R., & Bhagavath, S. (2018). Smart farming - A prototype for field monitoring and automation in agriculture. International Conference on Wireless Communications. doi:10.1109/WiSPNET.2017.8300148
- Vega, A., Santamaría, F., & Rivas, E. (01 de 12 de 2014). Internet de los objetos empleando arduino para la gestión eléctrica domiciliaria. Revista EAN, 23-41. Recuperado el 18 de 11 de 2017, de Internet de los objetos empleando arduino para la gestión eléctrica domiciliaria: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-81602014000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602014000200001)

- Verdouw, C., Robbmond, R., & Verwaart, T. (09 de 06 de 2015). A reference architecture for IoT-based logistic information systems in agri-food supply chains. *Enterprise Information Systems*, 1-26. doi:10.1080/17517575.2015.1072643
- Vito Albino , Umberto Berardi y Rosa Maria Dangelico. (04 de 02 de 2015). <http://www.tandfonline.com>. Obtenido de <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10630732.2014.942092>
- Yingyi, C., Zhumi, Z., Huihui, Y., & Jing, X. (2017). Application of Fault Tree Analysis and Fuzzy Neural Networks to Fault Diagnosis in the Internet of Things (IoT) for Aquaculture. *Sensors*, 153. doi:10.3390/s17010153
- Yuxin, M., & Yun, B. (2010). Investigación sobre la Arquitectura y Tecnología de Clave de Internet de las cosas (LOT). Conferencia Internacional sobre Avances en Ingeniería de la Energía. Beijing. Obtenido de <https://www.t-systemsblog.es/estas-son-las-capas-del-internet-de-las-cosas/>

### **Harry Vite Cevallos**

Ingeniero en Sistemas, Magister en Administración y Dirección de Empresas. Se desempeñó como Responsable de la Jefatura de Apoyo Estratégico y Tecnología en El Oro del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS. Docente de la Universidad Técnica de Machala, actualmente realiza investigación sobre Big Data en Agricultura de Precisión y sistemas predictivos mediante técnicas de Geoestadística.

### **Oliverio Vargas González**

Médico Veterinario Zootecnista Magister en Administración y Gerencia Agropecuaria, Docente de la Universidad Técnica de Machala, Consultor de proyectos pecuarios en la provincia de El Oro.

### **Luis Vargas Collaguazo**

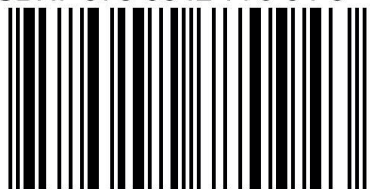
Estudió ingeniería ambiental, sistemas de información geográfica y agricultura de precisión. Fue especialista en calidad ambiental en el Ministerio del Ambiente del Ecuador, consultor ambiental Junior en importantes empresas consultoras ambientales, con énfasis en minería metálica y petróleo. Inició su carrera siendo parte de equipos de trabajo para Estudios de Impacto Ambiental en el año 2012.

Actualmente cursa 2 posgrados en la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Uno en Gestión del Agua y el segundo en SIG aplicados a los recursos naturales y producción agropecuaria.

### **Johanna Vargas Collaguazo**

Ingeniera en Gestión Empresarial, Magister en Administración y Dirección de Empresas. Se desempeñó como Encargada de Gestión de Cartera y Contabilidad en la Corporación Financiera Nacional, posteriormente como Gestor a nivel Zonal de Talento Humano en el Banco Nacional de Fomento en El Oro y actualmente como responsable de Talento Humano de la Gobernación de El Oro - Ministerio del Interior en El Oro

ISBN: 978-9942-770-94-3



9 789942 770943

compAS