

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR - MATRIZ  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CON MENCIÓN EN  
GERENCIA DE LA CALIDAD Y  
PRODUCTIVIDAD**

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA  
IMPLEMENTACION DE DRONES EN EL CULTIVO DE FLORES DE VERANO  
Y ROSAS EN EL GRUPO ESMERALDA ECUADOR**

**MARCO ANÍBAL CHÁVEZ TIERRA**

**DIRECTOR: MGTR. BAYARDO FLORES**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN ESTRATÉGICA DE LAS  
OPERACIONES**

**QUITO, MARZO 2018**





## **DEDICATORIA**

A Dios por darme su bendición para despertarme cada día y llenarme de felicidad.

A Verónica mi esposa, por su enorme fortaleza para sostenerme en los momentos más difíciles dándome su corazón para sostenerme

A Joshua que es la luz de mis ojos, la fuerza de mi vida y el ser que hace brillar cada instante mi alma.

A mis padres y hermanos por su preocupación y constante apoyo

**Marco**

## **AGRADECIMIENTOS**

Un agradecimiento profundo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por permitir cursar en sus aulas y adquirir conocimientos para volcarlos en el bienestar de las personas.

Al Grupo Esmeralda Farms Ecuador por permitirme generar nuevos conocimientos dentro del sector florícola en el Ecuador.

**Marco**

## **TABLA DE CONTENIDOS**

ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	vi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
2.1 DELIMITACIÓN DEL CAMPO A INVESTIGAR .....	3
2.1.1 Dimensión temática .....	3
2.1.2 Dimensión espacial .....	3
2.1.3 Dimensión temporal.....	3
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
2.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
3. OBJETIVOS.....	5
3.1 GENERAL .....	5
3.2 ESPECÍFICOS .....	5
4. JUSTIFICACIÓN .....	6
4.1 RELEVANCIA SOCIAL.....	6
4.2 RELEVANCIA ACADÉMICA .....	6
4.3 RELEVANCIA PERSONAL .....	7
5. MARCO DE REFERENCIA.....	7
5.1 MARCO TEÓRICO.....	7
5.2 MARCO CONCEPTUAL .....	10
6. METODOLOGÍA .....	12
6.1 TIPO DE ESTUDIO .....	12
6.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	13
6.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	13

1.	DRONES (UAV'S) UTILIZADOS EN LA AGRICULTURA A NIVEL MUNDIAL .....	15
1.2	ORIGEN DE LOS DRONES.....	16
1.3	LOS DRONES EN EL SECTOR AGRICOLA .....	20
1.4	DRONES EN EL ECUADOR .....	23
1.5	LEGISLACIÓN PARA EL USO DE DRONES EN EL ECUADOR .....	27
2.	AGRICULTURA 4.0 Y EL GRUPO ESMERALDA. ....	30
2.1	DEFINICIÓN DE AGRICULTURA 4.0.....	30
2.2	EL GRUPO ESMERALDA ECUADOR.....	33
2.3	CULTIVOS DEL GRUPO ESMERALDA ECUADOR Y SU PROBLEMÁTICA ACTUAL .....	36
2.4	ABORDAJE Y HERRAMIENTAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE ÁREAS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE DRONES .....	44
2.5	SISTEMA DE INFORMACIÓN DE DRONES UTILIZADOS PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA .....	52
2.6	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y EMISIÓN DE DATOS CAPTURADOS POR LOS DRONES .....	63
3.	ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN E IMPACTO DE LOS DRONES EN EL GRUPO ESMERALDA. ....	84
3.1	VENTAJAS COMPETITIVAS EN LA UTILIZACIÓN DE DRONES .....	84
3.2	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS DRONES.....	88
4.	RESULTADOS .....	99
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	101
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	103
	ANEXOS .....	118

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

ILUSTRACIÓN 1. VIÑEDO ORGÁNICO EN SUDÁFRICA. IMAGEN DIVIDIDA (SPLIT-IMAGE) DE UN VIÑEDO DE VINO ORGÁNICO EN SUDÁFRICA. AL USAR SENSORES NDVI, LA VEGETACIÓN SE MUESTRA EN COLORES QUE VAN DEL ROJO AL VERDE, DONDE EL VERDE SIGNIFICA SANO Y EL ROJO ES UN INDICADOR DE ESTRÉS. ....	8
ILUSTRACIÓN 2 CRONOLOGÍA DE LOS NOMBRES APLICADOS A LAS AERONAVES ROBÓTICAS. 19	
ILUSTRACIÓN 3 YAMAHA RMAX REALIZANDO LA APLICACIÓN FITOSANITARIA EN UN VIÑEDO .....	22
ILUSTRACIÓN 4 DJI EL OCTOCOPTER AGRAS MG-1 PARA APLICACIONES FITOSANITARIAS... 23	
ILUSTRACIÓN 5 CAPACITACIÓN SOBRE EL USO DE DRONES EN LA AGRICULTURA, FINCA LA DELICIA.SALINAS DE IBARRA, ECUADOR .....	24
ILUSTRACIÓN 6 DRON REALIZANDO APLICACIONES DE AGROQUÍMICOS.....	26
ILUSTRACIÓN 7 LINDERO DE LA FINCA LA TOLITA CON LA POBLACIÓN DE GUALLABAMBA, PICHINCHA, ECUADOR. ....	29
ILUSTRACIÓN 8 COMPONENTES DE LA AGRICULTURA 4.0.....	31
ILUSTRACIÓN 9 DISTINTOS TIPOS DE DRONES UTILIZADOS PARA AGRICULTURA 4.0 .....	32
ILUSTRACIÓN 10 GRUPO ESMERALDA FARMS .....	33
ILUSTRACIÓN 11 VARIEDADES DEL GRUPO ESMERALDA ECUADOR. ....	34
ILUSTRACIÓN 12 VARIEDADES DE FLORES DE VERANO Y ROSAS - GRUPO ESMERALDA FARMS. ....	37
ILUSTRACIÓN 13 GYPSOPHILA DEL GRUPO ESMERALDA FARMS. ....	37
ILUSTRACIÓN 14 GYPSOPHILA PINTADA DEL GRUPO ESMERALDA FARMS, ECUADOR .....	38
ILUSTRACIÓN 15 VARIEDADES DE ROSAS DEL GRUPO ESMERALDA ECUADOR.....	38
ILUSTRACIÓN 16 VARIEDADES COMERCIALES DE ACHILEA, GRUPO ESMERALDA FARMS, ECUADOR .....	39
ILUSTRACIÓN 17 BUPLEURUN DEL GRUPO ESMERALDA FARMS, ECUADOR .....	39
ILUSTRACIÓN 18 RICEFLOWER PINK, GRUPO ESMERALDA FARMS, ECUADOR .....	40
ILUSTRACIÓN 19 VARIEDADES COMERCIALES DE CRASPEDIA, GRUPO ESMERALDA FARMS, ECUADOR .....	40

ILUSTRACIÓN 20 VARIEDADES COMERCIALES DE TRAQUELIUM DEL GRUPO ESMERLADA FARMS, ECUADOR .....	41
ILUSTRACIÓN 21 SUNFLOWER CULTIVADO EN EL GRUPO ESMERALDA ECUADOR. ....	41
ILUSTRACIÓN 22 ASTER MARDI GRAS CULTIVADO EN EL GRUPO ESMERALDA FARMS ECUADOR. ....	42
ILUSTRACIÓN 23 ALSTROEMERIAS DE DIFERENTES VARIEDADES CULTIVADAS EN EL GRUPO ESMERALDA FARMS ECUADOR.....	43
ILUSTRACIÓN 24 TIPOS DE MULTIRROTORES EXISTENTES EN LA ACTUALIDAD.....	45
ILUSTRACIÓN 25 PHAMTON 4 PRO DJI.....	46
ILUSTRACIÓN 26 PASOS PARA UTILIZAR UN DRON CON SENSORES .....	49
ILUSTRACIÓN 27 PRESICIONHAWK - DELIMITACIÓN DE VUELO DEL DRON EN EL CAMPO AGRÍCOLA.....	50
ILUSTRACIÓN 28 PRESICIONHAWK-SENSORES UTILIZADOS EN AGRICULTURA.....	51
ILUSTRACIÓN 29 VISTA AÉREA DEL CULTIVO DE RICEFLOWER EN LA FINCA FLORYCAMPO, GRUPO ESMERALDA, ECUADOR.....	52
ILUSTRACIÓN 30 VISTA AÉREA DEL SISTEMA DE RIEGO E INVERNADEROS EN LA FINCA FLORYCAMPO, GRUPO ESMERALDA FARMAS, ECUADOR. ....	53
ILUSTRACIÓN 31 UNIFORMIDAD DEL NDVI EN EL CULTIVO DE GYPSOPHILA EN LA FINCA LA MORA, GRUPO ESMERLDA ECUADOR.....	54
ILUSTRACIÓN 32 CULTIVO DE SUNFLOWER EN LA FINCA ESMERALDA SUN DEL GRUPO ESMERALDA .....	55
ILUSTRACIÓN 33 ÍNDICE DE VEGETACIÓN AJUSTADO, FINA LA TOLITA, GRUPO ESMERALDA ECUADOR. ....	56
ILUSTRACIÓN 34 LA CAJA DE NÚCLEO DE VUELO DE AIRWARE SE CONECTA A LOS SENSORES Y A LOS CONTROLES FÍSICOS DEL DRON PARA QUE EL APARATO PUEDA EJECUTAR DESDE LA TIERRA Y ENVIAR DE VUELTA LOS DATOS RECOGIDOS .....	57
ILUSTRACIÓN 35 HARDWARE DE AIRWARE INSTALADO DENTRO DE UN CUADRICÓPTERO. ....	58
ILUSTRACIÓN 36 CALIBRACIÓN Y CORRECCIÓN DE EFECTOS INTERFERENTES (AGROSENSOR) .....	59
ILUSTRACIÓN 37 ESPECTROFOTÓMETRO DE REFLECTANCIA .....	60

ILUSTRACIÓN 38. MOSAICO REALIZADO CON RGB DE LA FINCA LA MORA DEL GRUPO ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR .....	61
ILUSTRACIÓN 39 CULTIVO DE SUNFLOWER VISTO A 5 METROS DE ALTURA MEDIANTE UN UAV, FINCA ESMERALDA SUN, GRUPO ESMERALDA FARMS, ECUADOR.....	62
ILUSTRACIÓN 40. ORTOMOSAICO RGB DEL CULTIVO DE GYPSOPHILA DE LA FINCA LA MORA, ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR. ....	63
ILUSTRACIÓN 41 FLUJO DE TRABAJO PARA LA OBTENCIÓN DE MAPAS MEDIANTE UAV .....	64
ILUSTRACIÓN 42 ORTOMOSAICO CON FILTRO RGB DE LA FINCA LA TOLITA, ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR .....	65
ILUSTRACIÓN 43 SENSOR RGB Y ALGORITMOS UTILIZADOS EN LOS LEVANTAMIENTOS MEDIANTE UAV EN VARIAS FINCAS DE ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR.....	66
ILUSTRACIÓN 44 PRECISIONMAPPER, SOFTWARE DE LA EMPRESA PRECISONHAWK.....	67
ILUSTRACIÓN 45 ORTOMOSAICO CON PARALELAJE DEL CULTIVO DE SUNFLOWER EN LA FINCA ESMERALDA SUN, GRUPO ESMERALDA FARMS, ECUADOR .....	68
ILUSTRACIÓN 46 ORTOMOSAICO DE LA FINCA LA MORA, ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR .....	69
ILUSTRACIÓN 47 NDVI EN EL CULTIVO DE SUNFLOWER EN LA FINCA ESMERALDA SUN, ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR. ....	70
ILUSTRACIÓN 48 REFLECTANCIA DE LAS DIFERENTES BANDAS EN LAS PLANTAS.....	71
ILUSTRACIÓN 49 NDVI EN EL CULTIVO DE LA GYPSOPHILA EN LA FINCA LA MORA, GRUPO ESMERALDA FARMS, ECUADOR.....	72
ILUSTRACIÓN 50 NDVI (NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX) EN EL CULTIVO DE GYPSOPHILA, FINCA LA MORA, ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR.....	73
ILUSTRACIÓN 51 CÁLCULO DEL NDVI EN LAS PLANTAS .....	74
ILUSTRACIÓN 52 LONGITUDES DE ONDA CON SUS RESPECTIVOS ESPECTROS.....	75
ILUSTRACIÓN 53 COMPARACIÓN ENTRE ÁREAS DE CULTIVO Y SU ALTURA EN LA FINCA LA MORA, GRUPO ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR. ....	76
ILUSTRACIÓN 54 IMÁGENES TOMADAS CON UN SENSOR TÉRMICO DE MICA\$ENSE EN UN CAMPO DE CULTIVO Y SU PROCESAMIENTO EN EL CUAL SE EVIDENCIA UN EXCESO DE AGUA. ....	77

ILUSTRACIÓN 55 COBERTURA VEGETAL EN LA FINCA LA MORA, GRUPO ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR.....	78
ILUSTRACIÓN 56 ALTURA DE GYPHOPILA DE LA FINCA LA MORA, GRUPO ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR.....	79
ILUSTRACIÓN 57 CONTEO DE PLANTAS DE SUNFLOWER A LOS 3 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA, FINCA ESMERALDA SUN, GRUPO ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR. .....	80
ILUSTRACIÓN 58 CONTEO DE PLANTAS DE SUNFLOWER A LOS 15 DIAS ANTES DE LA COSECHA, FINCA ESMERALDA SUN, GRUPO ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR. ....	81
ILUSTRACIÓN 59 CONTEO DE LA CANTIDAD DE PLANTAS DE SUNFLOWER SOBRANTES DE LA COSECHA. ....	82
ILUSTRACIÓN 60 LAS 20 COMPAÑÍAS FABRICANTES MÁS EXITOSAS DE DRONES ....	84
ILUSTRACIÓN 61 ESTIMACIONES PRESUPUESTADAS DE DRONES PARA EL AÑO 2021 SEGÚN BI INTELLIGENCE. ....	85
ILUSTRACIÓN 62 RGB MODO DE COLOR .....	86
ILUSTRACIÓN 63 HUMEDAD ANTES DE LA SIEMBRA EN LA FINCA LA TOLITA, GRUPO ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR.....	86
ILUSTRACIÓN 64 CULTIVO DE GYPHOPILA CON ALTA MORTALIDAD DE PLANTAS, FINCA LA MORA, GRUPO ESMERALDA FARMS, PICHINCHA, ECUADOR.....	87
ILUSTRACIÓN 65 USO DE DRONES POR SEGMENTOS DE USUARIOS.....	89
ILUSTRACIÓN 66 VENTAS DE UAV'S SEGÚN LOS SEGMENTOS EN LOS AÑOS 2016-2017 .....	90
ILUSTRACIÓN 67 PROYECCIÓN DE VENTAS DE UAV'S. ....	91
ILUSTRACIÓN 68 MAPA DE CLOROFILA PROCESADO DE UN CAMPO DE CULTIVO CAPTURADO CON EL SENSOR MICASense ALTUM. ....	92
ILUSTRACIÓN 69 DESCRIPCIÓN DE PROFORMAS DE DIFERENTES UAV'S. ....	93
ILUSTRACIÓN 70 PRESUPUESTO DE LA ADQUISICIÓN DEL UAV PARA EL GRUPO ESMERALDA FARMS. ....	94
ILUSTRACIÓN 71 ANÁLISIS DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL UAV ADQUIRIDO CON TODOS LOS SENSORES. ....	95
ILUSTRACIÓN 72 COSTO DEL UAV DE DJI CON LA CÁMARA RGB Y EL SOFTWARE DE PRECISIONHAWK ADQUIRIDOS POR EL GRUPO ESMERALDA FARMS, ECUADOR. ....	96

ILUSTRACIÓN 73 RETORNO DE LA INVERSIÓN CON LA ADQUISICIÓN DEL UAV ADQUIRIDO POR EL GRUPO ESMERALDA FARMS ECUADOR.....	97
--	----

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La incesante búsqueda de nuevas tecnologías para mejorar la producción a nivel mundial ha sido incansable y con la aparición de los drones (UAV's por sus siglas en inglés) primero en el ámbito militar y actualmente en un crecimiento constante en el nivel civil se ha logrado disminuir las pérdidas potenciales en varios sectores, siendo uno de ellos el agrícola.

El agricultor en la actualidad puede recorrer grandes extensiones de sembríos únicamente realizando sobre vuelos a través de drones con los cuales se han logrado visualizar oportunidades de mejora potenciales a través de la información recolectada con la ayuda de varios sensores instalados en las cámaras de los UAV los mismos que proporcionan información que el ojo humano no puede detectar a simple y que pueden producir grandes pérdidas monetarias para el productor.

El sector florícola al estar en una constante transformación ha visto la necesidad de incluir entre sus herramientas productivas a los UAV para obtener información privilegiada con la cual se pueda lograr una mayor efectividad en sus procesos productivos, logrando de esta manera una mayor productividad en sus cultivos.

## INTRODUCCIÓN

El comercio globalizado, la necesidad de incrementar los niveles de producción en espacios de área cultivable cada vez de menor tamaño han logrado que se inventen nuevas tecnologías disruptivas en la producción agrícola, misma que con la aparición de la agricultura 4.0 ha ido dando pasos firmes para conseguir este objetivo y con la puesta en marcha de los drones dentro de este sector se ha encontrado un importante aliado para reducir pérdidas significativas que muchas veces no pueden ser detectadas a simple vista pero que tiene un enorme impacto a nivel productivo, llegando en muchos casos a tener pérdidas totales de la producción con su consiguiente impacto en la economía de los productores.

Esto sería inimaginable en épocas anteriores en donde la experticia del agricultor era determinante para tomar una decisión de producción, sin embargo, en la actualidad se tienen recursos tecnológicos como son los drones los cuales poseen cámaras con sensores multiespectrales e hiperespectrales que están en pleno auge y constate desarrollo para lograr transmitir información de síntomas imperceptibles por los agricultores pero que crean cuantiosas mermas productivas en los cultivos golpeando la economía de las personas dedicadas al arte de la agricultura.

El presente documento muestra un estudio de forma estructurada sobre el aporte que los drones pueden tener dentro del cultivo de flores, y en su primera parte muestra los drones desde sus orígenes junto con su evolución hasta convertirse en la actualidad en aplicaciones de carácter civil dentro de ellos la agricultura, sin olvidarnos de las leyes mediante las cuales se rigen en el Ecuador; subsiguientemente el proyecto se enfoca en las herramientas con las que se cuenta actualmente para el levantamiento de la información y el diagnóstico de áreas de cultivo.

Posteriormente se continua con un análisis de la información capturada en los diferentes sobrevuelos que realizan los UAV's y la emisión del informe respectivo una vez procesado en el software de los campos productivos mismos que servirán para tomar decisiones que

impacten en los recursos dentro de la empresa, finalmente se termina con un análisis económico el cual nos permite conocer el tiempo en el cual se retorna la inversión de estos equipos tecnológicos.

# **1. TEMA: MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE DRONES EN EL CULTIVO DE FLORES DE VERANO Y ROSAS EN EL GRUPO ESMERALDA ECUADOR**

## **2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1 DELIMITACIÓN DEL CAMPO A INVESTIGAR**

#### **2.1.1 Dimensión temática**

La agricultura de precisión es el empleo de nuevas tecnologías para realizar un estudio en los cultivos agrícolas, se empezó a estudiar a partir de los años ochenta, pero a partir del nuevo siglo ha empezado un crecimiento sostenible en la agricultura, por lo cual dentro de este campo los drones ayudarían en el monitoreo y control en los procesos de siembra, curvas de crecimiento, y estimados de producción de flores de verano y rosas para mejorar actuar de manera inmediata con la finalidad que se obtenga un aumento en la productividad y una reducción de costos (ICT,2016).

#### **2.1.2 Dimensión espacial**

El estudio será realizado en el Grupo Esmeralda Ecuador, Provincia de Pichincha, dedicado a la producción y exportación de flores de verano y rosas.

#### **2.1.3 Dimensión temporal**

El estudio de los diferentes aspectos que influyen en la producción de rosas y flores de verano en el Grupo Esmeralda Ecuador se lo realizará a partir de marzo del 2018 hasta diciembre del 2018 para conocer los detalles en los cuales se puedan trabajar y agregar un valor mediante estas herramientas tecnológicas.

## **2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la agricultura de precisión se trata de hacer lo ideal en el lugar correcto en el momento adecuado con la cantidad exacta (Eun Ju Lee, 2016). En la última década, la agricultura de precisión ha experimentado un crecimiento sin precedentes en todo el mundo, y actualmente alrededor del 80 por ciento de los nuevos equipos agrícolas vendidos tiene algún tipo de componente de agricultura de precisión (Sevim Seda, 2018)

En este sentido los drones ofrecen una infinidad de posibilidades dentro de la agricultura, estos pueden sobrevolar los campos de una forma veloz, logrando capturar información diversa gracias a sus sensores, además se puede evidenciar que un solo dron es capaz de monitorear cientos de hectáreas de forma detallada y con una gran precisión, analizando las condiciones del terreno en la que se encuentran las plantas, con la finalidad de recoger información sobre el régimen hídrico, la temperatura o el ritmo mediante el cual se encuentran creciendo los diferentes cultivos (Portero, 2017)

Una de las funciones más importantes y que es de gran relevancia por parte del agricultor y que es atribuida a los UAV's se basa en la detección y localización prematura de plagas y enfermedades, factor crítico mediante el cual los productores pueden tomar decisiones para reducir la cantidad de agroquímicos empleados en los cultivos debido a que en la actualidad los mismos drones pueden aplicarlo de forma localizada generando reducción de desperdicios; estos dispositivos tienen la capacidad también de controlar el funcionamiento del riego, remitir fotografías e incluso vídeo en tiempo real al propietario o a un centro donde se observe el estado de los cultivos (SZdrones,2015).

La mano de obra representa hasta el 70% de los costos variables de producción dentro de la floricultura, cuestión que pretende mejorarse con la automatización y robótica en este sector (Juan Jesús Roldán, 2015). Toda esta información proporcionada permitirá a los agricultores gestionar sus cultivos de manera que tengan a su disposición una herramienta con tecnología de punta que aporte en el control e incremento de la productividad, así como generar un ahorro de costos importante para los agricultores (CFN, 2017).

## **2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El Grupo Esmeralda Ecuador dentro de su innovación constante ha visto la necesidad de contar con un sistema de drones para realizar un monitoreo permanente de sus cultivos de flores de verano y rosas desde la siembra hasta la cosecha, con la finalidad de determinar el impacto de su aplicación ante las amenazas como las malezas, insectos y hongos que afectan a los cultivos, así como determinar curvas de crecimiento y estimados de producción.

## **2.4 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la situación actual de los drones en la agricultura?

¿Cuáles son los drones apropiados para el sector florícola?

¿Cuáles son los procedimientos actuales mediante los que se determina la curva de crecimiento, sanidad de los cultivos desde la siembra hasta su cosecha, estimados de producción y, la forma como cambiaría con la utilización de los drones?

¿Cuál es el impacto económico de utilizar UAV'S o drones en el Grupo Esmeralda Ecuador?

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 GENERAL**

Elaborar la propuesta para mejorar la productividad en campo, mediante la implementación de drones en el cultivo de flores de verano y rosas en el Grupo Esmeralda Ecuador.

### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico del estado actual de los drones dentro de la agricultura.
- Utilizar eficientemente el área agrícola, determinar las curvas de crecimiento de los cultivos, controlar la sanidad de las plantas y, entregar los estimados de producción

confiables para maximizar los resultados de la cosecha a través de la implementación de drones en el cultivo de flores de verano y rosas en el Grupo Esmeralda Ecuador.

- Presentar un análisis económico de la implementación y su impacto en el Grupo Esmeralda Ecuador.

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

El Grupo Esmeralda Ecuador, dentro de las innovaciones tecnológica ha visto la posibilidad de incorporar los UAV's (Unmanned Aerial Vehicle) o más conocidos como drones, mediante los cuales se pretende establecer el seguimiento de los cultivos de flores de verano y rosas con la finalidad de determinar: curvas de crecimiento, sanidad, así como la humedad y temperatura que pueden influir en el cultivo, a fin de mejorar la productividad debido a que la flor ecuatoriana es considerada una de las mejores del mundo por su calidad y belleza inigualables, representando la flor cultivada en el Ecuador el 0.7% del PIB del Ecuador (CFN, 2017).

##### **4.1 RELEVANCIA SOCIAL**

Los drones evolucionaron de ser simples juguetes de los aficionados, cámaras fotográficas o maquinas militares, en complementos importantes para distintas áreas de la economía agrícola, y dentro de la floricultura en Ecuador los drones permitirán conocer detalladamente las afecciones que sufren las flores desde su siembra hasta su cosecha para poder actuar rápidamente al inicio de cualquier afección que sufran estas para conseguir una mayor producción por metro cuadrado lo que permitirá garantizar el bienestar de muchas familias directa e indirectamente (N. Sharan Kumar M. A., 2018).

##### **4.2 RELEVANCIA ACADÉMICA**

Algunas tendencias tienen la capacidad de convertirse en mega tendencias y provocar un cambio dramático en la economía tal como la conocemos y, mediante la presente investigación se logrará dar un conocimiento más detallado de las tecnologías que se están implementando a nivel mundial (Croplife Latin America, 2015).

### **4.3 RELEVANCIA PERSONAL**

El proyecto de investigación determinará un avance dentro de mi formación profesional debido a que se podrá difundir e implementar las diferentes tecnologías de punta que actualmente se están aplicando en el sector agrícola.

## **5. MARCO DE REFERENCIA**

### **5.1 MARCO TEÓRICO**

Los UAV's (Unmanned Aerial Vehicle) más conocidos como drones en la actualidad han evolucionado y hoy por hoy ayudan a los agricultores a vigilar sus cultivos para poder reaccionar ante las diferentes enfermedades que afectan a las plantas, así como las condiciones de humedad y temperatura que afectan el normal desarrollo de las plantas y que reducen su producción (Dunford Geography Department & University of Lyon, 2008). Los UAV's están catalogados de fácil de utilización, la generalidad de misiones de captura para elaboración de mapas y datos con drones se realizan mediante programas automáticos, esto dicho en otras palabras significa que el dron tiene la capacidad para volar por sí mismo, y los software especializados para procesar todos los datos capturados se han tornado cada vez menos complicados de ser utilizados por el usuario y a un precio que es de menor valor (ICT Update, 2016).

Esto se puede evidenciar con varios drones especializados que ofrecen infinidad de posibilidades para el sector agrícola, pudiendo realizar sobrevuelos de los campos de una forma rápida para captar información diversa gracias a sus sensores incorporados, esto ha permitido que aquellos que gestionan los cultivos puedan tener a su disposición una herramienta para controlar los diversos factores limitantes incrementando de esta manera la productividad (N. Sharan Kumar M. A., 2018). Los índices de vegetación son considerados una medida del vigor y salud de las plantas, las mismas están fundamentadas en el hecho de que la vegetación verde absorbe vigorosamente la luz visible, pero refleja fuertemente la luz del infrarrojo cercano, y a pesar de que se han desarrollado varios índices diferentes de

vegetación el que se encuentra con mayor aceptación es el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) (ICT Update, 2016).

Los drones equipados con sensores especiales pueden recoger de manera económica el NDVI e imágenes infrarrojas multiespectrales, permitiendo a los agricultores ver cambios en sus cultivos que de otra manera son invisibles para el ojo humano (L. L. Golubyatnikov, 2005). Estos datos aéreos capturados también pueden ser utilizados para acelerar el laborioso proceso de inventarios de cultivos y estimaciones de rendimiento de las plantaciones. (ICT Update, 2016).

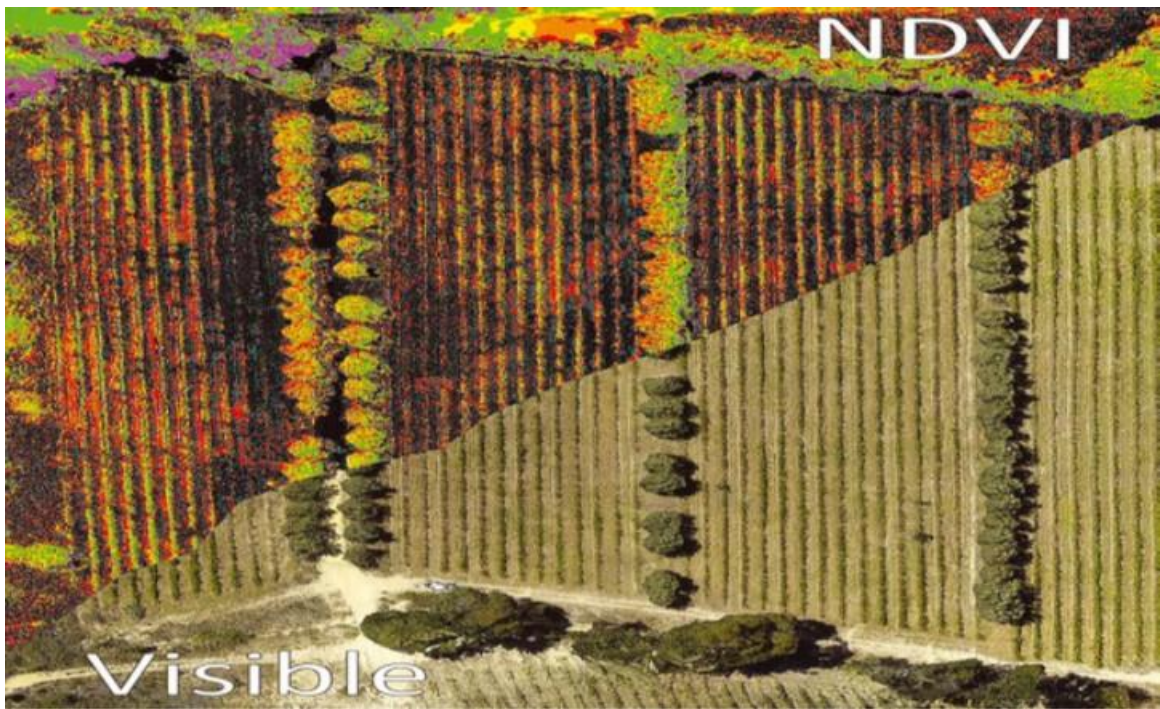


Ilustración 1. Imagen dividida de un viñedo de producción orgánica localizado en Sudáfrica, que muestra que al usar sensores NDVI, la vegetación tiene colores que van del rojo al verde, siendo el verde el cultivo sano mientras que el rojo nos indica estrés de la plantación. Fuente. ICT Update,2016.

Las aeronaves no tripuladas también han probado ser útiles para los administradores y planificadores agrícolas al reducir enormemente los tiempos y costos requeridos para realizar un estudio preciso (Gonzalo Pajares, 2008). Estos vehículos pueden usarse para realizar estimaciones de volumen, crear modelos de irrigación y drenaje, y recoger los datos

necesarios para generar mapas y modelos de alta definición y de elevación geográficamente precisa (Eun Ju Lee, 2016).

Los análisis automatizados también tienen la capacidad para hacer que el mapeo agrícola de grandes dimensiones se convierta en un proceso más ágil y corto, lo cual permite a los analistas poder detectar con gran precisión signos inminentes de aparición de hambre o de malas cosechas (Gonzalez, 2018). Por otra parte, en la fumigación de precisión de los cultivos se pueden usar drones con grandes capacidades que permitan realizar aplicaciones fitosanitarias localizadas, posibilitando así que los agricultores usen químicos en cantidades reducidas minimizando el contacto humano con sustancias peligrosas. (ICT Update, 2016)

Los dispositivos como los UAV's además pueden supervisar la manera como se encuentra funcionando el riego, y también se los puede utilizar revistiéndoles para ejecutar labores que ahuyenten a los pájaros manteniendo de esta manera alejadas a las aves de los campos de cosecha (Yameli Aguilar, 2017)

En el Ecuador los drones se han utilizado para monitorear cultivos de banano en la provincia de Los Ríos, caña de azúcar en la provincia del Guayas, maíz en la provincia de Santa Elena entre otros cultivos, además de capacitaciones impulsadas por diferentes instituciones de educación superior, así como empresas privadas, se desarrolló de manera exitosa la capacitación para dar a conocer la utilización de drones en la agricultura del país, en la cual se impartió conocimientos para preparar a los productores y técnicos agrícolas para la utilización de drones con sus respectivos sensores agrícolas junto con su aplicabilidad en el sector agrícola. (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016).

Se estima que los cultivos de papas, arroz y maíz tendrán una producción que disminuirá en los próximos cinco años, este es uno de los resultados que reveló el proyecto “Incidencia del cambio climático y nutrición en cultivos con modelos de predicción de cosechas mediante métodos espaciales y espectrales” (Metro, 2015). Estos UAV's en los cultivos en el país pueden dar una visión generalizada para conocer el estado sanitario de las plantas, así como su existencia física en el terreno destinado para su cultivo (ICT Update, 2016).

## **5.2 MARCO CONCEPTUAL**

La tecnología para aplicar en agricultura a evolucionando a un ritmo acelerado en los últimos años, logrando que se tengan equipos para colocar los agroquímicos en dosis, cantidades y lugares para lograr una respuesta productiva en los diferentes cultivos (Max v. Schönfeld, 2018). Dentro de estas nuevas herramientas que aportan al sector agricultor se encuentran los drones que equipados con la tecnología adecuada se convierten en un aliado para la consecución de los objetivos de productividad en el sector agrícola (Innovagri, 2016).

Los equipos agrícolas nuevos en la actualidad tienen alrededor del 70% de sus componentes de agricultura de precisión, los cuales ayudarán a los agricultores a conocer con exactitud varios parámetros como son distancia de siembra, altitud, posicionamiento global los cuales ayudarán en protección de animales, determinación de regímenes de humedad en los cultivos (BBVA, 2018).

Los UAV's tiene un sistema de cámara incorporados con sensores de una altísima definición y precisión que logran captar las imágenes al detalle de las plantas para luego ser procesadas a través de software agrícolas especializados los cuales otorgan un informe al productor para que conozca la realidad de su plantación y pueda tomar las decisiones más asertivas que reduzcan al máximo sus pérdidas en producción (Desai S. , 2018).

La utilización de los drones en el sector agrícola aporta una visión más amplia para lograr una toma de decisiones acertadas para lograr un incremento de la productividad en el campo agrícola, lo cual repercutirá en un mayor retorno de la inversión realizada (El productor, 2014), además de lograr un impacto beneficioso para el ser humano y medio ambiente al reducir las aplicaciones mediante agroquímicos (DJI, 2018).

### **5.2.1 Definición de términos.**

Agricultura 4.0: se la conoce también como agricultura de precisión, y es la evaluación sistemática de información masiva recogida en la explotación agrícola a través máquinas agrícolas controladas automáticamente a través de sensores, satélites, drones, etc, es la evolución hacia el Smart Farm o Agointeligencia (Max v. Schönfeld, 2018)

Dron o UAV (Unmanned Aerial Vehicle): se le conoce con este nombre al vuelo tripulado a la distancia sin la presencia humana directa en la aeronave (William Megarry, 2018)

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index): se refiere al Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (siendo esta su traducción al español) y que es utilizada para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de las plantas con base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas de la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas conocido como espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja (Ibrahim Wahab, 2018)

Afección: enfermedad que se padece en una determinada parte del organismo (Martinez, 2015) .

Productividad: es la capacidad o el nivel de producción por unidad de superficies de tierras cultivadas, de trabajo o de equipos industriales (FAO, 2007).

Curvas de crecimiento: permiten evaluar el ritmo o velocidad del aumento imperceptible y gradual del tamaño del organismo de un ser vivo hasta alcanzar la madurez (Unidad Temática N° 8: Crecimiento - UT7.pdf, 2011).

Luz visible: es una pequeña región del espectro electromagnético cuyas ondas tienen una longitud que va desde los 780 nanómetros de la luz roja a unos 380 en la violeta. Esta pequeña región del espectro es la luz que percibe el ojo humano y nos permite ver los objetos (Omar Ormachea, 2015).

Luz del infrarrojo: radiación del espectro luminoso, que tiene mayor longitud de onda y se encuentra más allá del rojo visible; se caracteriza por sus efectos térmicos, pero no luminosos ni químicos. que se usan para detectar las imperfecciones de la superficie y las estructuras ocultas (Omar Ormachea, 2015).

Irrigación: regar o esparcir agua sobre la tierra o sobre una planta para beneficiarla (ICT Update, 2016).

Drenaje: hacer salir el exceso de agua de un lugar, en especial de un terreno o de una maceta (ICT Update, 2016).

Fumigación: acción de aplicar humo o productos químicos sobre los campos de cultivo para combatir las plagas de insectos u organismos que pueden dañarlas (DJI, 2018).

Sensor: dispositivo que capta magnitudes físicas (variaciones de luz, temperatura, sonido, etc.) u otras alteraciones de su entorno (Portero, 2017)

Cambio climático: es la modificación del clima que ha tenido lugar respecto de su historial a escala regional y global, en general se trata de cambios de orden natural, pero actualmente, se los encuentra asociados con el impacto humano sobre el planeta (Greenpeace, 2018)

IoT Internet de las cosas (en inglés Internet of things): es un concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con internet y que interactúan con los seres humanos a través de otros dispositivos (Lei Hang, 2018).

Big Data (datos masivos en español, aunque apenas se utiliza la traducción): es el proceso de recolección de grandes cantidades de datos y su inmediato análisis para encontrar información oculta, patrones recurrentes, nuevas correlaciones, etc y en agricultura estamos hablando de Big Agricultural Data mediante lo cual el agricultor tomará decisiones para reducir sus costos de producción e incrementar su productividad (Yonatan Shahr, 2017).

Cloud computing: la computación en la nube es una tecnología nueva que busca tener todos nuestros archivos e información en internet, sin preocuparse por poseer la capacidad suficiente para almacenar información en nuestro ordenador (Marek Moravcik, 2017).

## **6. METODOLOGÍA**

### **6.1 TIPO DE ESTUDIO**

La presente investigación va a ser de carácter descriptiva, ya que se todas las actividades en las que se requiere incursionar en el sector florícola a través de los drones se tendrán que recabar y explorar información para obtener los objetivos propuestos. Por otra parte, se

utilizarán también entrevistas a personal experto, así como bibliografía especializada en el tema de drones en el sector agrícola.

Se examinará la parte técnica de los drones más adecuados para el cultivo de flores de verano y rosas. Analizará las ventajas del uso de la agricultura de precisión en comparación con la agricultura tradicional, y su impacto en la gestión económica del sistema de producción. El alcance de las leyes regulatorias en el Ecuador para la utilización de drones. Por último, se establecerá un análisis costo beneficio para determinar su aplicabilidad en el Grupo Esmeralda Ecuador.

## **6.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método de investigación a emplearse será mixto, recolectando todas las bondades que otorga el sistema de drones y su tecnología de análisis para lograr un manejo y toma de decisiones oportunas para lograr mitigar las adversidades a las que se encuentran sometidos los cultivos de flores de verano y rosas del Grupo Esmeralda Ecuador lo cual permitirá incrementar la productividad y, al mismo tiempo reducirá los costos de operación, además del impacto que esta tecnología tendrá en el Ecuador. La presente investigación será de carácter descriptiva, ya que de todas las actividades en las que se requiere incursionar en el sector florícola a través de los drones se tendrán que recabar y explorar información para obtener los objetivos propuestos. Por otra parte, se utilizarán también entrevistas a personal experto, así como bibliografía especializada en el tema de drones en el sector agrícola.

## **6.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **6.3.1 Fuentes primarias**

Las fuentes primarias para esta investigación corresponderán a las entrevistas y conversaciones obtenidas con el presidente del Grupo Esmeralda y con personas expertas sobre la utilización de drones en la agricultura.

### **6.3.2 Fuentes secundarias**

Se utilizarán publicaciones, revistas, textos, documentales internacionales y nacionales para conocer la tecnología empleada por los drones en el campo de la agricultura, así como la legislación internacional y ecuatoriana vigente para el uso de estos equipos.

### **6.3.3 Procesamiento de datos**

El presente apartado analizará la información recolectada de los diferentes tipos de UAV's o más conocidos como drones que se emplearían en el cultivo de flores de verano y rosas en el Grupo Esmeralda Ecuador. Asimismo, se analizarán las técnicas de geoprocésamiento que utilizan estas tecnologías para las áreas de producción agrícola a fin de determinar las curvas de crecimiento de las plantas, la sanidad de los cultivos, y las estimaciones de producción que nos facilite el sistema de drones.

## **1. DRONES (UAV'S) UTILIZADOS EN LA AGRICULTURA A NIVEL MUNDIAL**

### **1.1 DEFINICIÓN DE DRON (UAV's).**

El desarrollo de la tecnología está avanzando a pasos sorprendentes y actualmente los drones están atrayendo la atención de los seres humanos para incorporarlos dentro de varios procesos civiles entre ellos los ambientales para garantizar una oportuna detección de situaciones que puedan reducir la producción de los diferentes cultivos agrícolas (Alvear, y otros, 2018).

Un dron es todo aquel vehículo aéreo manejado de forma remota (Criado, 2015). También se puede decir que un dron es un robot aéreo, sin embargo para las agencias de seguridad aérea y organismos oficiales debido a la generalidad de la palabra dron se ha optado por utilizar otros términos como RPAS que viene del del inglés, Remote Piloted Aircraft System o, mayormente difundido como UAV (Unmanned Aerial Vehicle) (Li, Hong, Zeng, & Zhang, 2018).

El UAV traducido como vehículo aéreo no tripulado de acuerdo a sus siglas en inglés de Unmanned Aerial Vehicle, conocido también como UAS abreviación de sistema aéreo no tripulado (Unmanned Aerial System), es conocido como VANT en el idioma castellano que significa vehículo aéreo no tripulado o también conocido como dron (Jibo, Feng, Jin, & Tian, 2018).

El documento editado del ministerio de defensa de los Estados Unidos “Joint Publication 1-02, Department of Defense Dictionary” define a los UAV como un vehículo aéreo que tiene un motor y el cual no transporta dentro o fuera de su estructura a ningún operador humano, el cual logra generar sustentación por medio de las fuerzas aerodinámicas siendo capaz de volar de forma autónoma o ser controlado remotamente pudiendo ser recuperable en cualquier momento, y que puede transportar material que cause o no daños letales; por otro lado no son considerados bajo ningún concepto como drones los misiles balísticos o semi balísticos, misiles crucero y proyectiles de artillería. (Terms D. o., 2016).

El dron es considerado como un vehículo aéreo no tripulado el cual, mediante la tecnología GPS se le puede programar para que su vuelo sea automático delimitando el áreas que se desee investigar, y en estos días su utilización se está difundiendo a varios sectores tanto militares como civiles, siendo este último el de mayor desarrollo en la actualidad ya que se encuentran desarrollándose aplicaciones para el sector de la construcción, medioambiente, agrícola entre otros (Vargas-Ramírez, 2018).

## **1.2 ORIGEN DE LOS DRONES**

La aviación no tripulada dio sus primeros pasos con los modelos fabricados y posteriormente elevados al aire por inventores como Cayley, Stringfellow, Du Temple y otros precursores dentro de la aviación que fueron anteriores a sus propios intentos muchas veces infructuosos de construir aeronaves tripuladas a lo largo de la primera mitad del siglo XIX. ( Fundación Universidad-Empresa de la Universitat de València, 2015).

Uno de los pioneros en la utilización que haya sido registrado se lo atribuye a los austriacos en julio del año 1849 luego que fueron capaces de poner en marcha alrededor de doscientos globos aerostáticos no tripulados acoplados con bombas en la ciudad de Venecia, evento suscitado alrededor de dos décadas posteriores de la guerra civil en Estados Unidos, en la cual las fuerzas de la Confederación y de la Unión

volaban globos para misiones de reconocimiento (Sandvik & Martins, 2018). En 1896 Samuel P. Langley fue el artífice en la invención de una serie de aeronaves a vapor, estos fueron aviones sin piloto que se trasladaron de manera exitosa por el río Potomac, mismo que se encuentra ubicado cerca de Washington DC; por otro lado la vigilancia desde el espacio aéreo más tarde nació en la Guerra Hispano-Americana de 1898 en la cual militares estadounidenses colocaron una cámara a una cometa mediante la cual se tuvo las primeras fotografías de reconocimiento desde el aire. (Dominguez Vilches, 2018)

El nacimiento de los drones data del siglo XIX cuando nacieron con una finalidad militar; inicialmente fueron utilizados como blancos para prácticas de las fuerzas militares, posteriormente sirvieron para exploración fotográfica y, seguidamente los transformaron en equipos de conflictos bélicos para transportar bombas de destrucción masiva (CastánIndia, Cabrera, Comendador, & Valdés, 2018).

Nikola Tesla fue el pionero en realizar una demostración de un mando a distancia por radio control de un vehículo al finalizar el siglo XIX en un estanque en el Madison Square Garden de Nueva York en 1898, el inventor y showman consiguió controlar un barco a distancia mediante una señal emitido por un radio siendo esta la primera aplicación de ondas de radio en la historia de la humanidad, convirtiéndose la patente de Tesla N° 613.809 en la cuna de lo que hoy se conoce como robótica moderna (Vera, 2015). Elmer Ambrose Sperry el inventor del giroscopio por su parte logro desarrollar durante la Primera Guerra Mundial una plataforma de aeronaves sin piloto el cual tenía un dispositivo que le permitía lanzar torpedos mediante una catapulta (Trainer, 2008).

El mando a distancia creado a finales del siglo XIX fue la pauta para controlar artefactos a grandes distancias sin la necesidad de que alguna persona este físicamente en dichos equipos, además las numerosas vidas que se perdieron en los conflictos armados, así como los miles de aviones durante la Segunda Guerra Mundial concitó el interés de los Estados Unidos por desarrollar una fuerza aérea sin tripulación que

se pudiera enviar a los diferentes objetivos minimizando la pérdida de recursos humanos y económicos (Dominguez Vilches, 2018).

Un programa presentado por la fuerza aérea de Estados Unidos tuvo la aprobación a finales del año 1946 para desarrollar tres tipos de aviones no tripulados o mayormente conocidos como drones para su uso como objetivos de formación, de los cuales, el modelo que era lanzado desde el aire denominado **Q-2** fue el de mayor validez e importancia, llegándose a convertir en el precursor de una clase de aviones denominados “*diana*” construidos por la Compañía Aeronáutica Ryan, y se experimentó por primera vez el “Firebee” en el año de 1951 en la base aérea de Holloman el cual tenía la capacidad de mantenerse en vuelo durante dos horas logrando alcanzar alturas de hasta 60.000 pies (Dekoulis, 2018).

Dentro de la carrera en la historia de los drones la guerra de Vietnam tuvo una trascendencia importante para lograr el reconocimiento con el que goza actualmente, el conflicto otorgo un programa de vigilancia a través de aviones no tripulados de una alta sofisticación en la historia de la aviación; por otra parte la guerra de Vietnam a sido la primera guerra tecnológica de la historia debido a que fue llevada a cabo de acuerdo con principios matemáticos y técnicos, modelos estadísticos y sistemas electrónicos, siendo de particular importancia el aumento en la zona de conflicto de los dispositivos electrónicos para determinar la ubicación del contrario (Dominguez Vilches, 2018).

El Departamento de defensa de los Estados Unidos empezó a automatizar e informatizar durante la década de 1960 el campo de batalla mediante la utilización de sensores controlados remotamente y superordenadores con los cuales podía escuchar las acciones y movimientos del adversario u operar aviones no tripulados como el Firebee en el espacio de la selva de Vietnam (Dominguez Vilches, 2018). Por su parte en 1970 se tomó la resolución y se consideró oportuno para maniobrar los vehículos teledirigidos (RPVs), y la fuerza aérea encamino un programa para aumentar las capacidades de alcance y vigilancia electrónica de las RPV. (Eldron, 2016).

Dado el primer paso para controlar a grandes distancias los equipos aéreos, se empezaron a seguir desarrollando formas para hacer a estos equipos cada vez más sofisticados, consiguiendo posteriormente que se transmita información precisa de los objetivos buscados por los ejércitos (Rey Koslowski, 2017).

Y no sería sino en la década de los años 80 que la tecnología de los drones sea consolidada como un equipo tecnológicamente fiable y que potencialmente tendría un mayor rendimiento que un avión que sea tripulado, lo cual fue verificado al colocar en un enfrentamiento hombre-máquina entre el piloto de la unidad de élite Top Gun, John Smith con su F-4 Phantom contra un avión que no se encontraba tripulado; gracias a esta confianza ganada por los UAV logro que se realizara esta confrontación, siendo el UAV capaz de seguir todos los movimientos realizados por el ser humano tripulando un avión lo cual cautivo a los especialistas realizando su desarrollo. (Dominguez Vilches, 2018)

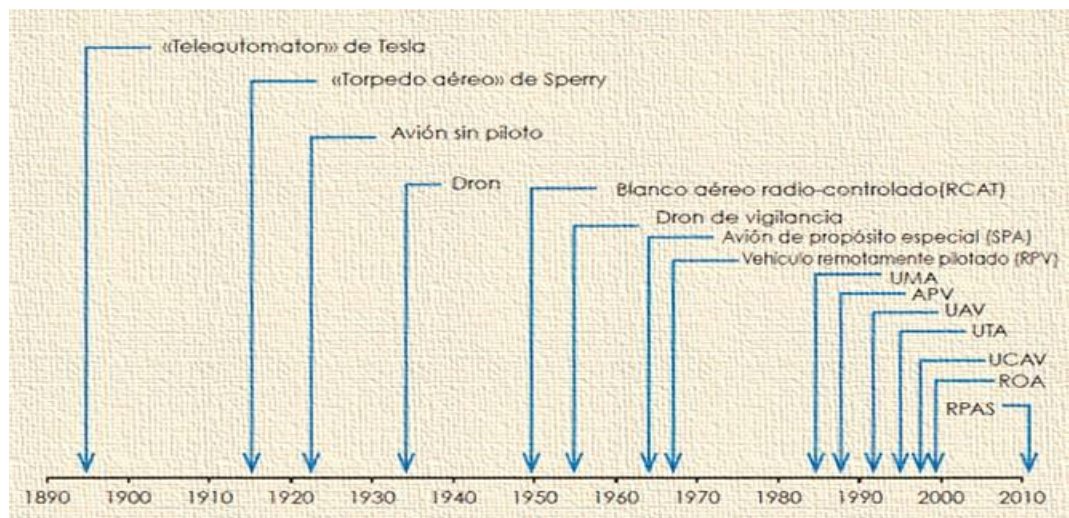


Ilustración 2 Cronología de los nombres aplicados a las aeronaves robóticas.

Las fuerzas aéreas norteamericanas recién a finales de los años 90 estudiaron los aspectos técnicos para colocar misiles en los drones dando paso con esto al surgimiento del avión no tripulado Predator combinando la legislación con la

tecnología en el cual ambos elementos se complementan para ejecutar acciones de conocimiento geográfico y vigilancia, alcance de objetivos prioritarios, y como último recurso la toma de decisiones sobre la eliminación de objetivos. (Meisels, 2018)

El importante desarrollo de los sistemas electrónicos y los pasos gigantes dados por la computación lograron que los UAV (Unmanned Aerial Vehicle) o mayormente conocidos como drones se les arme con misiles para ejecutar una orden desde un sitio lejano al enfrentamiento, decidiendo así la suerte de varias personas en muchos conflictos bélicos (D'Alessando, Bucalo, Coltelli, & Martorana, 2015).

### **1.3 LOS DRONES EN EL SECTOR AGRICOLA**

Los agricultores hoy en día tienen un aliado importante para tener una visión integral de sus cultivos, gracias a la ayuda de los drones equipados con sensores especiales se puede realizar monitoreo de los cultivos, determinar las curvas de crecimiento de las plantas, humedad y sanidad del cultivo, inventario de las plantas existentes en el campo, entre otras cosas, con la finalidad de poder tomar decisiones que vayan en la búsqueda del incremento de la producción con una reducción de costos (Negrete, 2018).

Utilizados principalmente para capturar imágenes y proporcionar datos, los drones permiten el monitoreo permanente de un cultivo desde la siembra hasta la cosecha, también pueden ayudar a los agricultores a reaccionar más rápidamente ante las amenazas, como las malezas, insectos y hongos; ahorrar tiempo en la exploración de cultivos para tomar las acciones apropiadas; y mejorar la aplicación de las tasas variables de insumos en tiempo real (Philipp Lottes, 2017). Los datos capturados por los UAV se procesan y se traducen en información útil para tener parámetros que aporten información como la salud de las plantas frente a infestaciones de plagas y enfermedades (J. Alex Thomasson, 2018).

Una vez realizado la captura de las imágenes a través las cámaras con los sensores especializados de los drones, se procesa la información para obtener datos específicos que el agricultor requiere de manera inmediata y, que muchas veces son imperceptibles a la vista, pero que pueden afectar en gran medida a la productividad (Yaakob Mansor, 2018).

Los cultivos cada vez se expanden con la finalidad de incrementar la productividad, un objetivo para el cual están siendo dirigido los drones y todas sus aplicaciones, esto se logra con ayuda proporcionada a través de la capacidad de procesamiento de datos otorgados por el big data, y de otros nuevos sistemas que se encuentran probando en diversas partes del globo terráqueo, siendo uno de ellos Perú que en una investigación realizada en la Universidad Católica ha puesto en marcha esta tecnología para lograr acrecentar el rendimiento de la tierra con técnicas agrícolas acordes a los tiempos actuales. (Miguel Sánchez, 2016)

Japón en el país del sol naciente fue el creador del modelo de dron denominado el Yamaha RMAX, el cual viene laborando en los campos agrícolas hace dos décadas atrás, concentrándose en aplicaciones de pesticidas y fertilizantes a través de UAV, lo cual nos deja constancia que desde el año 1983 el ministerio de agricultura japonés estaba preocupado por el envejecimiento en su población rural y, para atenuar la problemática situación por la que atraviesan planteó modernizar la forma de cultivar como una opción que logre captar el interés de la gente joven para que retornen al campo. (Yameli Aguilar, 2017)



Ilustración 3 Yamaha RMAX realizando la aplicación fitosanitaria en un viñedo

El DJI Agras MG-1 es un octocopter diseñado para la aplicación de tasa variable de precisión de pesticidas, fertilizantes y herbicidas líquidos, brindando nuevos niveles de eficiencia y manejabilidad al sector agrícola; el sistema de pulverización inteligente ajusta automáticamente su pulverización de acuerdo con la velocidad de vuelo para que siempre se aplique un pulverizador uniforme, de esta manera, la cantidad de pesticida o fertilizante se regula con precisión para evitar la contaminación y economizar las operaciones. (DJI, 2018).

En la agricultura se está creando nuevas propuestas para la utilización de los drones, es así el caso que existen drones especializados para las aplicaciones fitosanitarias de los cultivos, mediante la cual se va a reducir la contaminación ambiental debido a que se por el sistema GPS que poseen los drones podrá aplicarse únicamente en los sitios que se encuentren afectados y no en todo el cultivo agrícola como actualmente se lo realiza en muchas plantaciones agrícolas (Jagnath Prasad Sinha, 2018)

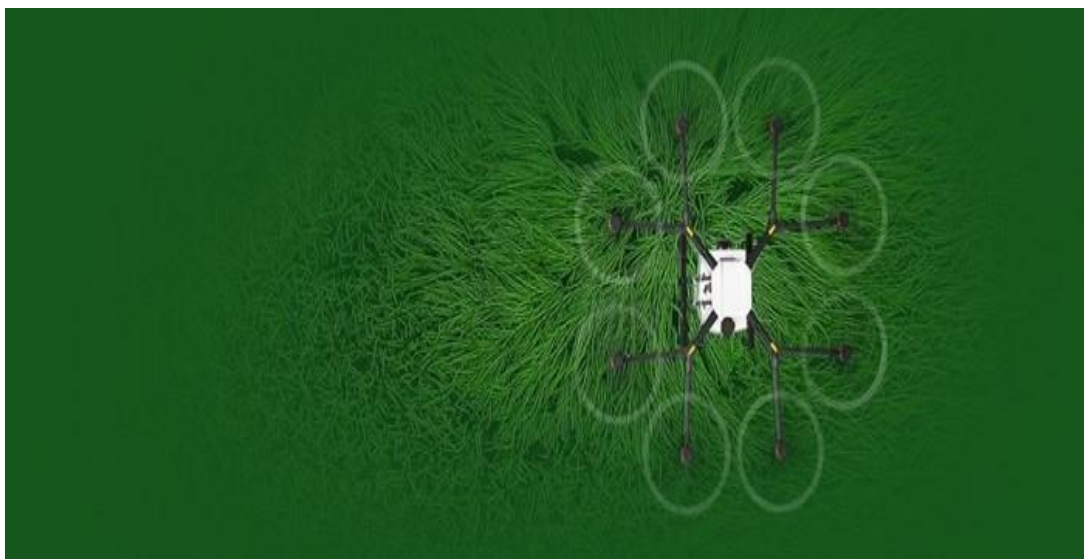


Ilustración 4 DJI el Octocopter Agras MG-1 para aplicaciones fitosanitarias

Otros usos que se le ha dado a los drones en la agricultura es el control de insumos agrícolas y maquinaria, asistencia de incendios forestales, trazado de topografía del suelo con sus curvas de nivel, y últimamente se encuentran desarrollando drones para que ejerzan como polinizadores de las plantas (Liévana, 2007).

#### **1.4 DRONES EN EL ECUADOR**

La tecnología de los drones en el Ecuador está cada vez dando pasos firmes para afianzarse como una herramienta útil para el sector agrícola y en la actualidad existen algunas empresas dedicadas al monitoreo especialmente en el sector bananero, y de caña de azúcar en los cuales se los utiliza especialmente para el monitoreo de los cultivos y lograr determinar la cantidad de plantas existentes, la sanidad de las plantas, la humedad existente en la plantación, así como los niveles de fertilización de los cultivos (Byung-Jun Kang, 2016)

Jorge Valdés, gerente de Inntagri Andina, la cual es una empresa distribuidora de estos drones en el país desde hace dos años, manifiesta que se puede evidenciar desde el espacio aéreo la ausencia de plantas en los cultivos y, se puede evidenciar además áreas de producción con una diferente tonalidad causada por la presencia de

enfermedades (El Comercio, 2014). A través de SmartAgro, se provee a los productores información analizada y actualizada sobre los niveles de sanidad vegetal de sus fincas, a través de indicadores que se obtienen por el uso de tecnología de precisión, como el vuelo de drones” (Revista Lideres, 2017).

La utilización de drones van ayudar a los productores agrícolas a determinar rápidamente las condiciones de stress de los cultivos, así como las afecciones que posean las plantas en su etapa inicial para tomar acciones rápidas de control con la finalidad de minimizar las pérdidas de producción a las que se encuentran expuestas en el cultivo (Rafal Perz, 2018).



Ilustración 5 Capacitación sobre el uso de drones en la agricultura, finca La Delicia.Salinas de Ibarra, Ecuador

En el Ecuador se han desarrollado con gran éxito varias capacitaciones sobre el uso de los drones en el campo agrícola, en la cual se impartieron conocimientos sobre el uso de sensores remotos ubicados en los drones y la forma que se aplican a la

agricultura, y sobre todo en el sector de la caña de azúcar, evento que contó con gran aceptación de los productores y que fue desarrollada en la finca La Delicia en Salinas de Ibarra y el apoyo de empresas e instituciones como: Drone & GIS, AGRISEC, ARTAL, BRENNTAG, BYNSE, Casa del Riego, EPSAT Ecuador, KOPPER, Yachay E.P., Escuela Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), Agronegocios de La Plata, y el Ingenio Azucarero IANCEM (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016).

El uso de drones en el sector agrícola ecuatoriano cada vez se va afianzando, por lo cual varias instituciones públicas y privadas han visto la necesidad de actualizar y difundir los conocimientos a toda la población para que conozcan las nuevas herramientas que tienen a su alcance y de esta manera lograr minimizar las pérdidas de producción y abaratar los costos (Rafal Perz, 2018).



Ilustración 6 Dron realizando aplicaciones de agroquímicos.

Al ser las aplicaciones fitosanitarias de cultivos una actividad recurrente y al que están las personas expuestas a riesgos químicos, los UAV viene a dar un soporte para esta actividad lo cual contribuirá en garantizar condiciones de trabajo seguras (Marija Popovic, 2018). Las ventajas del uso de vehículos aéreos no tripulados en la agricultura son evidentes: por su capacidad de inicio y aterrizaje absolutamente vertical que puedan interactuar es espacios muy pequeños o difíciles de alcanzar. Además, el área de un UAV puede cubrir es 40% más grande que los métodos tradicionales (Yameli Aguilar, Drones alternativa para la agricultura. Drons agriculture choice, 2017)

Ecuador cuenta con algunos drones destinados para las fumigaciones los cuales han sido importados de varios países que han desarrollado los UAV para aplicaciones fitosanitarias y, que a través de la información recolectada durante el sobrevuelo de los cultivos se transfiere la información a los drones destinados para las aplicaciones,

estos a su vez pueden cubrir extensiones de terreno aplicando los agroquímicos en tiempos relativamente menores que si se lo haría manualmente (He, 2018).

Un helicóptero tiene la capacidad de fumigar alrededor de cien hectáreas de terreno lo cual dependerá de las condiciones climatológicas, de la topografía del lugar, hasta en una hora y media (Koc, 2017). Por otro lado existen rendimientos realizados a personas logrando determinarse que al menos unas veinte personas equipadas con bomba de mochila lograría cubrir esta superficie en alrededor de 3 a 5 días para controlar las plagas o enfermedades existentes en el cultivo, sin embargo se debe tomar muy en cuenta los riesgos a los que están expuestas las personas que realizan las aplicaciones fitosanitarias debido a que muchas de ellas no utilizan los equipos de protección adecuados y recomendados lo cual deteriora su salud (Sergio N. Behmer, 2001).

Podemos comprobar que la agricultura 4.0 o llamada también agricultura de precisión se encuentra dando pasos cada vez más gigantes en el Ecuador para el beneficio de los productores que gracias a estas herramientas podrán tener información precisa en un tiempo mucho menor que si se lo hiciera personalmente, y con la ventaja que se puede tomar acciones para corregir varias deficiencias logrando así una reducción en sus costos y un incremento en la productividad, pero el mayor beneficio será cuidar la salud de las personas (Diego Pacheco Prado, 2017).

## **1.5 LEGISLACIÓN PARA EL USO DE DRONES EN EL ECUADOR**

Los UAV's a nivel mundial han despertado preocupación en el campo militar por los usos bélicos que se les otorga a estos equipos, mientras que en la parte civil y de recreación estas inquietudes se encuentran en el lado del derecho a la privacidad la cual ha sido violentada en varias ocasiones muchas veces inintencionalmente y otras con pleno conocimiento de causa, esto ha hecho que varios individuos se sientan amenazados por estos artefactos, es así que en Estados Unidos ya tiene un marco legal

para operar UAV's con carácter no recreativos, sin embargo aún quedan vacíos legales que no han podido ser enmendados para garantizar el legítimo derecho a la privacidad de los seres humanos (Lopez, 2016).

Latinoamérica por su parte no ha hecho avances significativos para formular reglamentaciones que protejan la privacidad de las personas, siendo Brasil la única excepción que se ha preocupado por velar por la privacidad de las personas ante el uso de los UAV's en su espacio aéreo, el resto de países únicamente a realizado extensiones de las reglamentaciones anteriores las cuales en la actualidad no garantizan la privacidad de los individuos (Lopez, 2016).

Por su parte el Ecuador en su legislación vigente destinada a los UAV's o drones que se lo expidió el 17 de septiembre del 2015 mediante resolución 251 de la Dirección General de Aviación (DAC) resolvió:

Artículo Primero. - Aprobar el establecimiento de disposiciones complementarias que normen la Operación de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) o conocidas como DRONES o Sistemas de Aeronaves No Tripuladas (UAS), las mismas que se detalla a continuación:

“Art. 1 Operaciones en las cercanías de un aeródromo

Se prohíbe la operación de las RPAS/UAS en espacios aéreos controlados.

La operación de las RPAS/UAS se mantendrá durante toda la duración del vuelo, a una distancia igual o mayor a 9 kilómetros (5 NM) de las proximidades de cualquier aeródromo o base aérea militar” (Dirección General de Aviación Civil, 2015).



Ilustración 7 Lindero de la finca La Tolita con la población de Guallabamba, Pichincha, Ecuador.

También entre sus artículos manifiesta que el acercamiento tendrán una altura máxima de vuelo de 122 m de altura (400 pies de altura) sobre el terreno, y el horario para operar los drones será solamente cuando exista luz natural del día es decir desde que raya el alba hasta el ocaso del sol y en condiciones climatológicas sin distracciones que permitan mantener siempre un contacto visual con el dron; por otra parte el responsable del dron es la persona que ejecuta la operación desde tierra mediante controles y que será en forma solidaria también responsable el propietario del mismo; además estos equipos únicamente podrán ser maniobrados si el piloto no se encuentra fatigado o si considera que no puede sufrir estragos por la operación de los UAV's, bajo los efectos de alguna bebida alcohólica o sustancia psicotrópica que reduzcan sus habilidades para maniobrar los drones (Dirección General de Aviación Civil, 2015).

Por otro lado solamente se podrá utilizar los drones que tiene la función automática en su sistema de vuelo si el operador puede interrumpir en cualquier momento su vuelo y tomar el control manualmente, y es responsabilidad del propietario contratar una póliza de seguros legal para responder por daños causados a terceros que va del orden de los 3000 dólares americanos si es del orden de 2 hasta 25 kg de masa máxima de despegue, y si supera esa cantidad de masa de despegue el seguro será de 5000 dólares americanos para responder a daños a terceros, debiendo el operador cumplir con todas estas reglamentaciones para el instante que maniobre los UAV's (Dirección General de Aviación Civil, 2015).

## **2. AGRICULTURA 4.0 Y EL GRUPO ESMERALDA.**

### **2.1 DEFINICIÓN DE AGRICULTURA 4.0**

La industria ha experimentado una evolución positiva desde su nacimiento a mediados del siglo XVIII y en la actualidad se tiene información en tiempo real para lograr minimizar las pérdidas de producción y elevar su productividad, todo esto visible y sujeto a poder operar en un smartphone a millones de kilómetros (María Elena Latino, 2018).

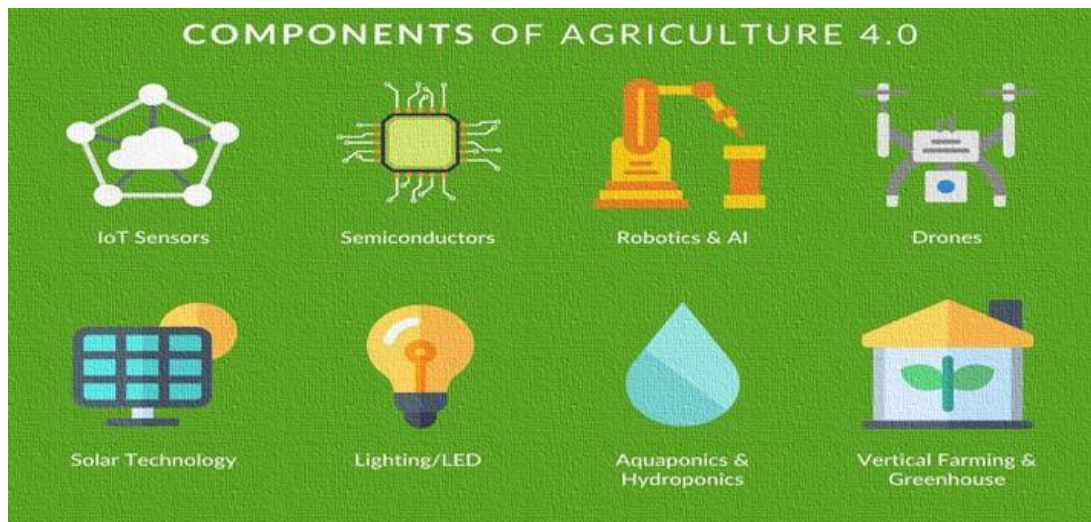


Ilustración 8 Componentes de la Agricultura 4.0

La Agricultura 1.0 integró la mecanización de máquinas de vapor, la electricidad por su parte dio el camino para el nacimiento de la Agricultura 2.0 al integrar en las labores del día a día soluciones para la industrialización que permitieron incrementar los niveles de producción, primordialmente en el primer procesado luego de la cosecha en el campo como se daba en los molinos de aceite; en la última parte del siglo XX la robótica y la automatización llegaron al mundo agrario (Agricultura 3.0) (Aguilar, 2017). La Cuarta Revolución Industrial comienza a tener su presencia en el mundo agrario de la mano de las Explotaciones Inteligentes, que a semejanza de lo que ocurre con las Factorías Inteligentes, persiguen la interconexión de máquinas y sistemas con el propio emplazamiento, en este caso la parcela de la explotación y las instalaciones de primeros procesados (Yahya, 2018) . Se busca, por un lado, la adaptabilidad de los sistemas de producción, de la mano, por ejemplo, de mejoras en la rotación de cultivos para conseguir mayores niveles de producción y, por otro, la eficiencia de los sistemas de producción, fundamentalmente mediante la optimización del uso de agua, fertilizantes y fitosanitarios, dando origen a lo que se ha dado en denominar Agricultura de Precisión. (Zarazaga-Soria, 2017).

La agricultura 4.0 o la agricultura inteligente se refiere al creciente uso de la tecnología digital en la agricultura para satisfacer la creciente demanda de mayores

rendimientos y una mayor protección del medio ambiente, así como las preocupaciones de los recursos limitados, es una agricultura moderna respaldada por IoT, big data, internet móvil y cloud computing. (Noorhana, 2018)



Ilustración 9 Distintos tipos de drones utilizados para agricultura 4.0

En la actualidad podemos observar tractores que realizan deshierbas automáticamente laborando las 24 horas del día, arados y cosechadoras que funcionan con GPS, sensores por medio del cual los datos son transmitidos desde las ruedas de los tractores, dispositivos de limpieza automática para máquinas agrícolas, drones, realidad virtual o un tractor que puede cumplir todas las tareas únicamente manejado desde un celular (Luis Ruiz García, 2007).

La agricultura 4.0 es aquella que apoyándose en las herramientas tecnológicas de punta busca un incremento de la producción, reducción de costos y una protección del medio ambiente (Noorhana, 2018).

## 2.2 EL GRUPO ESMERALDA ECUADOR



Ilustración 10 GRUPO ESMERALDA FARMS

### **HISTORIA**

El grupo Esmeralda se constituyó en el Ecuador desde 1989 su propietario Peter Ullrich, de origen alemán, vivió en los Estados Unidos desde 1962, luego partió a Colombia donde estableció el Grupo Esmeralda en el año de 1972, siendo la pionera Industria Florícola Latinoamericana, desde 1978 se extendió a Perú para ampliarse hasta Costa Rica en 1987 y dos años más tarde llega a Ecuador para producir principalmente flores de verano y rosas (Esmeralda Farms, 2011).

La producción se da en 260 hectáreas aproximadamente, y las flores son un incentivo para la constante entrega a su trabajo y a sus empleados; su labor se traduce en su gente, los cuales son su prioridad a quienes guía a través de los valores, la política, misión y visión de Grupo Esmeralda Ecuador (Esmeralda Farms, 2011).

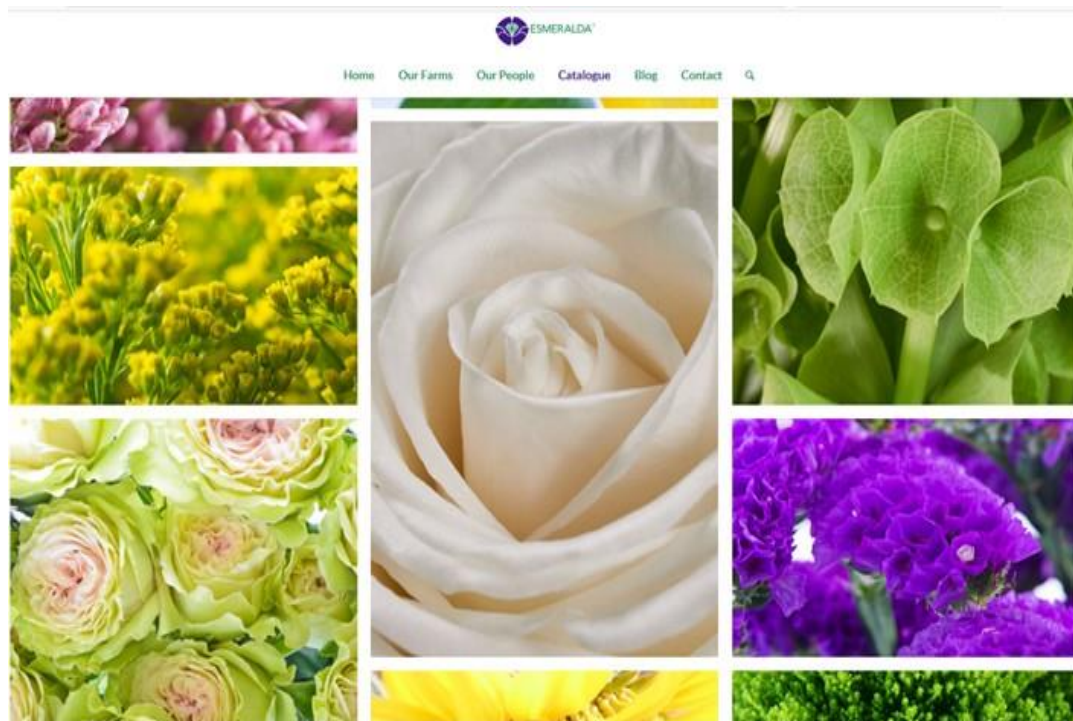


Ilustración 11 Variedades del Grupo Esmeralda Ecuador.

## **POLITICA DE CALIDAD**

HILSEA INVESTIEMENTS LIMITED, está comprometida a proveer plantas y flores de la mejor calidad, así como nuevas tecnologías para satisfacer los requerimientos de nuestros clientes.

Lideramos el mercado en innovación y calidad mediante:

- Métodos avanzados de producción, desarrollo de nuevas variedades, cadena de producción integrada y mejoramiento continuo de todos los procesos.
- Empleo de estrictas normas de seguridad a fin de proteger la integridad de sus trabajadores y la empresa.
- Uso de prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente
- Apoyo al desarrollo comunitario.
- Cumplimiento de normas, leyes locales, nacionales y convenios de la OIT aplicables al sector.
- Comprometemos los recursos necesarios para la aplicación de esta política (Esmeralda, 2018).

## **MISIÓN**

Superar las expectativas de nuestros clientes mediante la entrega de productos florales exclusivos de la más alta calidad, producidos a través de tecnologías innovadoras, con mayor eficiencia en el uso de recursos, generando conocimiento y desarrollo de nuestro personal (Esmeralda, 2018).

## **VISIÓN**

Hasta el 2020, vamos a mantener el liderazgo en el desarrollo de nuevas variedades, producción de plantas de calidad y venta de flores exclusivas, ganaremos mayor participación en el mercado florícola y otros mercados con productos y tecnologías innovadoras y competitivas (Esmeralda, 2018).

## **OBJETIVOS DEL GRUPO ESMERALDA**

Generales:

Abastecer a nuestros clientes con producto de calidad de manera consistente y rentable.

Generar alternativas de negocios mediante la investigación y desarrollo.

Aplicar las mejores prácticas socio ambientales.

Mejorar la calidad de vida de sus colaboradores.

Específicos:

Cumplir los presupuestos de producción y productividad.

Mejorar el control de los procesos con enfoque en aseguramiento de calidad.

Optimizar los costos de operación.

Crear nuevas variedades comerciales.

Desarrollar y adoptar nuevas tecnologías.

Diversificar líneas de negocio dentro y fuera del sector.

Fomentar el uso de prácticas agroindustriales amigables con el medioambiente.

Proteger la salud de sus colaboradores e integridad de la empresa.

Elevar los niveles de satisfacción, orgullo y motivación en los colaboradores a través de prácticas de liderazgo.

Desarrollar y mejorar competencias en todo el personal mediante capacitación (Esmeralda, 2018).

## **VALORES**

En Grupo Esmeralda Ecuador se vive con sentido de pertenencia y responsabilidad a través de los valores que forman parte integral de la empresa y mediante los cuales se toman decisiones y se ejecutan acciones de valor.

**Responsabilidad:** Toda persona en Hilsea cumple con las obligaciones y compromisos adquiridos, aprovechando eficientemente los recursos con calidad y oportunidad en la entrega de nuestros productos.

**Honestidad:** Trabajamos con solidaridad hacia el personal, la sociedad, fomentando la ayuda mutua.

**Respeto:** Respetamos la ley, la moral, la diversidad de género, pensamiento, sociedad, religión, y nuestros compromisos con los individuos y como institución.

**Solidaridad:** Trabajamos con solidaridad hacia el personal, la sociedad, fomentando la ayuda mutua.

## **2.3 CULTIVOS DEL GRUPO ESMERALDA ECUADOR Y SU PROBLEMÁTICA ACTUAL**



Ilustración 12 Variedades de Flores de Verano y Rosas - Grupo Esmeralda Farms.

El grupo Esmeralda Ecuador tiene una amplia variedad de flores de verano y rosas para exportación al mercado estadounidense, europeo y asiático entre los que se distinguen los siguientes:

- Gypsophila: Es el producto principal de exportación del Grupo Esmeralda Ecuador y se lo utiliza principalmente como fillers de arreglos florales o bouquets, cuenta con variedades propias producidas en el Ecuador y patentadas que son exportadas a nivel mundial siendo Estados Unidos el principal comprador de este producto.



Ilustración 13 Gypsophila del Grupo Esmeralda Farms.

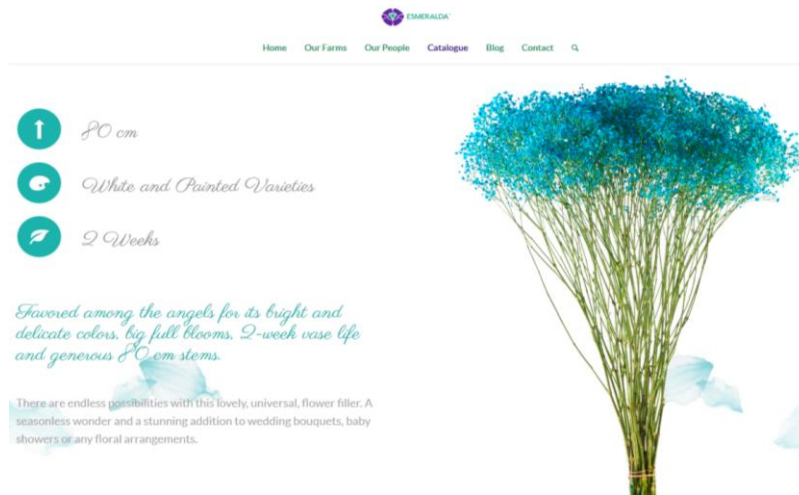


Ilustración 14 Gypsophila pintada del Grupo Esmeralda Farms, Ecuador

- Rosas estándar: Conocida como la reina de las flores a nivel mundial, el Grupo Esmeralda Farms Ecuador posee sus propias variedades comerciales de rosas garantizando una vida en florero de 14 días después de corte y gracias a la posición geográfica del país se logran colores de mayor intensidad para los clientes siendo considerados las mejores rosas del mundo.

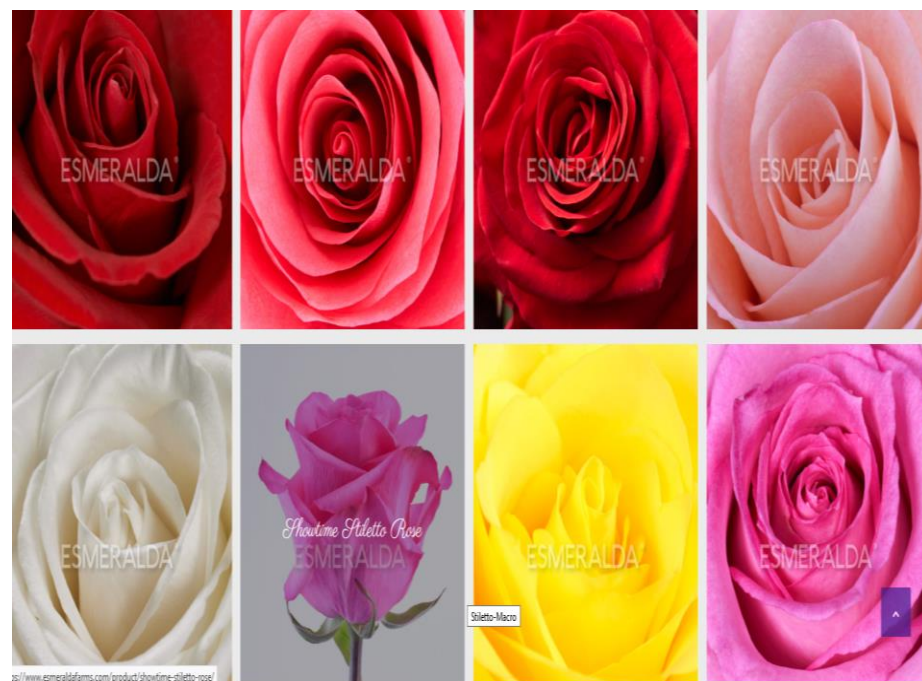


Ilustración 15 Variedades de Rosas del Grupo Esmeralda Ecuador

- Achilea: Planta perenne muy resistente con hojas plumosas o recortadas, crecen en suelos fértiles bien drenados y a campo abierto, se propagan fácilmente por división de matas y llegan a crecer alrededor de 1.5 metros de altura



Ilustración 16 Variedades comerciales de Achilea, GruponEsmeralda Farms, Ecuador

- Bupleurum: es una planta herbácea con una altura que alcanza los 1.5 metros de altura, se desarrolla en suelos de pH ácido, neutro o alcalina, tiene un buen comportamiento en suelos a capacidad de campo, sensible a encharcamientos, y con una exigencia media a la necesidad lumínica.

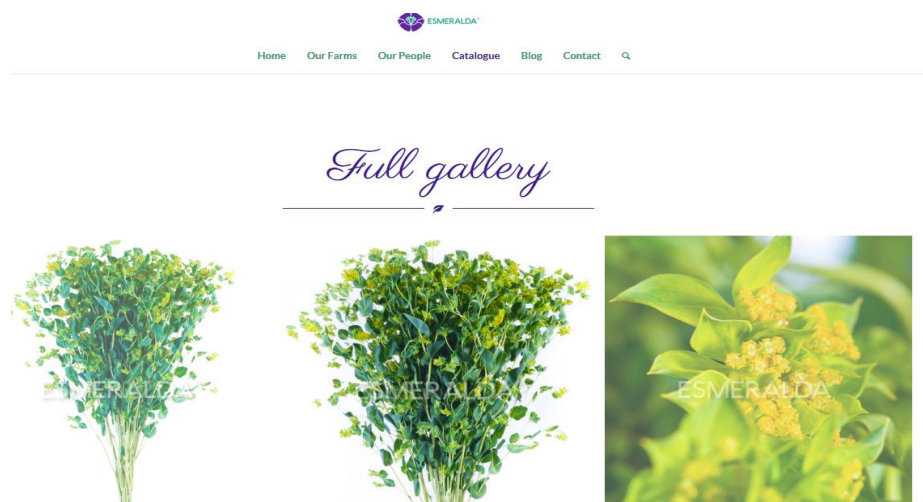


Ilustración 17 Bupleurum del Grupo Esmeralda Farmas, Ecuador

- Rice flower: su traducción es flor de arroz debido a que su inflorescencia se asemeja a los granos de arroz en la etapa de yema, es una planta perenne de crecimiento recto, alcanza los 2.3 metros de altura, sus exigencias de suelo son arenosos y franco arenosos, y se tiene actualmente variedades de color Pink, White Pink y White siendo estas ultimas las mas apetecidas en el mercado mundial.

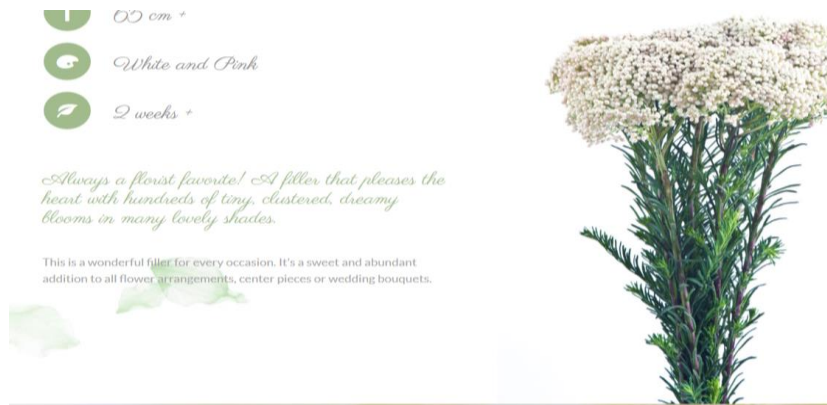


Ilustración 18 Riceflower pink, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador

- Craspedia: Planta perteneciente a la misma familia de las asteráceas, es na planta que su flor se asemeja a las pelotas de golf, son de color amarillo, son de tallo herbáceo que llegan a medir unos 70 cm sobre la cual se forma una inflorescencia de unos 3-5 cm de diámetro.

### Our Craspedia Varieties

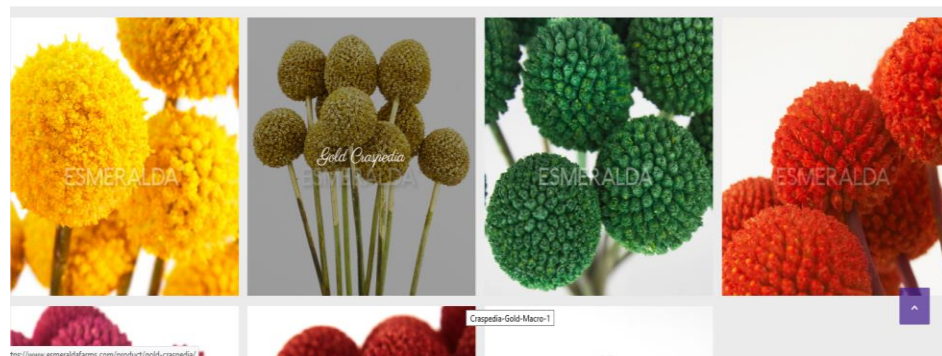


Ilustración 19 Variedaes comerciales de Craspedia, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador

- **Traquelium:** Tiene un crecimiento rápido, de tallos semi leñosos y de color casi negro en su base, muy ramificada y puede alcanzar alturas de 90 cm, existe varias especies de este cultivo siendo el Traquelium jade el creado por el Grupo Esmeralda Farms Ecuador.



Ilustración 20 Variedades comerciales de Traquelium del Grupo Esmeralda Farms, Ecuador

- **Sunflower:** Originario de México y del oeste de Estados Unidos, es una planta anual, de desarrollo vigoroso que no es muy exigente en cuanto a tipos de suelos, de crecimiento vigoroso en todos sus órganos, tiene su inflorescencia que puede ser cóncava, plana o convexa.

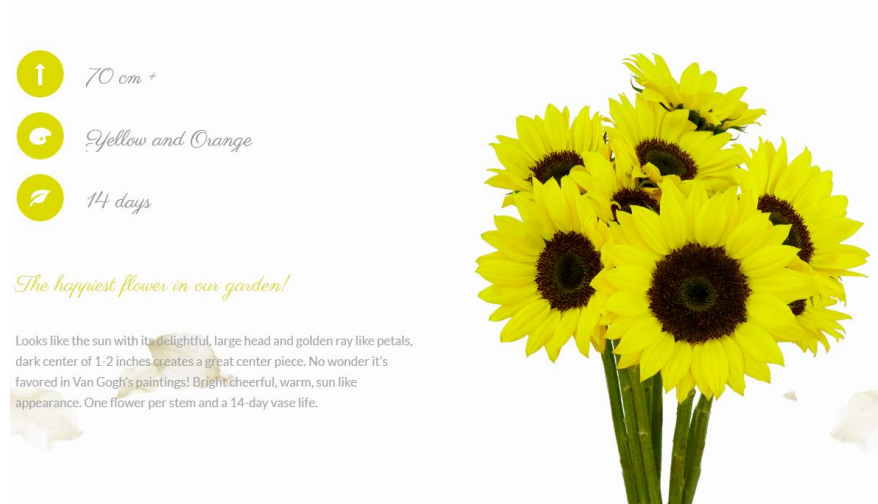


Ilustración 21 Sunflower cultivado en el Grupo Esmeralda Ecuador.

- Aster: Puede alcanzar una altura desde los 30 cm hasta los 150 cm, requiere un suelo fértil y húmedo, y que tenga un buen drenaje, no se desarrolla bien en suelo secos, de flores vistosas y colores muy variados.



Ilustración 22 Aster Mardi Gras cultivado en el Grupo Esmeralda Farms Ecuador.

- Alstroemeria: Es una planta típica de mata que tienen las raíces absorbentes y de almacenamiento, que se angostan en el lugar de donde sale el tallo los cuales son rígidos y con foliolos, tiene un tamaño que van desde los 30 cm hasta los 120 cm, tienen pétalos en la corona y también en su parte inferior, encontrándose la inflorescencia en las partes terminales del tallo (Esmeralda Farms, 2017).



Ilustración 23 Alstroemerias de diferentes variedades cultivadas en el Grupo Esmeralda Farms Ecuador

El incremento de producción por metro cuadrado se ha convertido en una constante diaria para los productores de la floricultura a nivel mundial y con mayor énfasis en nuestro país debido a que los costos de producción se incrementan a un ritmo acelerado por lo cual es imprescindible lograr eficiencias en los diferentes procesos para ser más asertivos en la toma de decisiones y, de esta manera reducir al máximo las pérdidas para lograr una mayor productividad (Vladimir Trukhachev, 2018).

Las producciones se logran incrementar al tener una relación de entre los componentes biológicos del suelo y las labores culturales que demanda cada cultivo y, no dependiendo de un solo factor para lograr un incremento de la productividad como se lo ha considerado erróneamente en los años anteriores sobre todo de la revolución verde en donde a mayor cantidad de insumos agroquímicos colocados en el cultivo se atribuía la maximización de la producción, hoy sabemos que es una estrecha relación de equilibrio entre la calidad de suelo, microorganismos, agua semilla, labores agrícolas y armonía con la sociedad, factores que determinan un crecimiento sostenido de la producción por hectárea de cultivo y que con la ayuda de varios instrumentos tecnológicos se logra determinar cuáles son los factores que tienen influencia para no alcanzar el potencial productivo en los cultivos (Bolaños & Tapia, 2019).

Entonces para lograr minimizar las pérdidas en el cultivo se necesita tener claro los síntomas de deficiencia o potenciales lugares de pérdida de producción ya sea por insectos o por enfermedades de las plantas o por condiciones de humedad y aplicaciones excesivas de pesticidas y fertilizantes, para lo cual nos sensores incorporados en las cámaras de los UAV's nos ayudan obteniendo la información para optimizar perdidas potenciales y transformarlos en productividad agrícola (Yinjiang Jia, 2016).

## **2.4 ABORDAJE Y HERRAMIENTAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE AREAS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE DRONES**

El déficit en varias regiones del mundo ha logrado que se creen nuevas formas innovadoras para la producción agrícola tales como la mecanización y automatización de actividades, logrando que aparezca una nueva tendencia en el sector agrícola que está relacionado con la agricultura de precisión (AP) la cual basándose en información electrónica y gracias al sistema global de las telecomunicaciones actualmente se puede realizar una teledetección de plagas y malezas, las cuales con la ayuda de equipos robóticos se puede colocar micro dosis de fertilizantes y plaguicidas ayudando a reducir las repercusiones ambientales mediante la reducción radical de agroquímicos; además se puede cerrar el ciclo de producción mediante la venta a través de la comercialización electrónica vía internet con un dispositivo portátil como un smartphone a cualquier parte del globo terráqueo (Paulina Lyubenova Raeva, 2018) .

Los drones son aparatos de alta tecnología los cuales funcionan gracias a unas hélices, los cuales la mitad de ellos giran en un sentido y la otra mitad giran en sentido contrario que les permite mantenerse de manera estable y propulsarse en el aire; estas hélices son impulsadas mediante motores propulsados electrónicamente los cuales son independientes entre sí lo que les permite seguir funcionando en caso que alguno de ellos sufra algún desperfecto, actualmente existen varios tipos de modelos de drones entre los que tenemos de ala fija o con hélices rotatorias, de cuatro hélices (por

eso reciben también el nombre de cuadricópteros), se pueden encontrar drones de tres, seis y hasta ocho hélices (Miller, 2018).

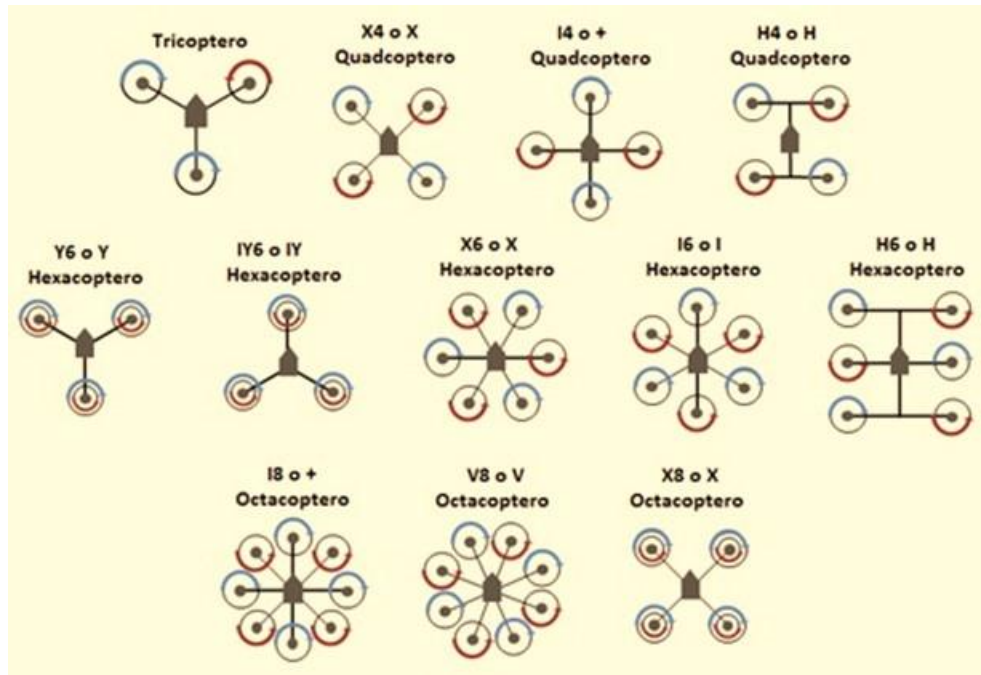


Ilustración 24 Tipos de multirrotores existentes en la actualidad.

Para pilotar los drones se los puede realizar mediante un control remoto el cual puede ser un smartphone, tablet, o mando a distancia para controlar los movimientos y la altura a la cual se va a ejecutar el vuelo y la función principal de este controlador es lograr que el dron mantenga un vuelo lo más estable posible (Mohamed A. Fouad Kandil, 2017).

El controlador central de los drones consta de diferentes componentes, uno de los principales es el magnetómetro, que mide la fuerza y la dirección del campo magnético y que funciona como una brújula que señala el polo norte magnético; la controladora recibe la información sobre la posición del aparato a través de una unidad GPS, que es un sistema de navegación y localización mediante satélite, adicional a este GPS varios utilizan también un magnetómetro independiente al que

contiene el controlador de vuelo para evitar interferencias; también otra función de la controladora de vuelo es transmitir información al controlador de velocidad o ESC (Electronic Speed Control), que es el que hace que cada motor gire con las revoluciones necesarias para asegurar el vuelo, y que junto a una determinado ángulo de vuelo se alcanzara mediciones mas precisas. (David Davies, 2018).

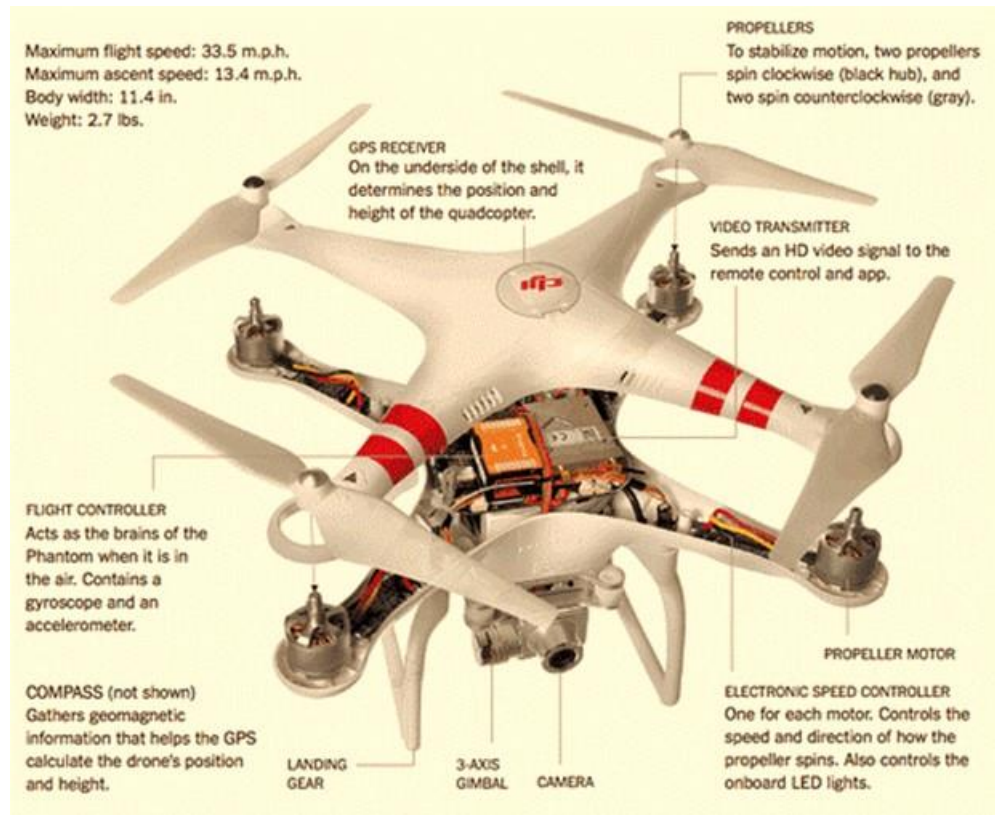


Ilustración 25 Phamton 4 Pro DJI

La energía necesaria para permitir que todos los componentes electrónicos puedan funcionar correctamente se da a través de baterías de tipo LiPo, que son fáciles de recargar y permiten alimentar todos los circuitos del dron, estas baterías son las que le confieren al dron una mayor o menor autonomía de vuelo, los cuales junto a la potencia de la batería, y con el número de motores del dron, serán los que posibiliten que este pueda recorrer una mayor o menor distancia. El mando o transmisor de radio

es el que permite dirigir el vuelo del dron y realizar ajustes a distancia, el cuál últimamente se lo realiza a través de un smartphone para pilotar el dron, también en la actualidad se están probando sistemas más eficientes de carga rápida debido a que las baterías tiene una capacidad limitada, y se ha encontrado que mediante un sistema de navegación de drones basada en la nube se puede lograr una carga más eficiente de baterías en redes de drones a través de la recopilación de información del tráfico de drones, determinando rutas eficientes para minimizar el nivel de congestión (Jinyong Kim, 2018).

La agricultura de precisión requiere de sistemas de posicionamiento global (GPS por su sigla en inglés) para guiar los equipos agrícolas, así en Estados Unidos, más del 85% de los comercializadores de agroquímicos usan el sistema GPS en sus guías para la aplicación de fertilizantes y plaguicidas; mientras en Australia, más del 80% de los cultivadores de granos lo usan, y últimamente en varias regiones del mundo los tractores, rociadores a presión, cosechadoras y drones dedicados al sector agrícola se encuentran equipados con GPS auto guiado los cuales permiten establecer una ruta e indicarle a los drones el sendero que debe ejecutar (Gowda, 2016).

En la actualidad se han desarrollado varias herramientas y sistemas tecnológicos que se ajustan a las necesidades agrícolas con los cuales se puede realizar la detección de varias variables que pueden ser determinantes en la productividad de un cultivo, por lo cual para iniciar con el estudio de los cultivos agrícolas es necesario determinar el objeto de estudio el cual puede ser: la vegetación, malas hierbas, suelo; posteriormente será determinar cuál es la tecnología idónea y la resolución a la cual se pueda obtener la información deseada sin perder algún detalle importante (Yudi Fernando, 2017). Seguidamente será determinar la altura ideal para obtener toda la información que ayude a mejorar la productividad con la visualización aérea y posteriormente a través de sensores que provean de la información de la curva de crecimiento de las plantas, posteriormente se debe definir la trayectoria del dron,

realizar el vuelo y capturar las imágenes para finalmente realizar el procesamiento y análisis de las fotos que nos permitirán tener un inventario de plantas, curvas de crecimiento por variedad, sanidad de las plantas, así como poder estimar la cantidad de producción que se pudiera ofertar para su comercialización (Adrián González, 2016).

Sobrevolar el dron esta catalogado como la actividad primordial para obtener la información en un mapa, pero es importante conocer y recordad que existen varios pasos que deben realizarse para obtener el mapa sobre el cual se realicen las estimaciones agrícolas dentro de las cuales tenemos la definición del área que nos interesa estudiar (suelo, vegetación, mala hierba, etc.), seleccionar la tecnología adecuada para la detección, verificar si los equipos están completos y funcionan correctamente, elegir la resolución espacial adecuada en relación al objeto que deseamos estudiar, posteriormente la altura en la cual deseamos desarrollar el sobrevuelo, trazar la trayectoria, ejecutar el vuelo y capturar las imágenes, colocar en el software para corregir la perpendicularidad y calcular de ortofotos y, finalmente realizar el mosaico para obtener la imagen unificada que se convierte en nuestro mapa de cultivo (H I Sibaruddin, 2018).

## Pasos en la utilización de un dron



Ilustración 26 Pasos para utilizar un dron con sensores

Todos los pasos previos la exploración aérea deben realizarse con minuciosidad para no perder detalles importantes de los cultivos que se deseen analizar debido a que con esta captura y procesamiento de la información se tomaran decisiones para incrementar la productividad, en este sentido los drones pueden aportar en el incremento de la productividad en el Grupo Esmeralda Ecuador en tres etapas: revisión aérea de las actividades culturales, toma de datos a través de sensores incorporados en el dron y, mediante aplicaciones algorítmicas determinar con producción de flores de verano y rosas para poner a ofrecimiento de las comercializadoras (Desai, 2018).

Mediante la exploración aérea se podría tener una revisión de la preparación del suelo antes de la siembra, humedad antes y después de la siembra, todos los avances de las actividades culturales en los diferentes cultivos; en la cosecha se podría revisar

los estados de los paraderos de la flor, manipulación de la flor desde el cultivo hacia los paraderos, tiempo de espera de la flor antes de ser trasladada a la postcosecha (Rafal Perz, 2018). En cuanto a las aplicaciones fitosanitarias se determinaría al alcance de la cobertura y uniformidad de recorrido de los encargados de las aplicaciones fitosanitarias; en cuanto a la humedad del cultivo nos podría ayudar en la verificación de humedad de los sistemas goteo, alcance y uniformidad de los sistemas de aspersión, uniformidad de la humedad antes y después de la siembra (Rejean picard, 2011).

En el tema de la iluminación en los diferentes cultivos de flores de verano ayudaría a determinar la uniformidad de la luz emitida por los diferentes focos colocados en el cultivo de flores de verano, determinar si existe algún daño en algún foco o cableado de iluminación, encendido adecuado en el tiempo y en los diferentes bloques que requieran colocar y retirar la luz artificial, tiempo de encendido y apagado de la luz artificial (Esmeralda Farms, 2011).

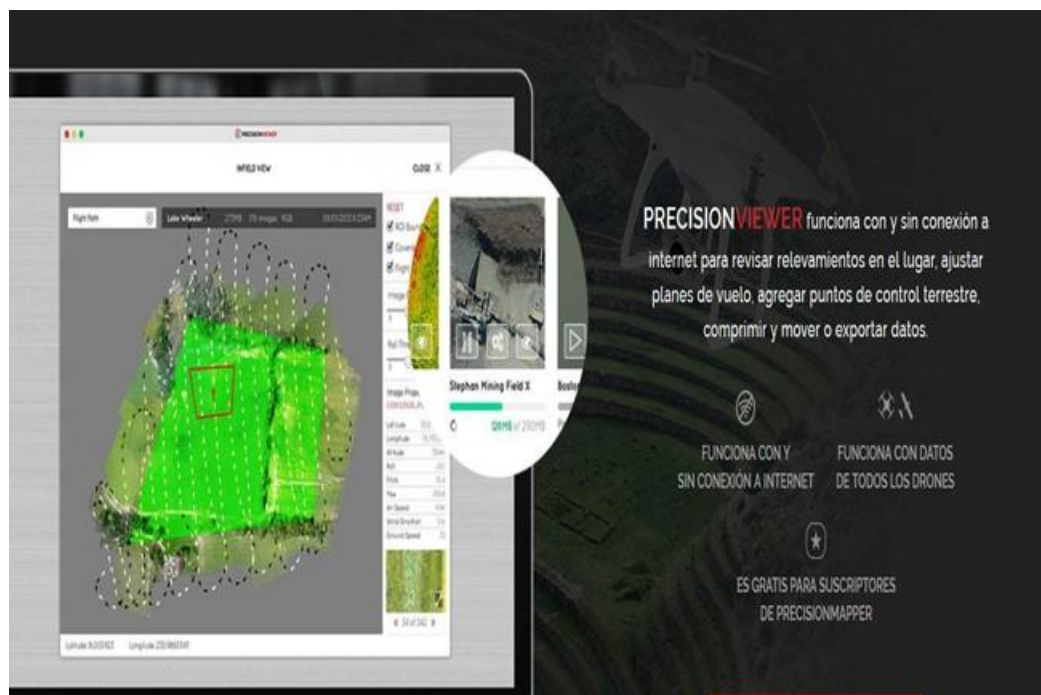


Ilustración 27 PrecicionHawk - Delimitación de vuelo del dron en el campo agrícola

Para poder capturar la información necesaria de las plantas existen varios tipos de sensores entre los que se encuentran: sensores visuales, multiespectrales, lidar (o Laser Imaging Detection and Ranging), térmicos, RGB (Red, Green, Blue), hiperspectrales además de las antenas RTK (Real Time Kinematic), todos ellos obtienen la información a través de fotografías aéreas (mediante aviones, satélites y UAV) tomadas de un cultivo y, posteriormente se procesan a través de un software (Stephan Nebiker, 2016).



Ilustración 28 PresicionHawk-Sensores utilizados en Agricultura

Los UAV's al estar equipados con sensores agrícolas tiene la capacidad de acopiar de una forma económica el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) al igual que las imágenes multiespectrales, las cuales otorgan a los productores ver los cambios de sus cultivos los cuales pasan muchas de las veces inadvertidos a simple vista estos datos aéreos, además son útiles al instante de realizar inventarios de las plantaciones de palma, así como sus estimaciones de rendimiento del aceite en varios cultivos de coco en el continente africano (ICT Update, 2016).

La resolución de los sensores ubicados en los drones es determinante para poder recoger una información con un nivel de detalle altísimo del cultivo el cual posteriormente se procesará a través de algoritmos para cada especie y variedad de

los cultivos de flores de verano y rosas, con lo cual posteriormente se emitirá un informe el cual nos servirá para tomar decisiones posteriores dentro y fuera del cultivo, estos sensores vienen equipados filtros de tres y cinco bandas las cuales son útiles para lograr diferenciar entre el color de la vegetación sin afectaciones sanitarias y las que se encuentran enfermas dentro del cultivo (Salil Goel, 2018).

## **2.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE DRONES UTILIZADOS PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

La agricultura de precisión surgió en Estados Unidos como un ciclo de realimentación anual donde se obtenían resultados relacionados con aplicación de insumos en función de las necesidades específicas del terreno, con el paso del tiempo, se empezaron a utilizar las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) para mejorar el manejo de suelos y cultivos; como resultado, las aplicaciones de agricultura de precisión (AP) se extendieron y adaptaron a diferentes labranzas, productos y países (Sevim Seda, 2018). La AP se define como un conjunto de procedimientos y procesos que buscan optimizar espacial y temporalmente el ciclo de vida de diferentes cultivos a través de tecnologías, elementos y estudios de manera amigable con el medio ambiente. (Oscar Arley Orozco Sarasti, 2016).



Ilustración 29 Vista aérea del cultivo de Riceflower en la finca Florycampo, Grupo Esmeralda, Ecuador

Los UAV tienen en su composición materiales ligeros para reducir el peso, volar a elevadas altitudes y aumentar la capacidad de maniobra, generalmente están equipados con GPS (Sistemas de posicionamiento global) pudiendo ser de tipo militar con cámaras infrarrojo de última generación, laser o misiles guiados o los de tipo civil que tienen varias aplicaciones en varias industrias, pudiendo ser manejados desde la tierra o vía satelital, de manera de vuelo manual o con programas de precisión de vuelo (Giovanny Javier Tipantuña Topanta, 2018).

El uso de los UAV's para la captura de imágenes desde el aire de una área en estudio y que deseamos tener una de elevada resolución posee mayores beneficios que las imágenes aéreas capturadas por aviones tripulados y las satelitales debido a que por su resolución tenemos una calidad superior en las imágenes por consiguiente se mejora la calidad de los mapas, además que pueden ser operados en cualquier localidad incluso en las de difícil acceso lo que conlleva a tener información con un alto nivel de detalle para poder tomar acciones o decisiones que conlleven a una optimización de recursos tanto financieros como de personal convirtiéndose en una herramienta útil dentro de la innovación tecnología en la agricultura (Samy Kharuf-Gutierrez, 2018).



Ilustración 30 Vista aérea del sistema de riego e invernaderos en la finca Florycampo, Grupo Esmeralda Farmas, Ecuador.

El objetivo general de la agricultura de precisión es integrar la gestión espacial y temporal de la producción a través de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS, Global Positioning Systems), Sistemas de Información Geográfica (SIG), tecnologías de sensores y mapas de terrenos, lo anterior con el fin de aumentar la rentabilidad y productividad de los agricultores mediante la generación de mapas de productividad en función de las condiciones agroclimáticas del terreno. (Oscar Arley Orozco Sarasti, 2016).

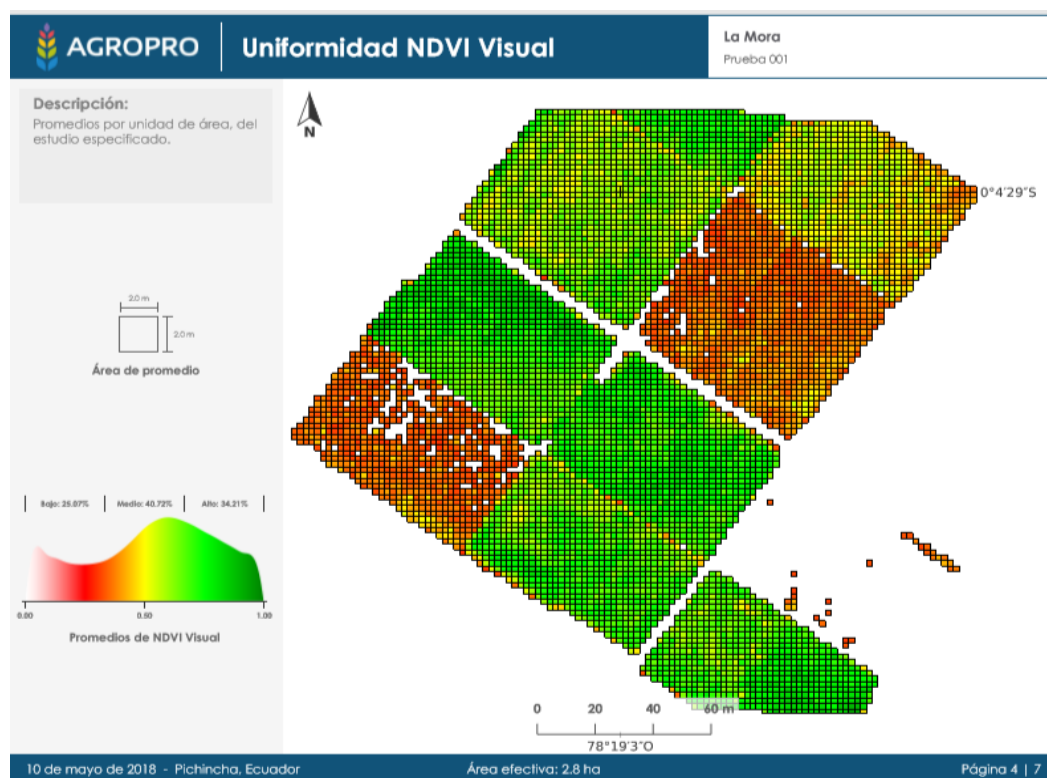


Ilustración 31 Uniformidad del NDVI en el cultivo de Gypsophila en la finca La Mora, Grupo Esmeralda Ecuador.

Una vez determinados estos mapas el productor está en la capacidad de identificar áreas dentro del cultivo que pueden tener un potencial aumento de productividad así como observar áreas donde se requieran ajustes en los insumos agrícolas pudieran incrementar la rentabilidad de los cultivos, y en esta captura de datos las cámaras juegan un papel importante dentro de las aplicaciones con UAV's y se ha divulgado y expandido el uso de cámaras en color o RGB que utilizan el espectro visible del ojo humano en rojo, verde y azul y, las cámaras infrarrojo cercano (NIR) mediante las

cuales a través de combinaciones se logra preciar las diferentes características que se buscan en los cultivos (Samy Kharuf L. H., 2018).

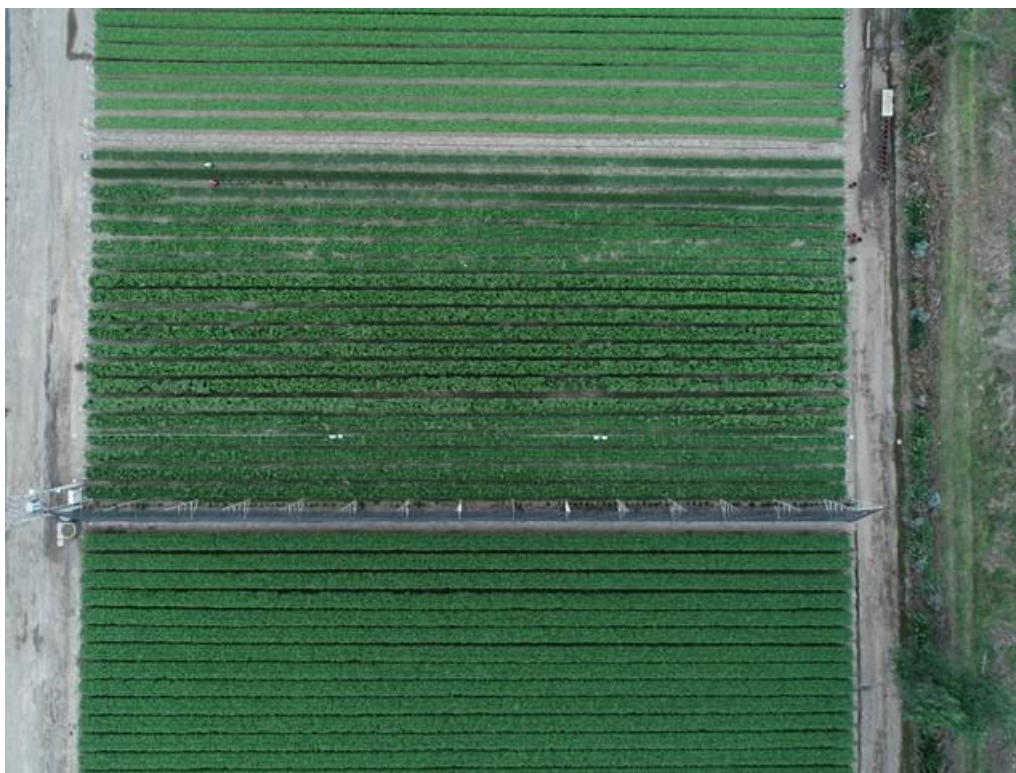


Ilustración 32 Cultivo de Sunflower en la finca Esmeralda Sun del Grupo Esmeralda

Los UAV tiene varias aplicaciones en conjunto con los SIG la cual se está convirtiendo en una de las tendencias de futuro y, se obtienen imágenes de alta resolución a través de las cuales las nubes de puntos muestreadas son comprimidas en formatos LAS (.las) y/o en formato ASCII (.asc), un DMS (Modelo Digital de Superficie), un Ortomosaico (normalmente en formato GeoTIFF), que se logran obtener con una gran versatilidad y bajo coste para aplicaciones diversas como gestión de recursos naturales, agua, agricultura, meteorología, minería, emergencias o respuesta en desastres, forestal, topografía, catastro, edificaciones, entre otros (Chikatsu, 2016).

La captura de las fotografías de los cultivos es realizado de forma simultánea en varios rangos del espectro electromagnético conocido como bandas, las cuales

pueden ser RGB que utiliza tres bandas de color que son el rojo, azul y verde o las multispectrales que utilizan entre tres y veinte bandas las cuales recogen la información gracias a las propiedades espectrales de reflectancia, transmitancia y absorbancia del suelo y las plantas, las cuales de acuerdo a sus diferentes niveles de desarrollo tienen diferente actividad fotosintética, cantidad de biomasa, cantidad de clorofila entre otras características de los cultivos, mismas que son utilizadas para estimar el contenido de carotenoides en diferentes cultivos entre ellos las flores de verano y las rosas, y la generación de modelos de producción de los cultivos los mismos que pueden verse afectados por varias condiciones bióticas o abióticas del suelo como un estrés hídrico en las plantas, una deficiencia nutricional o un ataque de enfermedades en el cultivo los cuales reducen la productividad (Samy Kharuf L. H., 2018).

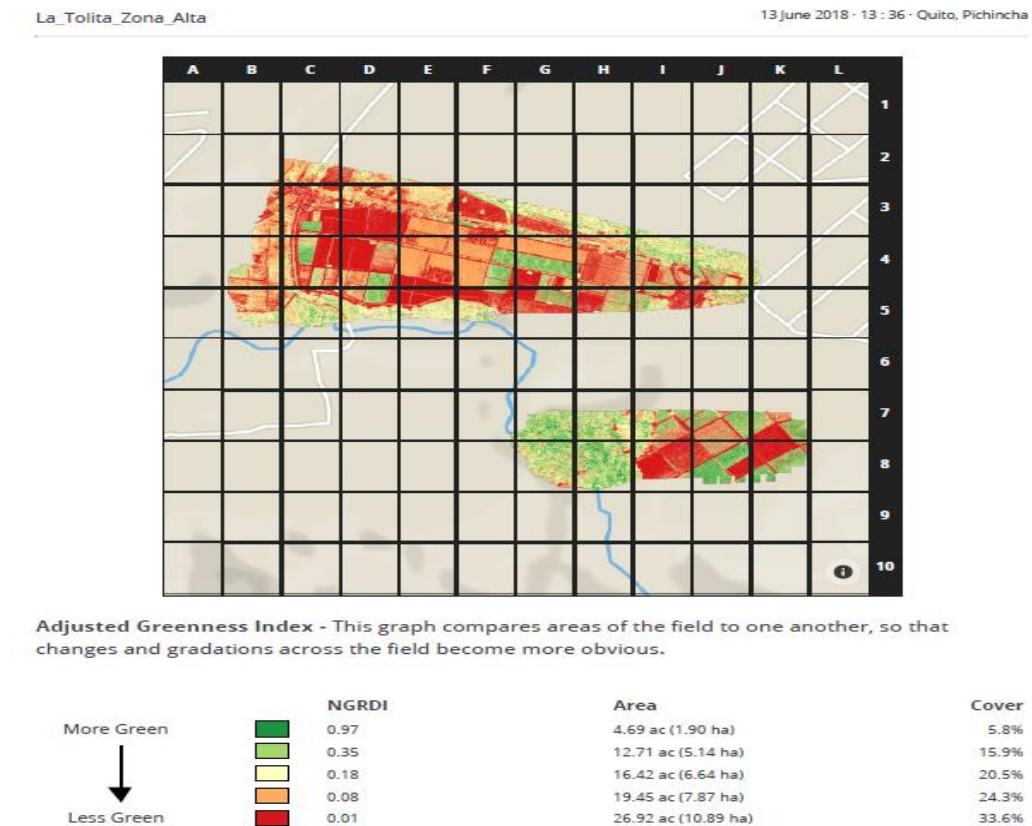


Ilustración 33 Índice de vegetación ajustado, fina La Tolita, Grupo Esmeralda Ecuador.

En el sector agrícola se utiliza para capturar imágenes de los campos de cultivo; estas imágenes se procesan para generar un ortomosaico en formatos GeoTIFF, para ello existe una serie de software como el Pix4D, DJI software, DJI flight simulator, y varios más que siguen apareciendo en el mercado. Estos datos nos permiten calcular el Índice de vegetación de diferencia normalizada, también conocida como NDVI, el cual se puede utilizar un cliente como QSIG para realizar este cálculo, también se pueden crear mapas catastrales mediante la digitalización de las ortofotografías georeferenciadas con la ayuda del Autocad, ArcGIS, o cualquier programa relacionado con los SIG (Mohamed A. Fouad Kandil A. O., 2017).



Ilustración 34 La caja de núcleo de vuelo de Airware se conecta a los sensores y a los controles físicos del dron para que el aparato pueda ejecutar desde la tierra y enviar de vuelta los datos recogidos

Últimamente varias universidades y empresas dedicadas al desarrollo de UAV están creando sistemas de comunicaciones embarcados en UAV mediante los cuales se pueda obtener información en tiempo real a través de un satélite a grandes distancias; una de ellas es la empresa Gradient la cual es responsable de integrar los algoritmos en un hardware de comunicaciones *ad-hoc*, un prototipo embarcable en un UAV (dron o vehículo aéreo no tripulado, por sus siglas en inglés) que se comunicó a través de un satélite norteamericano a 10.500 km de altura con una base terrestre, igualmente la empresa Airwais, la plataforma de información aérea tiene tres componentes principales los cuales son: caja pequeña con los componentes electrónicos y el software del piloto automático para dirigir al UAV; un software para PC o tabletas que servirán para planificar misiones y finalmente, un soporte en línea para ayudar a

las empresas a gestionar sus operaciones con UAV, todo esto para permitir almacenar planes de vuelo pasados y futuros, registrar vuelos y datos recogidos por drones (Ben Grayson, 2018).



Ilustración 35 Hardware de Airware instalado dentro de un cuadricóptero.

Por otro lado una condición a la que no se presta demasiada atención en los vuelos de UAV's son las micro-vibraciones, las cuales provocan defectos en la imagen que si bien no son apreciables al instante de la recolección de las fotografías mediante los UAV's pueden impactar en la consolidación de las imágenes del área en estudio y sus posteriores cálculos de los diferentes parámetros que se desea analizar como son: cantidad de plantas en el área analizada, altura de las plantas del cultivo, cantidad de botones florales listos para el corte entre otros, siendo el aislamiento por completo al sistema de la cámara de estas micro-vibraciones la parte más difícil a la hora de trabajar con drones (R. Pradosa R. G., 2013).

# Calibración y corrección de efectos interferentes (AGROSENSOR)

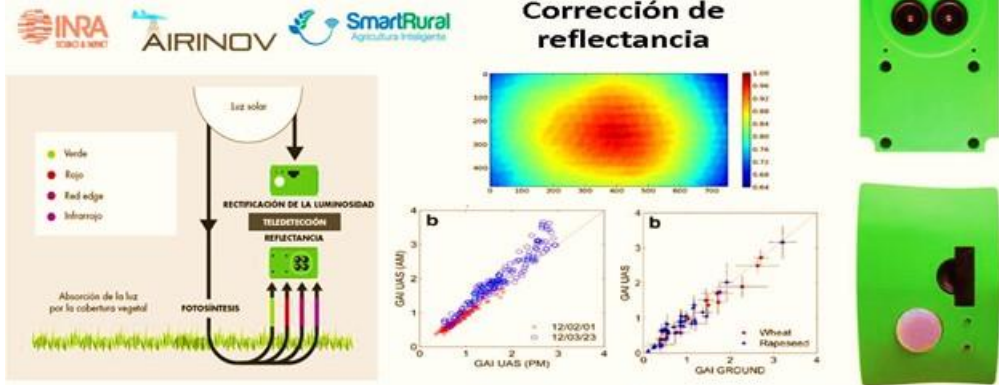


Ilustración 36 Calibración y corrección de efectos interferentes (Agrosensor)

En los pasos que se mencionó con anterioridad hay que tener en cuenta los detalles los cuales determinan el éxito o fracaso en la labor como son: la dirección en la cual va a realizar el vuelo el UAV la cual tiene que ser perpendicular a la posición del sol el cual no debe estar al frente ni tenerlo de cola, comprender la importancia y el efecto que tiene la altura del sol sobre la radiación de las plantas o, establecer el error de posicionamiento con el sistema de georreferenciación, además cuando existe un movimiento de rotación y un desplazamiento horizontal del UAV existe lo que se denomina paralelaje que es la desviación de angular de la posición aparente de un objeto que se da por la variación del punto de vista lo que da como resultado inconsistencias al instante de superponer dos imágenes adyacentes (R. Pradosa R. G., 2013).

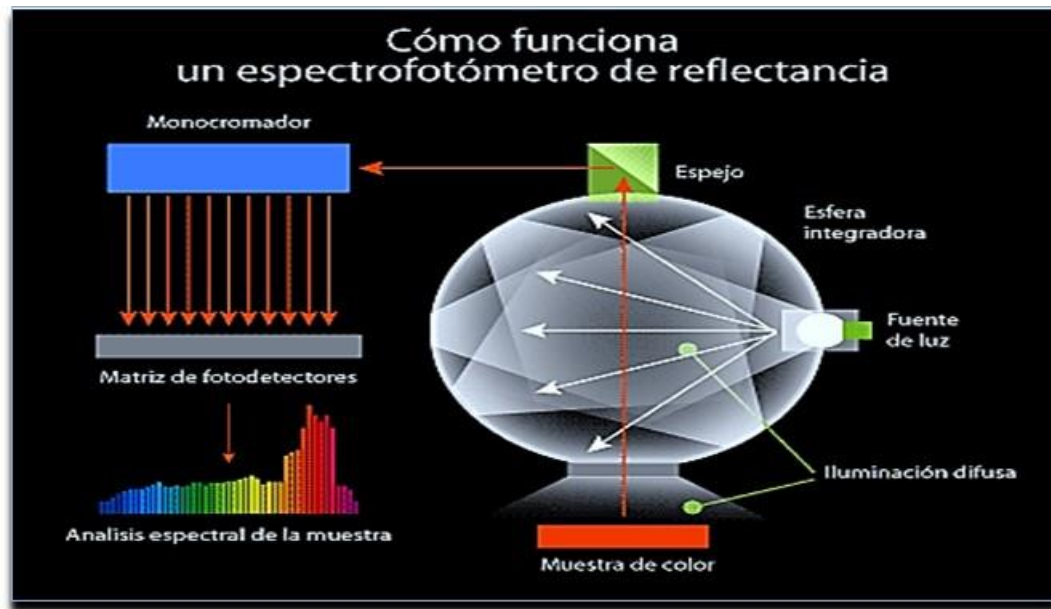


Ilustración 37 Espectrofotómetro de reflectancia

La resolución espacial de las tomas aéreas puede tener tamaños de pixel inferiores a 2 cm cuando se utilizan cámaras RGB a , mientras que con las multiespectrales se cm por pixel, y las cuales proporcionan fotografías aéreas óptimas para realizar los ortomosaicos sin que se pierda ningún detalle; además se debe tener en cuenta que los drones de ala fija presentan una mayor dificultad cuando de precisiones de 2 a 4 cm se trata ya que se necesitan velocidades mínimas para recolectar este tipo de información, para estos trabajos los UAV's que tienen multirrotores son los ideales ya que proporcionan la estabilidad y lentitud para alcanzar los tamaños de pixeles menor a 2 cm por pixel. (Vigorra Treviño, 2016).

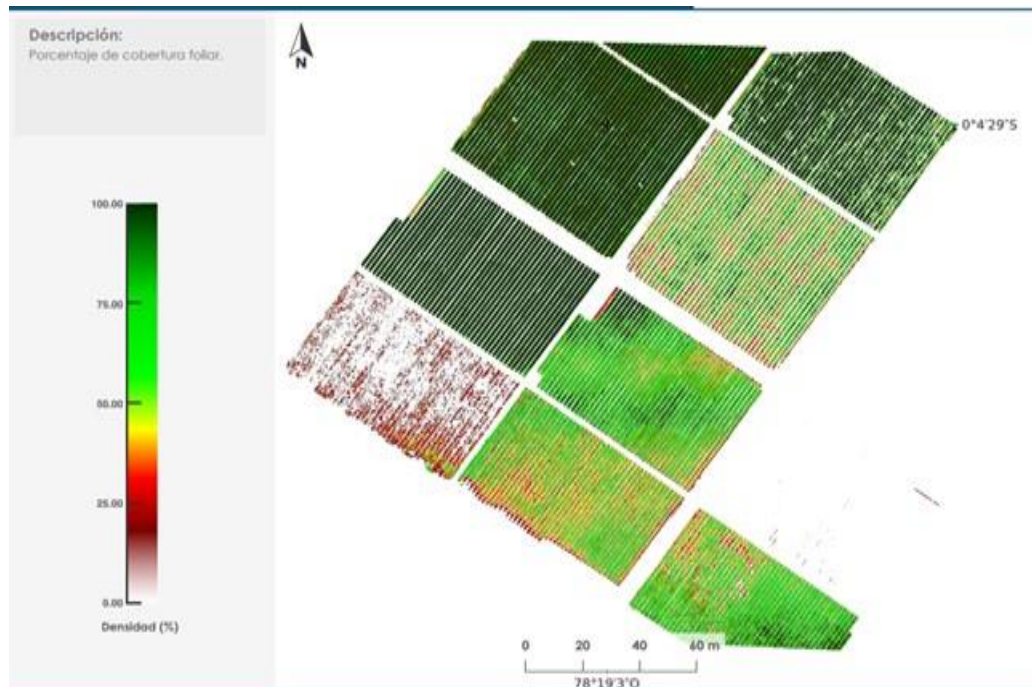


Ilustración 38. Mosaico realizado con RGB de la finca La Mora del Grupo Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador

Para poder recoger la información con un alto grado de detalle es necesario revisar y corregir todos los factores que pueden influir en una toma de datos inadecuada con el objetivo de minimizar la variabilidad de los datos tomados y poder tener una mayor precisión en la información por lo cual la reducción en el posicionamiento es vital para poder dar un diagnóstico preciso y, en esta vía el apoyo que proporcionan las antenas RTK de muy reducido peso y tamaño es fundamental pero no es frecuente mencionar este tipo de implementos de este aspecto cuando comparamos drones; además cuando el sistema de georreferenciación consta con los algoritmos apropiados para el cálculo de la densidad de probabilidad de su localización (filtro de Kalman), se puede tener la posibilidad de reconstruir los mapas de índices espectrales mediante estas funciones, es decir mediante la corrección en función de los valores espectrales vecinos (Jan, 2014).

Además es primordial tener en cuenta que existen tres aspectos que no se pueden escapar de nuestra atención para un levantamiento con los UAV's en la agricultura como son los sistemas de detección de video inteligentes de alta definición, la red inalámbrica adhoc que establece y agrupa de manera óptima el problema a identificar

y, finalmente el ancho de banda accesible adecuado que nos proporciona el video con una altísima resolución de imágenes (Desai S. , 2018).

La resolución nos permitirá obtener datos de mayor precisión en los cultivos de rosas y flores de verano como por ejemplo la cantidad de plantas por hectárea, la cantidad de tallos y su altura promedio en los campos de cultivo, además de los botones florales que se encuentran listos para el corte y su posterior cosecha con lo cual se puede establecer un ofrecimiento de mayor fidelidad a las comercializadoras (Esmeralda Farms, 2017).



Ilustración 39 Cultivo de Sunflower visto a 5 metros de altura mediante un UAV, finca Esmeralda Sun, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador.

Existen últimamente varios desarrollos dentro de los UAV's los cuales pueden calcular la altura de los cultivos a través de un escáner láser el cual es un indicativo para conocer de primera mano la salud de un cultivo que es la cual determinará el potencial de producción que puede tener una planta cuando se tiene controlado todas

las variables logrando de esta manera mejorar la productividad de los cultivos (Desai S. , 2018).

Por otro lado y no menos importante que se debe tener en cuenta para un sobrevuelo de los UAV's son las condiciones meteorológicas y el clima presente en el instante de realizar la captura las imágenes ya que puede existir una excesiva variación entre un cielo despejado con demasiada luminosidad por parte del sol y un cambio brusco de nubes lo cual hará que información recolectada tenga un proceso más arduo para la obtención de la información final, eso sin mencionar la ruptura de UAV's por edificaciones o árboles en medio de la ruta marcada para el sobrevuelo del UAV (Jagnath Prasad Sinha, Drone or Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Agricultural Production System, 2019).

## 2.6 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN Y EMISIÓN DE DATOS CAPTURADOS POR LOS DRONES

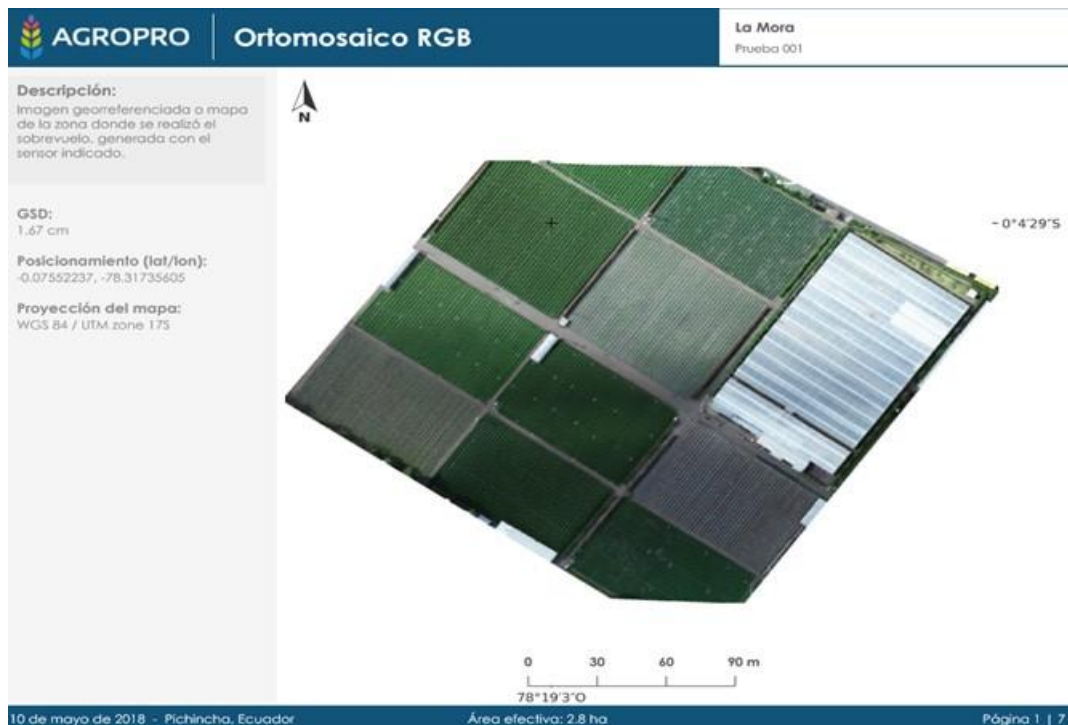
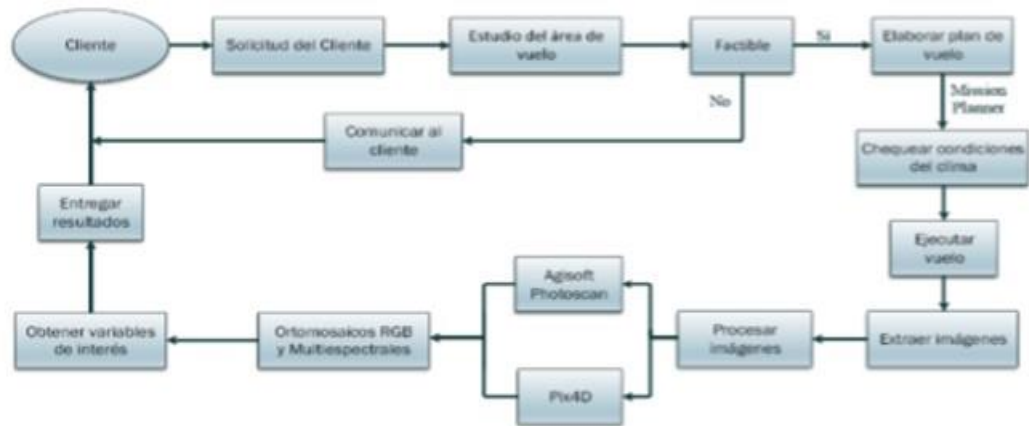


Ilustración 40. Ortomosaico RGB del cultivo de *Gypsophila* de la finca La Mora, Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador.

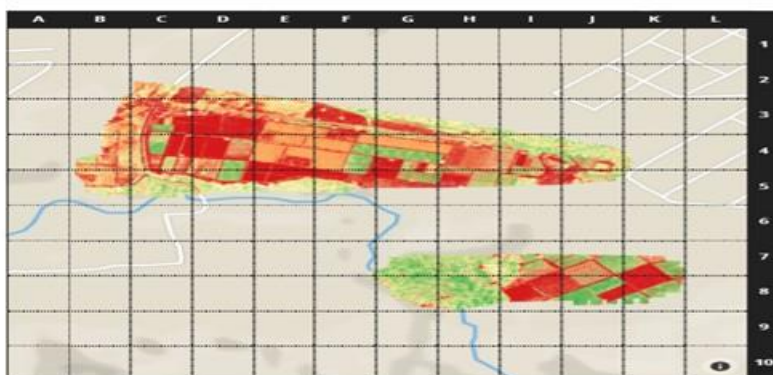
Toda la información recogida a través de las diferentes fotografías aéreas capturadas por los UAV es llevada a un software para realizar una fotointerpretación y una leyenda preliminar de los diferentes tipos de cartografía (arqueológica, geológica, geográfica, topográfica, agrícola entre otros) que se puede obtener a través de las imágenes tomadas por los UAV's, los cuales tienen procedimientos a seguir para una correcta realización; la escala que se maneje va a depender de la resolución de la cámara y la autonomía del dron, pudiendo tener escalas desde 1:100, 250, 500, 1000 como mínimo, y, va a depender del nivel de precisión de la información que deseamos obtener (Pradosa, García, & Neumannb, 2013).



**Figura 4**  
**Flujo de trabajo para obtener mapas de índices de un campo de cultivo.**

Ilustración 41 Flujo de trabajo para la obtención de mapas mediante UAV

Dentro de la puesta en ejecución de los UAV's en la agricultura, los tipos de cámaras, el campo electromagnético, la respuesta espectral de las plantas, así como el índice NDVI son aspectos muy importantes a considerar; es de esta manera que el espectro electromagnético es la distribución energética del conjunto de ondas electromagnéticas que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) de un objeto y el cual sirve para identificarlo dentro del rango del espectro visible por el ojo del ser humano y el límite del infrarrojo (Berrío M. Viviana A., 2015).



**Adjusted Greenness Index** - This graph compares areas of the field to one another, so that changes and gradations across the field become more obvious.

	NGRDI	Area	Cover
More Green	0.97	4.69 ac (1.90 ha)	5.8%
↓	0.35	12.71 ac (5.14 ha)	15.9%
Less Green	0.18	16.42 ac (6.64 ha)	20.5%
	0.08	19.45 ac (7.87 ha)	24.3%
	0.01	26.92 ac (10.89 ha)	33.6%

Ilustración 42 Ortomosaico con filtro RGB de la finca La Tolita, Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador

Para la inspección visual, conteo de plantas, y modelos de elevación se utiliza el RGB, mientras que el NIR se lo utiliza para determinar propiedades en los suelos, humedad, condiciones de estrés por deficiencia de nutrientes en los cultivos, así como el análisis hídrico y de erosión, conteo de plantas las cuales proporcionan información útil para tomar decisiones adecuadas para su manejo, además las cámaras NIR poseen las opciones NGB y NRG; es así que las cámaras que permiten el paso del infrarrojo cercano por encima de los 70 nanómetros con un filtro que bloquee la luz roja se las considera como NGB, las cuales también permitirán el paso de ondas verde (G) y azul (B) para realizar análisis básicos del estado fitosanitario de los cultivo, el cual mientras tenga el color más oscuro e intenso el color verde, la vegetación será más espesa y saludable y, en cámaras NRG el infrarrojo cercano, el rojo y el verde se usan para tener una imagen que permita realizar análisis básicos del estado fitosanitario de los cultivos al igual que la anterior (Berrío M. Viviana A., 2015).











SURVEY	SENSOR	Location	Algorithms	Date ▾
 <b>ESUN-2</b> 24 images 315 MB	RGB	Pichincha, Ecuador		01 / 22 / 19 12: 14
 <b>ESUN-6</b> 5 images 33.6 MB	RGB	Pichincha, Ecuador		01 / 22 / 19 12: 11
 <b>DJI_0001</b> 333 MB NO THUMBNAIL	Video	N/A		01 / 22 / 19 12: 10
 <b>Overtime 1833</b> 637 images 23.7 GB	RGB	Pichincha, Ecuador		08 / 15 / 18 16: 42
 <b>yellow moon</b> 2.4 GB NO THUMBNAIL	Video	N/A		07 / 10 / 18 16: 53
 <b>Tolita Zona baja</b> 139 images 4.77 GB	RGB	Pichincha, Ecuador		06 / 13 / 18 11: 07

Ilustración 43 Sensor RGB y algoritmos utilizados en los levantamientos mediante UAV en varias fincas de Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador.

Existen diversos tipos de software como Pix4DCapture, eMotion, DroneDeploy, PrecisionFlight for DJI, Mission Planner entre otros para realizar planes de vuelo, con los cuales se establecen los puntos necesarios que nos determinen el número ideal de imágenes del área en estudio y que nos permitan realizar un buen solape de fotografías, mediante estos softwares podemos identificar con exactitud el área de estudio que vamos a sobrevolar mediante la marcación de puntos a través de los cuales el UAV deberá recorrer capturando las fotografías automáticamente. (Jesús Orlando Escalante Torrado, 2016)

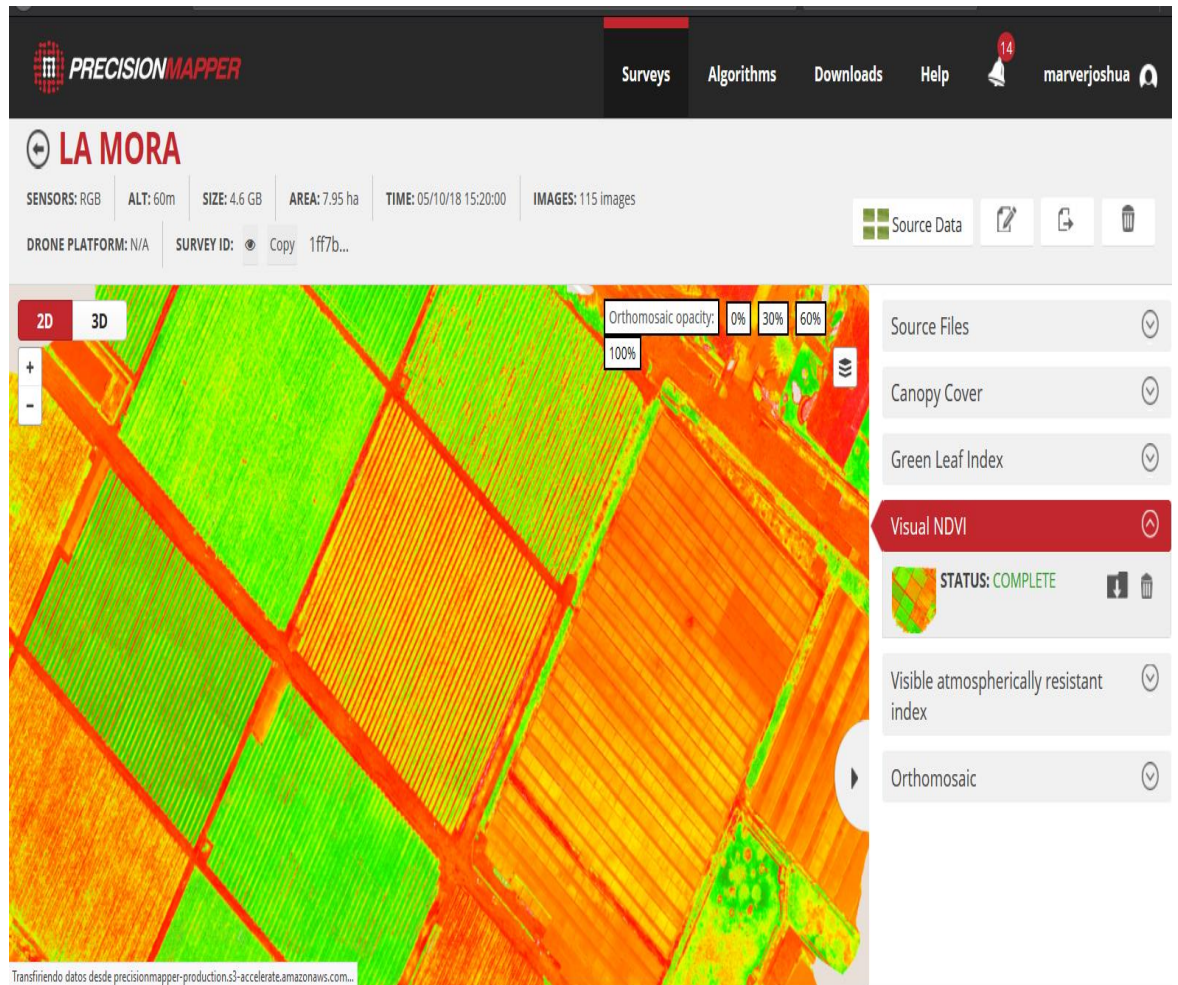


Ilustración 44 Precisionmapper, software de la empresa PrecisonHawk

Las imágenes capturadas a través de las cámaras incorporadas en los drones que realizan los sobrevuelos, posteriormente son unidas en una sola imagen de grandes dimensiones a la cual se la conoce como mosaico, que se genera a partir de un software especializado que logra unir todas estas imágenes dándonos una sola imagen de todo el cultivo que se desea tener la información, sin embargo al tener en el sobrevuelo de los UAV's no solo un movimiento de traslación sino también de rotación aparece el efecto conocido como paralelaje que es la desviación angular de la posición aparente de un objeto originada por la variación del punto de vista de la imagen lo cual nos provoca que existan inconsistencias cuando se superponen imágenes contiguas (R. Pradosa R. G., 2013).

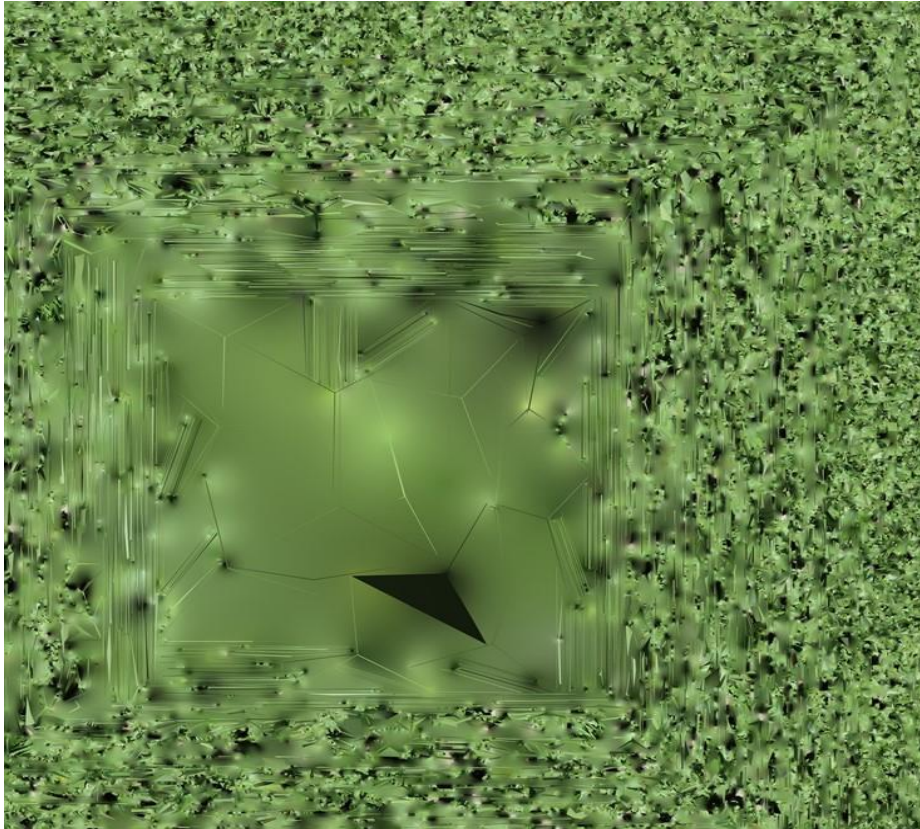


Ilustración 45 Ortomosaico con paralelaje del cultivo de Sunflower en la finca Esmeralda Sun, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador

La elaboración de mosaicos se genera a partir de imágenes capturadas por el dron, las cuales deben ser tomadas con precisión para evitar el paralelaje de las imágenes las cuales dificultan la unión no perceptible de las mismas; la construcción de mosaicos está determinado por tres etapas entre las que se encuentra el registro geométrico de las imágenes, el proceso fotométrico y la consolidación (o blending) de las imágenes capturadas para poder obtener una imagen consolidada que sea homogénea y abarque todos los detalles necesarios del cultivo (R. Pradosa R. G., 2013).

Area	112.6 acres / 45.6 ha	Latitude	0° 4' 33.98" S
Projection	WGS 84 / UTM zone 17S	Longitude	78° 19' 2.825" W



Ilustración 46 Ortomosaico de la finca La Mora, Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador

Generalmente los ortomosaicos se basan en tecnologías RGB o multiespectral en las cuales se tiene bandas en el infrarrojo próximo, los índices de verdor con el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI), y varios subproductos como ortofotografías de las bandas por separado, nubes de puntos, fotogramas en bruto entre otros (Samy Kharuf, 2017). Una vez consolidadas las fotografías en una sola imagen, se procede a determinar los NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), GNDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizado verde) y SAVI (Índice vegetativo ajustado del suelo), de los cuales el NDVI es el más utilizado en el sector agrícola el cual está fundamentado en el comportamiento radiométrico de la vegetación relacionado con la actividad fotosintética y la estructura foliar de las plantas en otras palabras, es un índice de vegetación que nos sirve para conocer un

estimado del desarrollo, cantidad y calidad de la vegetación basándose en la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja (Berrío M. Viviana A., 2015).

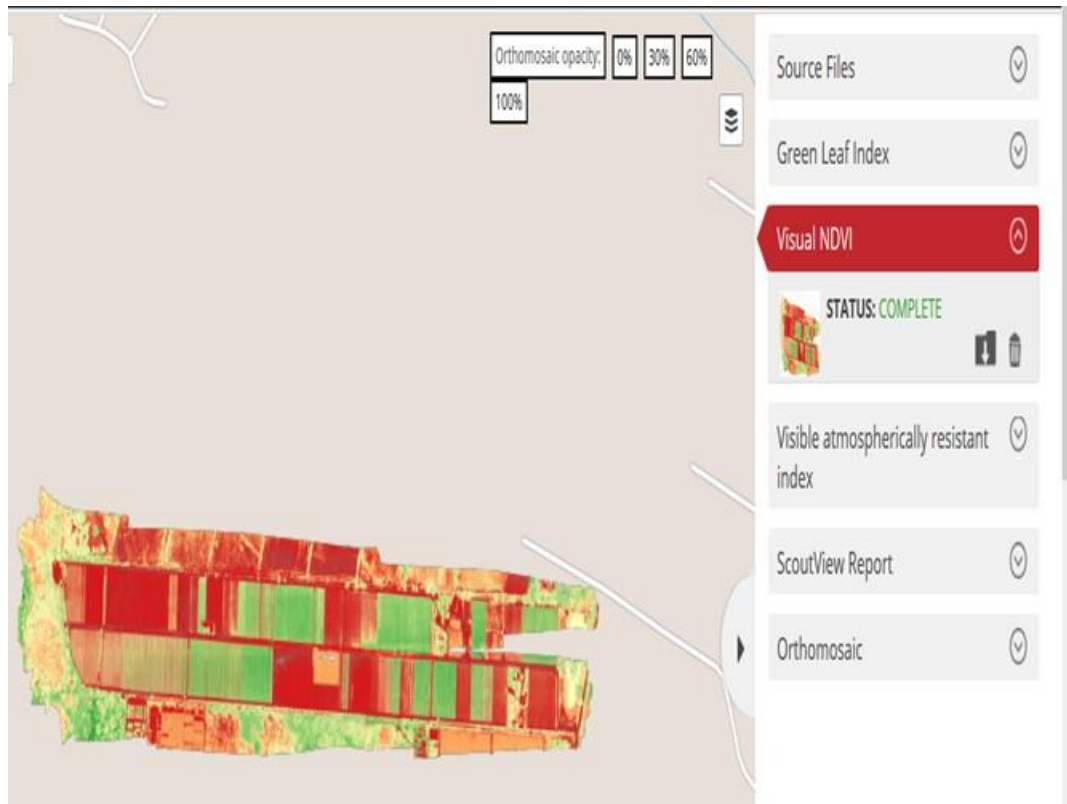


Ilustración 47 NDVI en el cultivo de sunflower en la finca Esmeralda Sun, Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador.

Para calcular los índices de vegetación es necesario la información que se encuentra en las bandas roja e infrarroja del espectro electromagnético, a partir de estas reflectancias el cálculo del NDVI se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{VIS})}{(\text{NIR} + \text{VIS})}$$

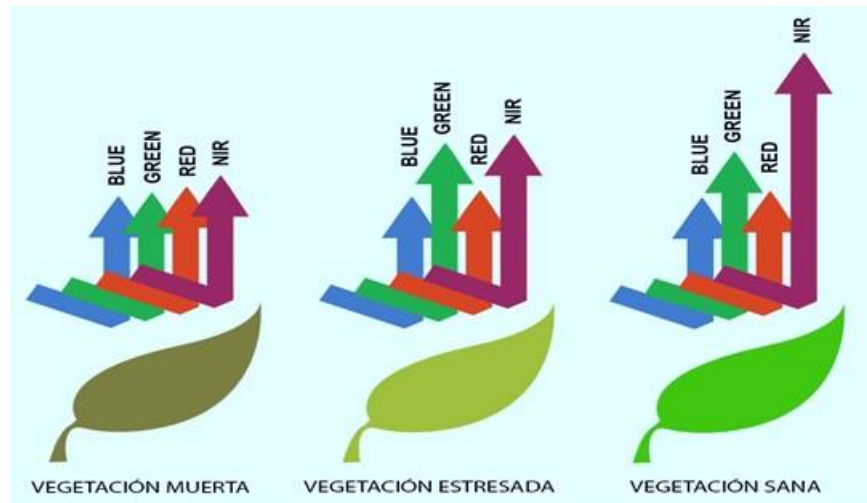


Ilustración 48 Reflectancia de las diferentes bandas en las plantas.

Es decir, mediante la diferencia entre la reflectancia de las bandas infrarrojo cercano y visible rojo dividido por la suma de estas dos bandas de reflectancia, lo cual nos sirve para medir y evaluar la materia vegetal de las plantas, es decir el vigor de las plantas; la clorofila al no lograr absorber la luz solar uniformemente da prioridad a la luz roja y azul que son las que utiliza en los procesos de fotosíntesis, los cuales en el borde del espectro visible la absorción de la luz roja disminuye por los pigmentos de clorofila, incrementándose la reflectancia en niveles drásticos, por lo cual al ser considerada la reflectancia no solo en el espectro visible, hace que la reflectancia pico de la vegetación viva no esté verde sino en el infrarrojo cercano con lo cual se puede determinar los sectores que tiene vegetación de aquellos que no la tienen (Samy Kharuf, 2017).

La luz al no ser absorbida uniformemente por la clorofila sino tener una preferencia por la luz roja y azul para utilizar en la fotosíntesis, la absorción de luz roja de los pigmentos de la clorofila empiezan a disminuir en las bordes del espectro visible lo cual provoca que la reflectancia se incremente de manera abrupta; de esta manera si se considera a la reflectancia no solo en el espectro visible sino en el visible e infrarrojo cercano, la reflectancia más alta de la vegetación viva no se encuentra en

el verde sino en el infrarrojo cercano, logrando de esta manera diferenciar los terrenos con vegetación de los que no la tienen que usualmente son de color oscuro en el infrarrojo cercano.

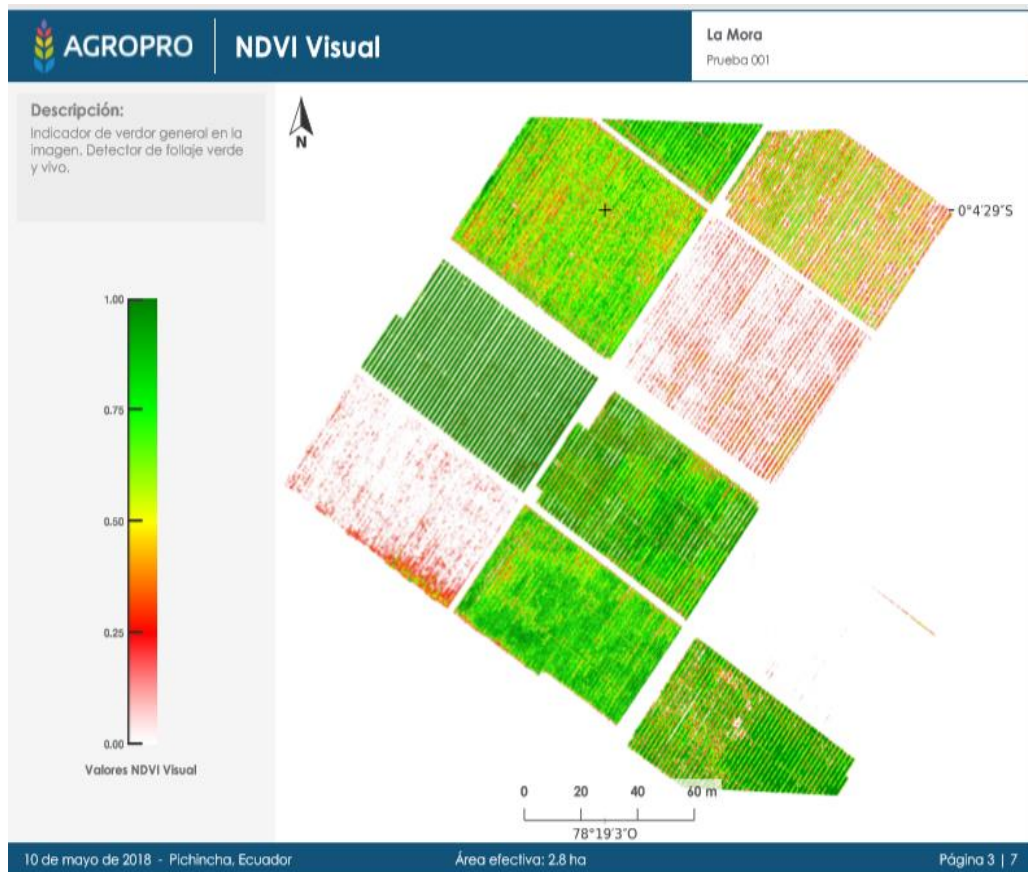


Ilustración 49 NDVI en el cultivo de la Gypshophila en la finca La Mora, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador.

Se considera que las series de tiempo utilizadas del NDVI ha sido de gran ayuda en el estudio del cambio ambiental global, sin embargo el ruido residual de los datos en las series de tiempo impide un análisis profundo pudiendo generar errores en los resultados obtenidos, por lo cual en la actualidad se están desarrollando modelos que logren reducir el ruido producido para mejorar la gestión del NDVI ya que se supone que las series temporales del NDVI siguen los ciclos anuales de declive y crecimiento de la vegetación para que las nubes o las condiciones atmosféricas no

interfieran en gran medida en los datos capturados por los UAV's logrando tener series de tiempo de una alta calidad del NDVI (N.Carlson & A.Ripley, 1997)

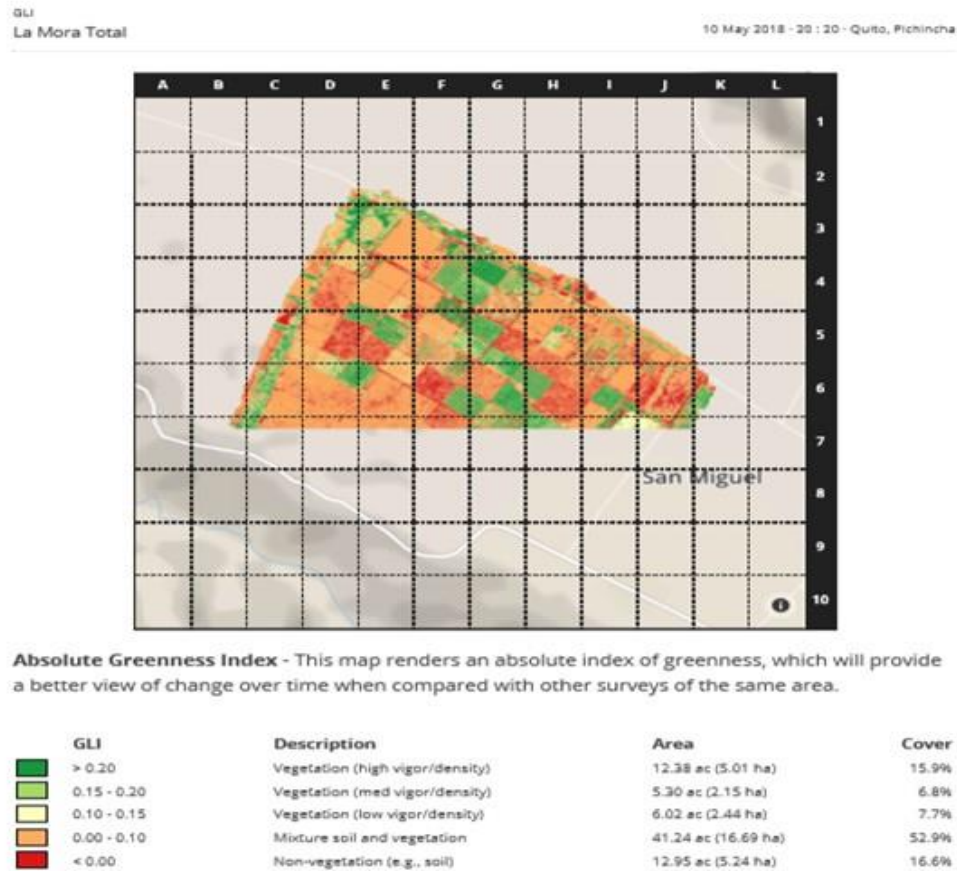


Ilustración 50 NDVI (Normalized difference vegetation index) en el cultivo de Gypsophila, Finca La Mora, Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador

El NDVI es un índice no dimensional por lo cual sus valores van de  $-1$  a  $+1$ , estos valores representan el verdor de la vegetación y es así que los valores negativos representan al agua, nubes y la nieve; los valores cercanos a cero corresponden a terrenos sin cubierta vegetal, rocas o terrenos desnudos; aquellos que tienen valores debajo de  $0,1$  se refieren a áreas desprovistas de rocas, arena o nieve; los valores que oscilan entre  $0,2$  a  $0,3$  representan terrenos con algo de vegetación; finalmente los valores mayores a  $0,6$  representas vegetación abundante la cual se vuelve frondosa cuando se acerca a valores cercanos a  $1,0$  (Berrío M. Viviana A., 2015)

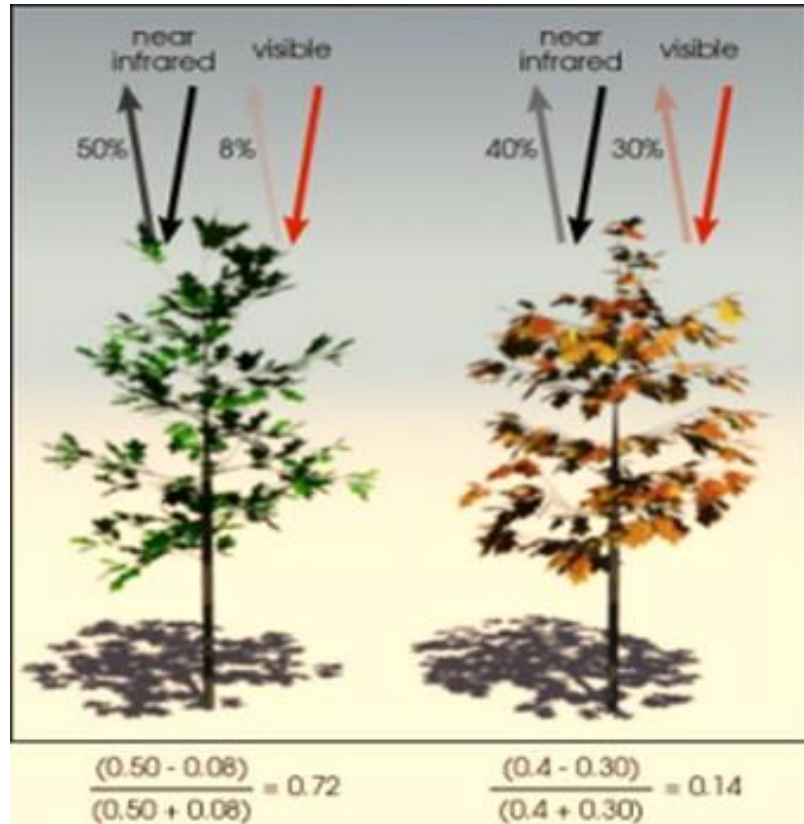


Ilustración 51 Cálculo del NDVI en las plantas

En el intervalo del visible que va en el rango de los 400 a los 700 nm los pigmentos son los que proporcionan la respuesta espectral de las hojas, de esta manera en la región del infrarrojo próximo se tiene una mayor reflectancia debido a la escasa absorción de las plantas en esas longitudes de onda, mientras que en el infrarrojo medio el agua contenida en la hoja es la causante de la baja reflectancia que se tenga debido a que el agua posee un máximo de absorción en dicha región espectral; los valores de reflectancia varían de una especie a otra que además está relacionado con el estado hídrico que tengan las plantas (Duque, 2017).

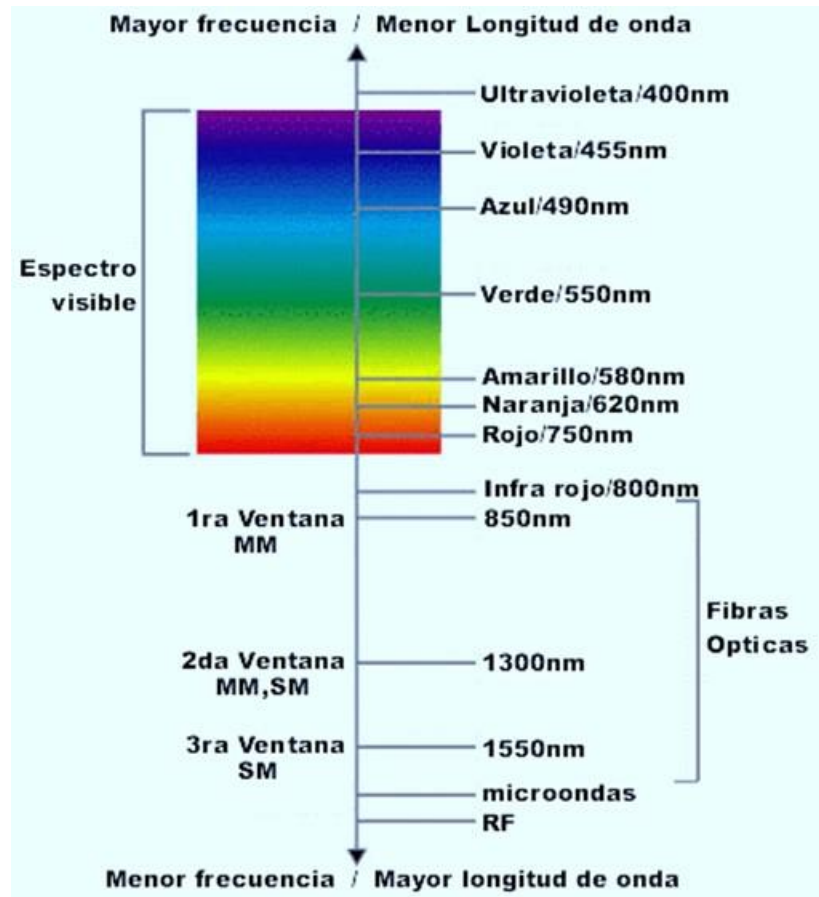


Ilustración 52 Longitudes de onda con sus respectivos espectros

El SAVI en cambio es utilizado en suelos con escasa vegetación o cuando la vegetación aún se encuentra emergiendo o tiene poca altura es decir menor al 40%, la cual al encontrarse la superficie del suelo exhibida puede existir un problema cuando se realizan comparaciones entre diferentes tipos de suelos al tener un diferente brillo (reflejo entre los espectros rojo e infrarrojo cercano) lo que va a influir en los valores del índice de vegetación. (PresicionHawk, 2018)



**Adjusted Greenness Index** - This graph compares areas of the field to one another, so that changes and gradations across the field become more obvious.

	GLI	Area	Cover
More Green	0.98	1.81 ac (0.73 ha)	2.3%
	0.39	8.09 ac (3.27 ha)	10.4%
	0.22	11.41 ac (4.62 ha)	14.6%
	0.12	11.83 ac (4.79 ha)	15.2%
Less Green	0.04	44.75 ac (18.11 ha)	57.5%

Ilustración 53 Comparación entre áreas de cultivo y su altura en la finca La Mora, Grupo Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador.

Al ser la humedad un factor determinante dentro de la producción agrícola en la actualidad se cuenta con cámaras multispectrales que logran determinar en que condiciones se encuentra el suelo a ser cultivado lo cual nos permite que se logre una gestión de recursos tanto naturales como de personal de manera óptima los cuales sin duda tendrán su impacto en la economía de la empresa (Desai S. , 2018).

En cuanto a los excesos de humedad se puede dar por goteros dañados, rotos, o averiados, en los cuales podemos evidenciar que a través de la utilización de los sensores térmicos se puede obtener imágenes que nos muestran un color más oscuro en algunos sitios de la plantación los cuales se forman al tener acumulaciones de agua, o humedades excesivas en relación con el resto del cultivo pudiendo ser los focos iniciales para que las plantas se encuentren más propensas a las diferentes

enfermedades y que en cultivos de vastas extensiones no van a ser observables al ojo del agricultor ya que se encuentran tapadas con la vegetación. (Jia, Su, Shen, & Xu, 2016).

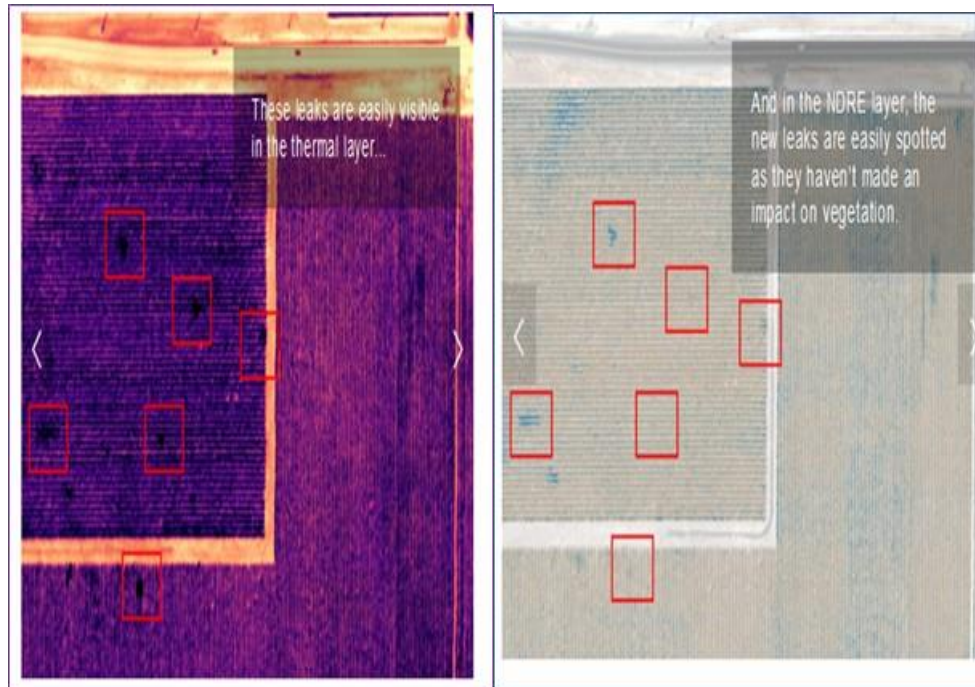


Ilustración 54 Imágenes tomadas con un sensor térmico de MicaSense en un campo de cultivo y su procesamiento en el cual se evidencia un exceso de agua.

La experticia del agricultor dará un buen indicador para ver estado del cultivo en general, sin embargo, los detalles que a simple vista no se pueden evidenciar y que constituyen grandes pérdidas cuando llegan a expandirse los problemas sin ser solucionados pueden ser detectados tempranamente con la utilización del UAV con lo cual se puede obtener patrones de comportamiento de las diferentes especies que se cultivan y poder dar un seguimiento evolutivo del desarrollo de la cobertura vegetal que permite tener una primera impresión de la manera como se está comportando el cultivo en general para hacer correcciones o para garantizar que el cultivo crece con buenos parámetros (Rodríguez, 2014).

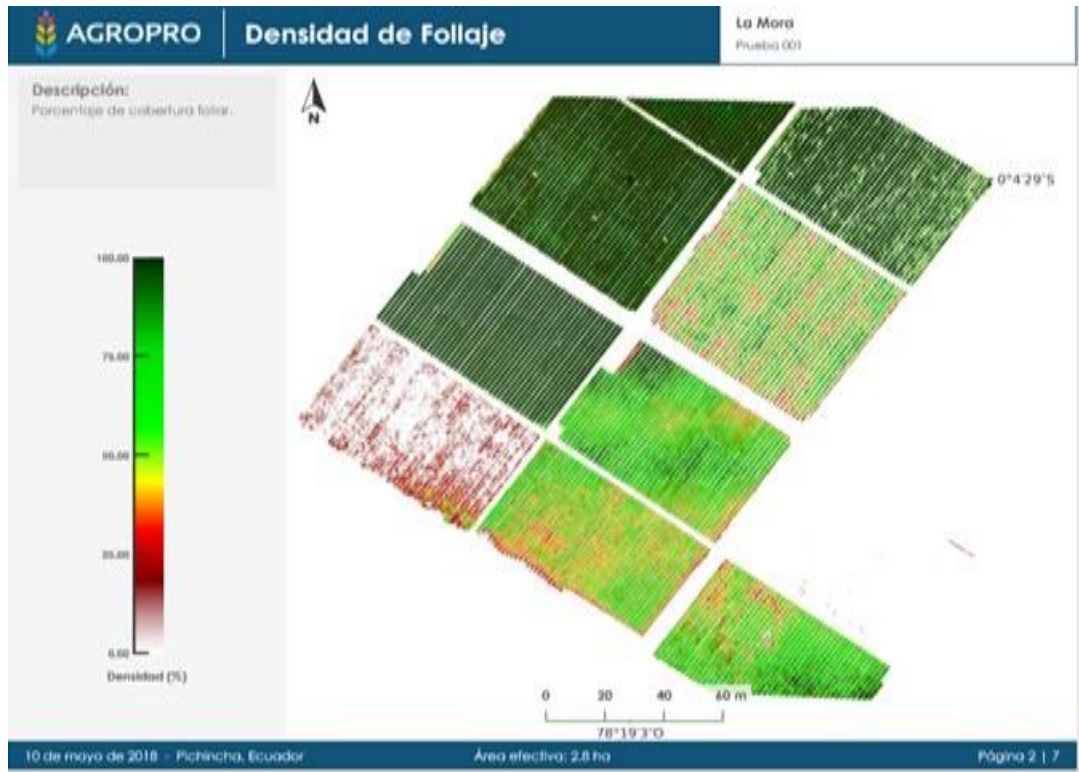


Ilustración 55 Cobertura vegetal en la finca la Mora, Grupo Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador

Por otro lado la altura de crecimiento de las plantas que se encuentran dentro del área cultivada también pueden ser capturadas a través del UAV y posteriormente ser verificadas en el cultivo para tener una mayor certeza de las fotografías aéreas capturadas, las cuales nos ayudaran para verificar si el crecimiento se encuentra en condiciones normales o tenemos variaciones excesivas de tamaño que pueden afectar la calidad y la cantidad para la entrega al cliente, las cuales se pueden tratar a tiempo antes de lleguen al punto de cosecha evitando perdidas en producción por longitud en el tamaño del tallo para alcanzar el grado comercial. (STOJCSICS, DOMOZI, & MOLNÁR, 2018)

Los UAV's tienen la capacidad para analizar, separar y transformar los diferentes datos de rangos desordenados recopilados durante el sobrevuelo del UAV en un tiempo real regulando de esta manera la distancia existente entre el suelo en donde se encuentran sembradas las plantas y la parte superior de las mismas, y se demostró que a pesar que muchas tienen unos folíolos grandes y las lecturas de los sensores son

bastante variantes, los UAV's tienen la capacidad para determinar con un rango de error del 0.5 cm con lo cual se tiene una clara idea del desarrollo que ha tenido las plantas y el ofrecimiento en longitud que se puede realizar a las comercializadoras (Desai D. S., 2018).

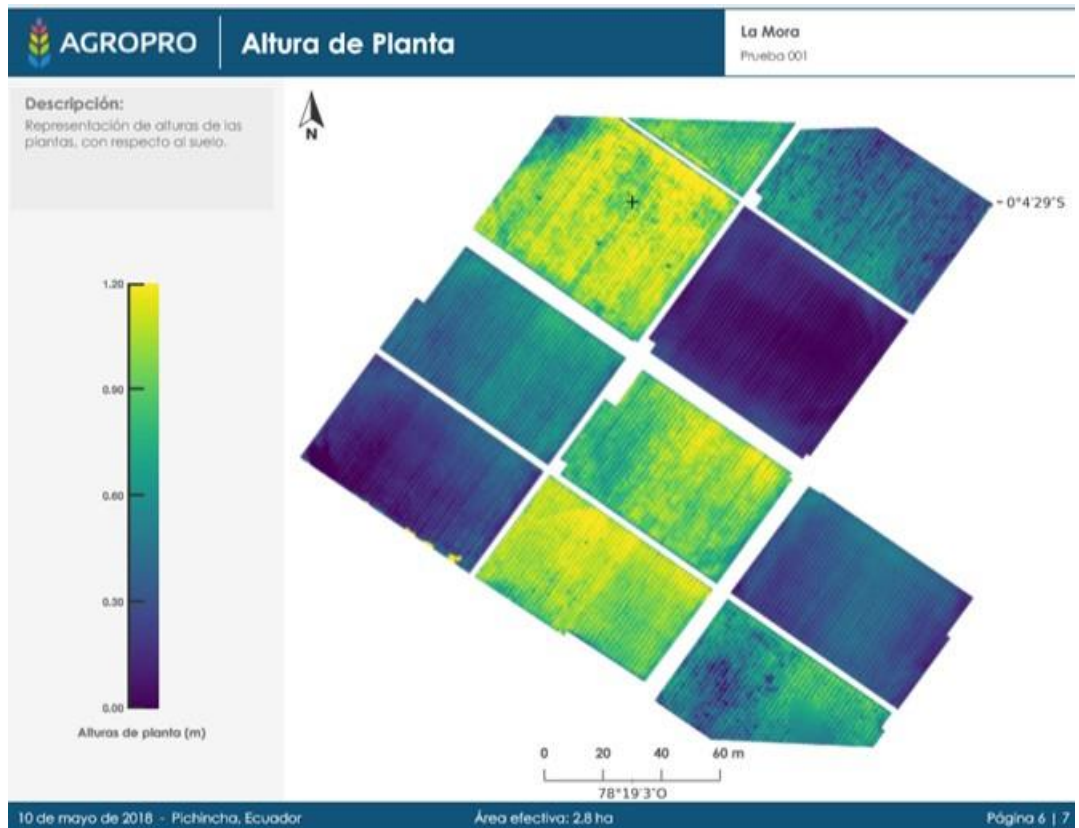


Ilustración 56 Altura de Gypshopila de la finca La Mora, Grupo Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador

La necesidad para conocer con mayor precisión los datos de los cultivos han logrado que se utilicen los UAV's, mismos que gracias a sus equipos incorporados pueden capturar las imágenes del área que se encuentra cultivada las cuales luego de un proceso a través de un software agrícola especializado se puede conocer la cantidad de plantas existentes en un área determinada logrando tener estimados de rendimientos productivos en varios cultivos (ICT Update, 2016).

Por lo cual las plantas existentes en el cultivo, una vez capturadas las imágenes y mediante un arduo desarrollo de algoritmos se consiguió determinar la cantidad

existente de plantas en el cultivo de sunflower a los 3 días de haber sido trasplantadas en el campo con una efectividad del 99.9% lo cual nos da un buen indicativo para poder conocer el porcentaje de prendimiento, el mismo que será el punto de partida para lograr establecer si se efectuó una adecuada siembra o si por el contrario se tuvo problemas en los primeros días para poder solicitar un pedido adicional de plantas y evitar que se tengan vacíos de producción que se encuentran comprometidos para los clientes (Esmeralda Farms, Ecuador, 2018).

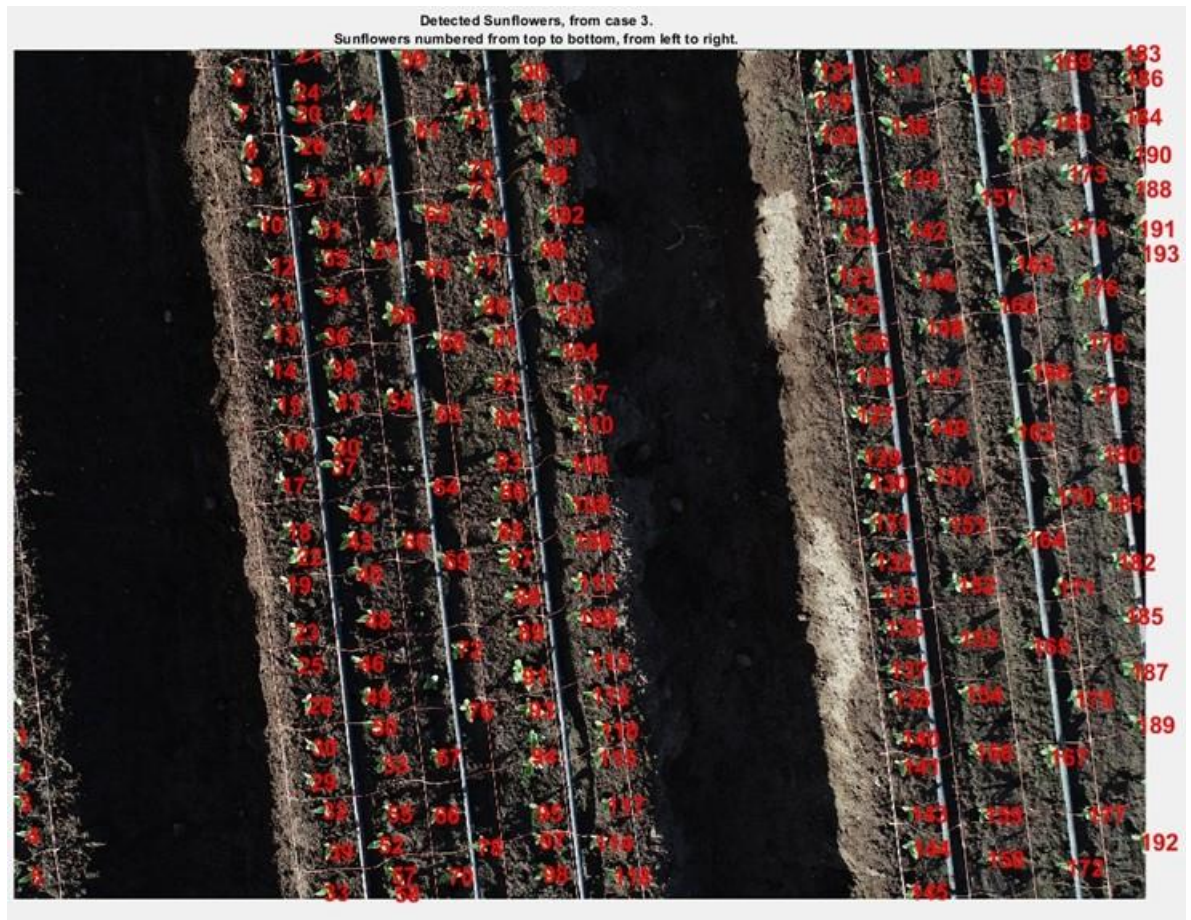


Ilustración 57 conteo de plantas de sunflower a los 3 días posteriores a la siembra, finca Esmeralda Sun, Grupo Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador.

En cambio, en un cultivo ya desarrollado se logra determinar la cantidad de botones florales que se encuentran en condiciones óptimas de madurez fisiológica y que pueden ser ofertados a los diferentes clientes con una anticipación de por lo menos unos quince días en el cultivo de sunflower, lo cual hace que se tenga una

confirmación efectiva de la cantidad de botones que pueden ser ofrecidos y comercializados hacia los diferentes mercados a los que se exporta logrando una seguridad en los ofrecimientos y cumplimientos para reservas de pedidos y aseguramiento de cupos de carga dentro de las aerolíneas. (Esmeralda Farms, Ecuador, 2018)

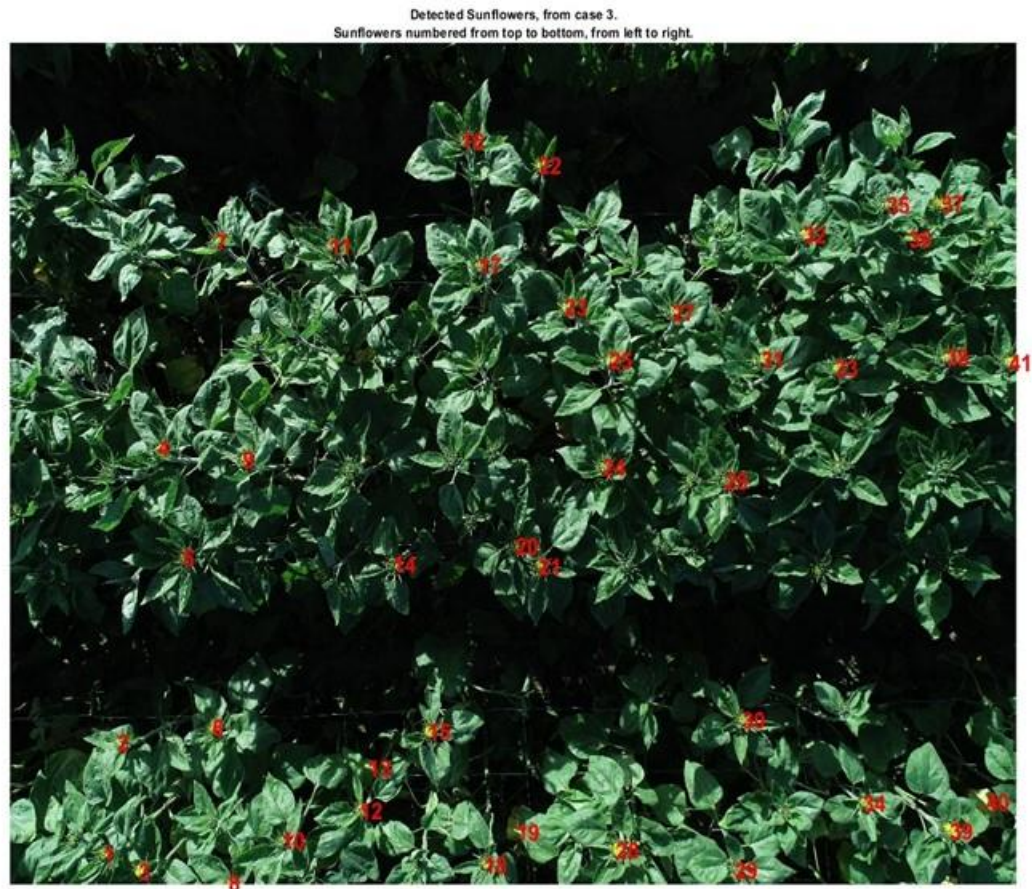


Ilustración 58 Cuento de plantas de sunflower a los 15 días antes de la cosecha, finca Esmeralda Sun, Grupo Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador.

Además, se obtuvo un conteo de las flores las mismas que quedan dispersas en el cultivo y son consideradas como sobrantes de cosecha, información que es indispensable para validar las opciones de erradicar el cultivo en el caso que exista una cantidad mínima de flores, o avisar a las comercializadoras que existen volúmenes de flor considerable con el objetivo de lograr reconfirmaciones de venta

flor que se encuentren dentro de los parámetros de calidad para ser exportados a los diferentes clientes. (Esmeralda Farms, Ecuador, 2018).



Ilustración 59 Conteo de la cantidad de plantas de sunflower sobrantes de la cosecha.

Todos estos datos sirven para evidenciar la cantidad de días que transcurre desde la siembra hasta la recolección de flor, datos con los cuales se conocerá el inicio del corte de flor, los días que dura el corte y el fin del mismo o en otras palabras lo que se conoce como curva de cosecha (Desai S. , 2018). Por otro lado la altura en la que va evolucionando el cultivo y la cantidad de botones florales que se proyecta tener una vez finalizado el ciclo de cultivo nos sirve para conocer los rendimientos de producción por cada variedad; información valiosa mediante la cual se realiza las reservas de cupos en las aerolíneas hacia los diferentes destinos de exportación,

logrando una confirmación real anticipada con un 99% de confiabilidad lo cual repercute en la fidelidad y confianza del cliente (Jibo, Feng, Jin, & Tian, 2018).

### 3. ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN E IMPACTO DE LOS DRONES EN EL GRUPO ESMERALDA.

#### 3.1 VENTAJAS COMPETITIVAS EN LA UTILIZACIÓN DE DRONES

Las regiones con mayor porcentaje de UAV's serán América del Norte con un 45%, Europa con un 20%, Asia Pacifico se estima con un 30% y el resto del mundo un 5%, siendo General Atomics (US), Northrop Grumman (US), Textron (US), Boeing (US), DJI (China), Parrot (France), 3D Robotics (US), and Aeryon Labs (Canadá) los principales fabricantes a nivel mundial; en el Ecuador la empresa Lattitude Aerospace Solutions de los ingenieros Jorge Pantoja y Pedro Meneses son los pioneros en la fabricación de drones de aplicación civil, además de realizar trabajos como publicidad, levantamientos topográficos, agricultura de precisión, mapas catastrales, servicios de respuesta de emergencia entre otros, y ofrecen un costo de fabricación de 8000 dólares americanos en relación a unos 20000 dólares que cuesta conseguir uno de estos equipos con las mismas características en el mercado internacional. (Lideres, 2016).

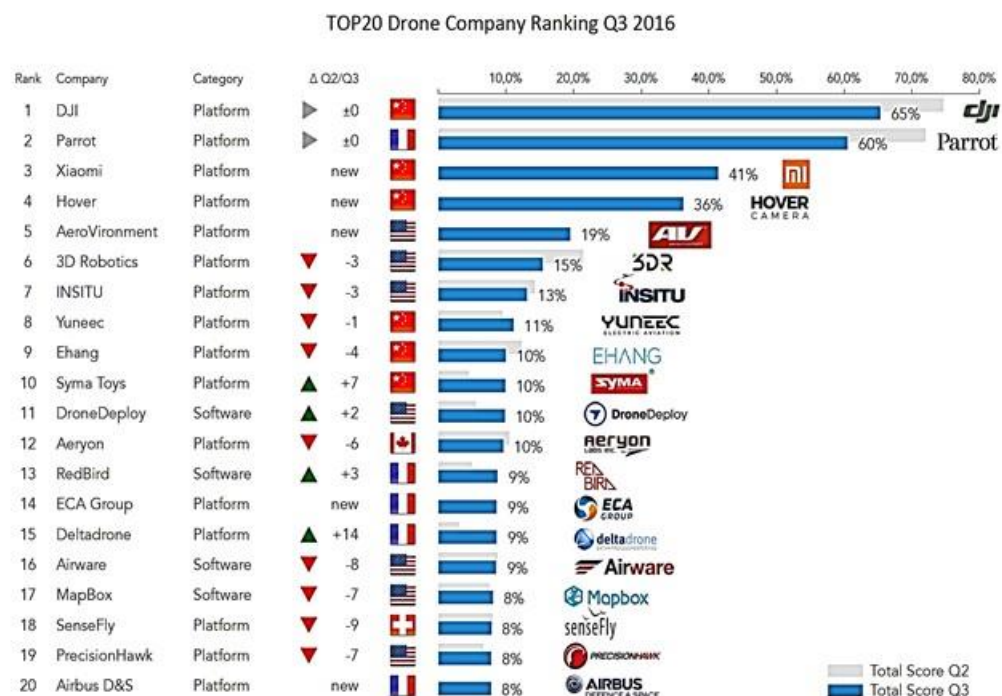


Ilustración 60 Las 20 compañías fabricantes más exitosas de drones

En los últimos tiempos los componentes informáticos y los sensores necesarios para construir el hardware y el software con el que navegan y se comunican los UAV's para recoger y transmitir la información aérea se han economizado haciendo accesible esta tecnología a una mayor cantidad de usuarios, de esta manera se ha logrado que en estos últimos tiempos se realicen misiones en sitios que son de difícil acceso y de elevado peligro a un costo relativamente bajo y actualmente se pueden encontrar UAV's a precios de 1900 dólares con cámara RGB y software especializados para realizar vuelos automatizados, permitiendo unir todas las tomas aéreas en un ortomosaico del área de terreno en estudio.

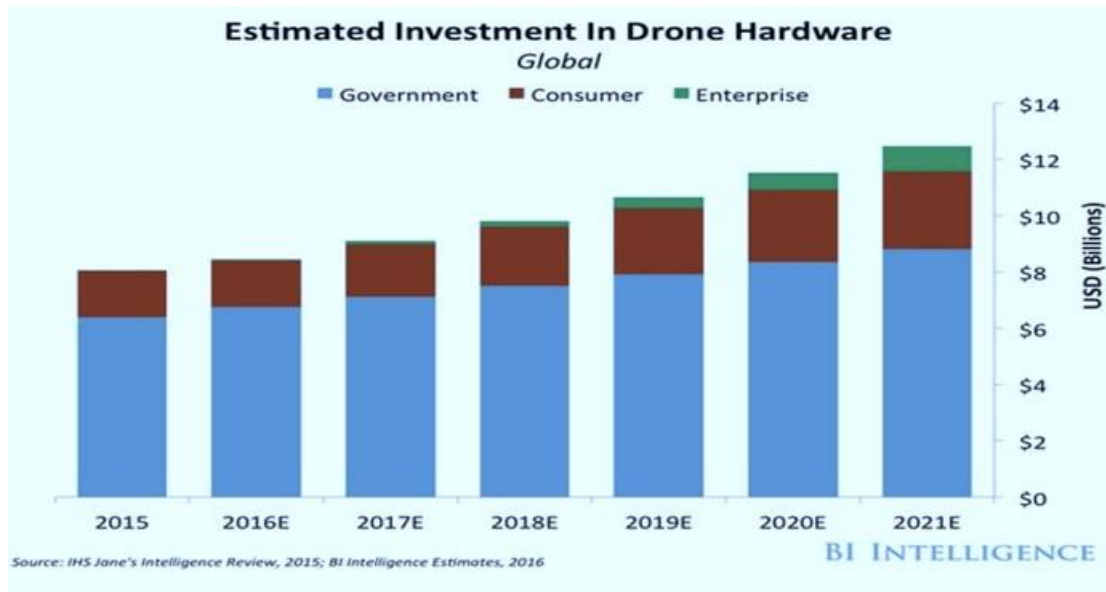


Ilustración 61 Estimaciones presupuestadas de drones para el año 2021 según BI Intelligence.

Al ser el sistema RGB un espacio de color que se forma a partir de los tres colores primarios y, que se utiliza para crear una combinación alrededor de 16.7 millones de colores que pueden ser utilizados para mostrarse en las pantallas o impresiones, se crearon cámaras para colocar en los UAV y bajar los costos de inversión de las personas interesadas en el campo agrícola, es a partir de estas cámaras incorporadas en los UAV que se pueden obtener imágenes que luego son colocadas en un software para realizar análisis de cantidad de plantas, altura en la que se encuentran, entre otras.

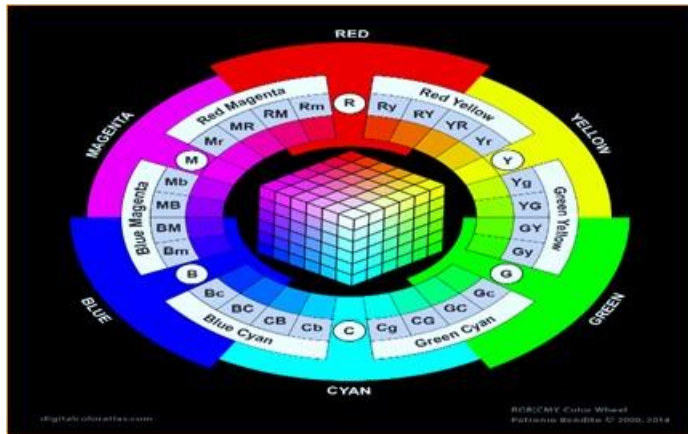


Ilustración 62 RGB Modo de color

Mediante la utilización del UAV dentro del Grupo Esmeralda Farms Ecuador, se logra la observación de los linderos de las fincas, la eficacia de la utilización del suelo y la humedad existente antes, durante y después de la siembra de las diferentes especies de flores, así como puede evidenciar si todos los sistemas de iluminación se encuentran funcionando según la cantidad de focos programada y el tiempo de duración para el cultivo, la cantidad de invernaderos que están siendo arreglados y el avance de los mismos entre otras.

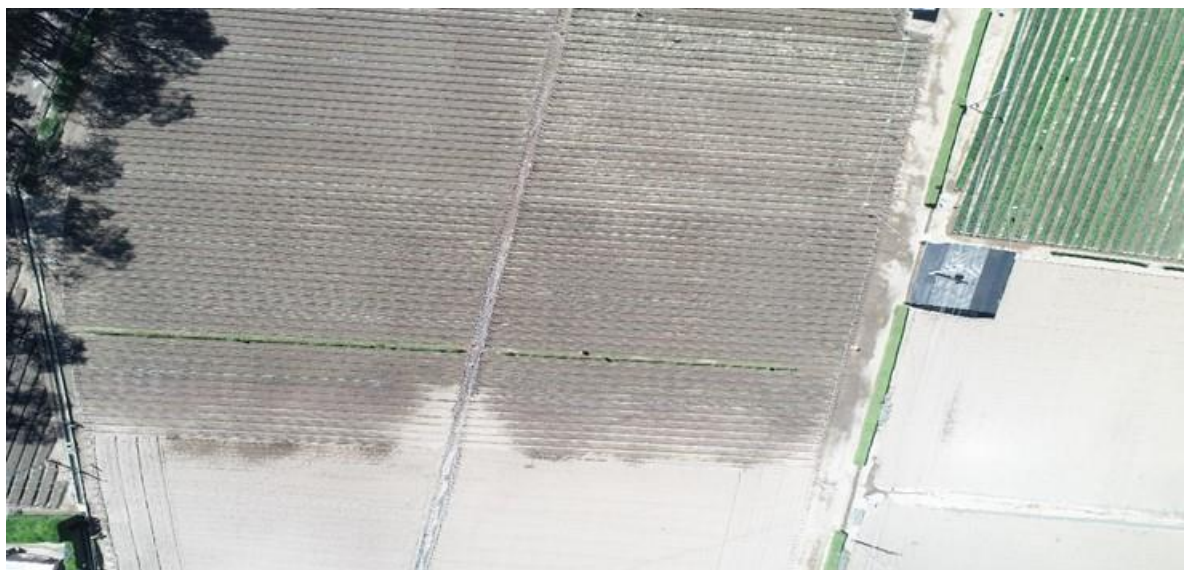


Ilustración 63 Humedad antes de la siembra en la finca La Tolita, Grupo esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador

El empleo de esta tecnología dentro del grupo Esmeralda Farms Ecuador implica tener el conteo de la cantidad de plantas que han sido sembradas, así como la altura de las mismas desde el inicio del cultivo para realizar una proyección confiable de la cosecha que pueda ser ofertada en las comercializadoras con la anticipación debida y en el volumen que se encuentre en las unidades productivas, todo ello depende en buena parte de la calidad de las imágenes que sean obtenidas para que tenga un procesamiento adecuado en el solape de las imágenes para obtener un ortomosaico que evidencie los detalles que necesitamos conocer para tomar una decisión asertiva logrando reducir perdidas en producción. (Bachmann, Herbst, Gebbers, & Hafner, 2013)



Ilustración 64 cultivo de *Gypsophila* con alta mortalidad de plantas, finca La Mora, Grupo Esmeralda Farms, Pichincha, Ecuador

Se puede evidenciar además que en los diferentes sobrevuelos del UAV del grupo Esmeralda Ecuador se han extraído datos valiosos como es el conteo inicial de

plantas luego de haber sido trasplantadas en el cultivo dando el resultado con una exactitud del 99.99% de la totalidad contada, lo cual es el punto de partida para poder establecer una proyección de cosecha adecuada; posteriormente se lograron obtener los primeros datos en cuanto a la altura en la cual se desarrollaron las plantas pudiendo de esta manera evidenciar si se tenían los parámetros de altura comercial de las plantas lo cual servirá para su posterior ofrecimiento comercial y, finalmente se obtuvo la cantidad de botones florales con una anticipación de quince días logrando de esta manera asegurar los ofrecimientos para la comercialización a los diferentes destinos de exportación.

### **3.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS DRONES**

Se estima que a nivel militar se invertirán unos 70 billones de dólares en UAV's para el 2020, los cuales serán decisivos para la resolución de conflictos reemplazando a los pilotos presenciales en los aviones; en cambio los UAV's para el uso comercial y civil se estima que tendrá una tasa de crecimiento anual del 19% entre el 2015 y el 2020 comparada con el 5% de crecimiento en el área militar; sin embargo hasta el momento aún se encuentran en etapa de expansión en donde existen solo una cantidad pequeña de fabricantes que se encuentran en Europa, Asia y Estados Unidos, sin embargo las proyecciones son positivas para este sector que según otros expertos mencionan que para el 2025 se comercializarán unos 12.6 mil millones de drones a nivel mundial entre venta de equipos y servicios. (Galindo, 2018)

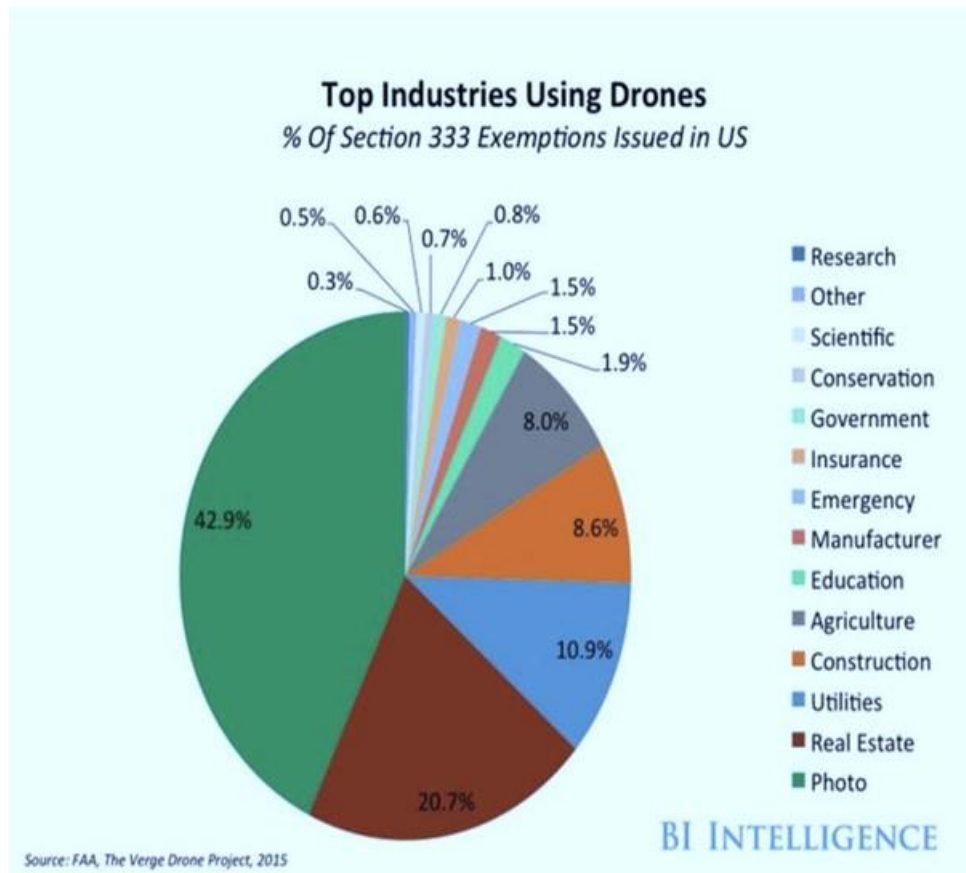


Ilustración 65 Uso de drones por segmentos de usuarios.

En Estados Unidos se proyecta un impacto económico de unos 82 billones de dólares y unas 100000 plazas de trabajo que se incrementarían para el 2025 según la Asociación internacional para Sistemas de Vehículos no Tripulados (AUVSI), además BI Intelligence proyecta que se venderán una cifra récord de 12 billones de drones para el 2021, en la cual la venta de UAV's de uso personal será considerable que será destinado según los compradores para juegos, filmaciones, grabaciones, fotografía, sin embargo, los consumidores planean invertir unos 17 billones de dólares en la compra de UAV's en los próximos años. (Galindo, 2018)

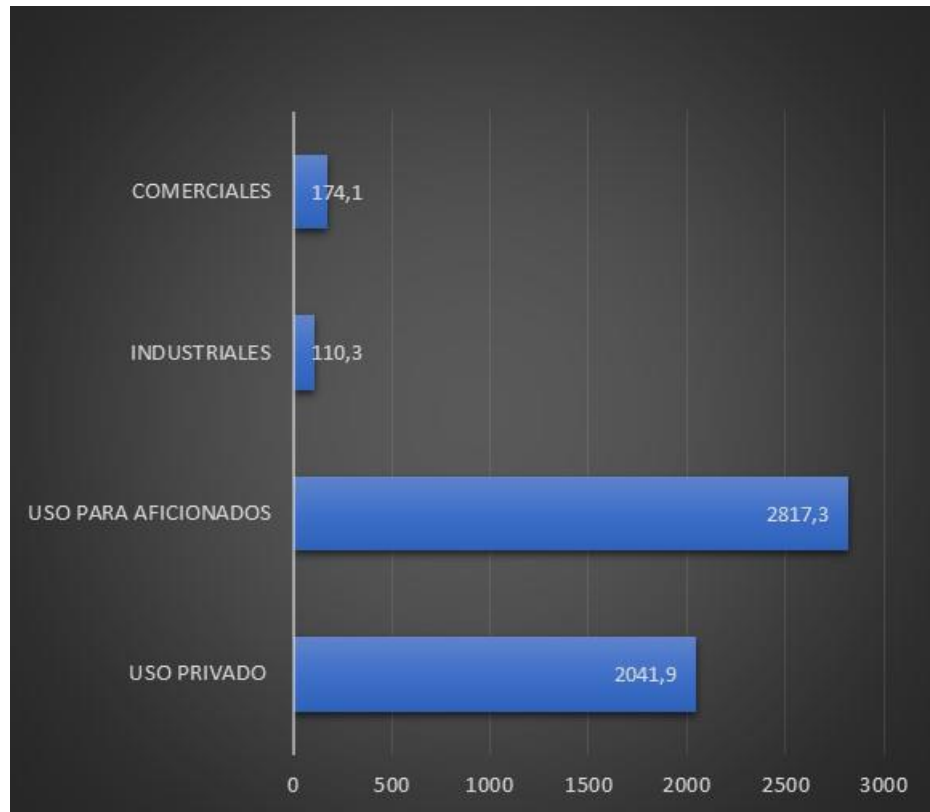


Ilustración 66 Ventas de UAV's según los segmentos en los años 2016-2017

La proyección de UAV's se estima que tendrá una tasa anual compuesta de crecimiento del 14.15% hasta el año 2025 los cuales se enfocan en el mercado comercial y militar los cuales buscan que Europa y América Latina sea el nuevo nicho de mercado para estos nuevos aviones no tripulados, así como las exenciones por la administración federal de aviación para permitir el uso de los UAV's en varias industrias aportaran al crecimiento en los próximos años, y dentro de este segmento los de ala fija son los que están considerados de mayor demanda por su alta resistencia en relación con los otros vehículos aéreos no tripulados. (Dirección General de Aviación Civil, 2015)



Ilustración 67 Proyección de ventas de UAV'S.

Los costos para el uso en agricultura de los UAV con cámara RGB más el software para realizar el ortomosaico de las fotografías y el análisis de los datos tienen costos que inician desde los 1900 dólares hasta valores que superan los 20000 dólares con cámaras térmicas, multiespectrales e hiperespectrales para un análisis completo de todos los parámetros en el cultivo; cabe resaltar que con la ayuda de los UAV se puede reducir ostensiblemente la cantidad de tiempo empleado para recorrer grandes dimensiones de terrenos ya que estos pueden alcanzar a revisar hasta 400 hectáreas en un solo día pudiendo el agricultor tomar decisiones inmediatamente y sin mayor demora de tiempo. (PresicionHawk, 2018).

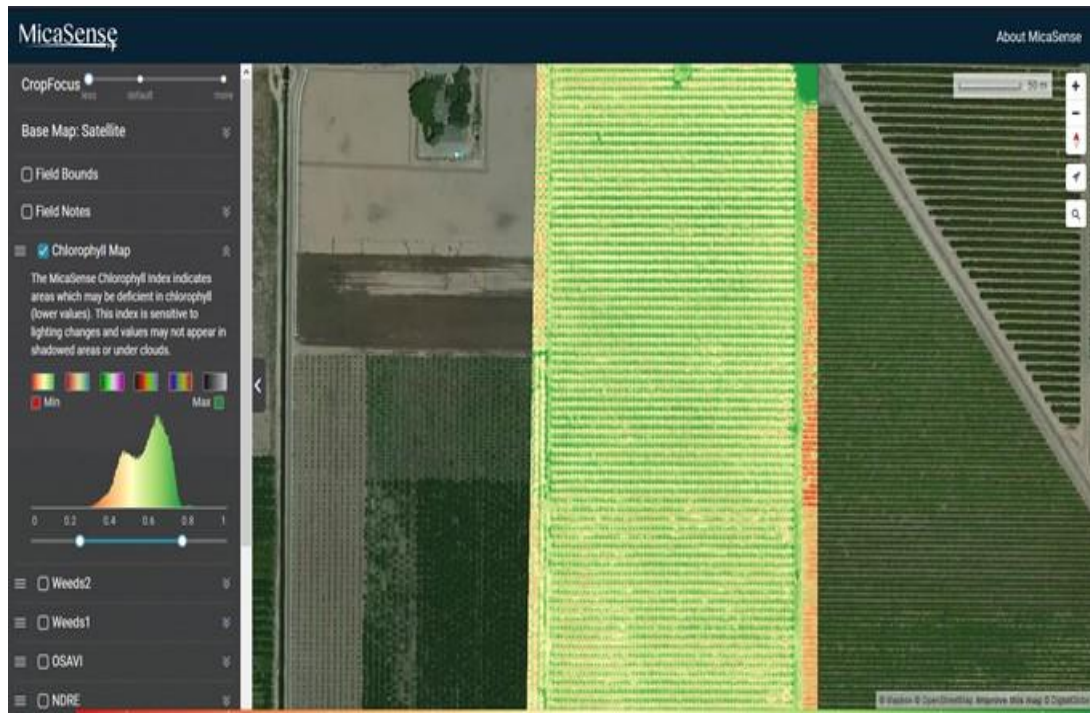


Ilustración 68 Mapa de clorofila procesado de un campo de cultivo capturado con el sensor MicaSense Altum.

En la fase inicial en el Grupo Esmeralda Farms Ecuador ha visto la necesidad de contar con un UAV que pueda sobrevolar al menos un rango de 50 hectáreas con una cámara de excelente definición y un sensor RGB para tener las primeras impresiones del aporte en el sector floricultor que permitan tomar decisiones que precautelen la producción constante minimizando las pérdidas en los diferentes cultivos para dar el paso hacia una migración completa hacia esta tecnología. (DJI, 2018).

El deseo de introducir al Grupo Esmeralda Farms Ecuador en la agricultura 4.0 para lograr la optimización del tiempo, así como la obtención de datos exactos de producción logrando una reducción de esfuerzos físicos en el personal mejorando su ambiente laboral ha hecho que se logre la adquisición de un equipo de muy buenas características como lo es el dron Phantom 4 pro con el sensor RGB incorporado a la cámara y mediante el cual se obtuvo la información de los cultivos. (PresicionHawk, 2018).

PROFORMAS ANALIZADAS PARA LA ADQUISICIÓN DEL UAV PARA EL GRUPO ESMERALDA ECUADOR				
DESCRIPCIÓN 1	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (USD)
Smarter Farming Package	Unidad	1	\$ 8.300,00	\$ 8.300,00
Sensor térmico	Unidad	1	\$ 13.500,00	\$ 13.500,00
Capacitación técnica	Horas	100	\$ 10,00	\$ 1.000,00
<b>TOTAL</b>				\$ 22.800,00
DESCRIPCIÓN 2	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (USD)
DRON DJI MATRICE 100	Unidad	1	\$ 3.299,00	\$ 3.299,00
Sensor visual Zenmuse X5	Unidad	1	\$ 1.799,00	\$ 1.799,00
Sensor térmico	Unidad	1	\$ 13.500,00	\$ 13.500,00
Capacitación técnica	Horas	100	\$ 10,00	\$ 1.000,00
Baterías para matrice 100	Unidad	4	\$ 159,00	\$ 636,00
Sensor multiespectral Red-edge	Unidad	1	4500	\$ 4.500,00
Kit de integracion red edge	Unidad	1	249	\$ 249,00
<b>TOTAL</b>				\$ 24.983,00
DESCRIPCIÓN 3	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (USD)
Dron DJI phantom 4 pro	Unidad	1	\$ 1.600,00	\$ 1.600,00
Suscripción a PresiconFlight	Unidad	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Capacitación técnica	Horas	10	\$ 10,00	\$ 100,00
<b>TOTAL</b>				\$ 1.900,00

Ilustración 69 Descripción de proformas de diferentes UAV's.

El factor determinante para la implementación de esta tecnología está determinado por el elevado costo de adquisición, la cual se estima en unos 22800 dólares americanos, mismos que se constituyen por un dron DJI phantom 4 pro, con una cámara multiespectral, sensor térmico y el software proporcionado por PresionHawk, frente a un costo actual de ejecución de 3816 dólares americanos el mismo que se ha considerado al tener unas 5 personas para que ejecuten la labor de monitoreo de los cultivos durante 4.5 días a la semana, además de realizar los indicadores de incidencia y severidad junto con la digitación de información al sistema de gestión, lo cual representa una ejecución de 1100 horas semanales. (Esmeralda Farms, 2017).

EVALUACIÓN DE PRESUPUESTOS										
Periodo de medición:		<b>Mes</b>						Periodo restante del año en meses		<b>9</b>
Análisis Comparativo (Costos de Operación)	Descripción del Recurso	Cantidad Recurso x periodo	Unidad	Valor Unitario (recurso)	Sub Total	Monto Total (USD)	Explicación, Referencia y Comentarios	Descripción	Monto (USD)	
<b>Costo actual de operación, o costo incurrido por falta del proyecto</b>	Horas	1100	horas	\$ 3,47	\$ 3.815,9	\$ 3.816	Se monitorea 4,5 días a las semana por 8 horas diarias, esta labor la ejecutan 5 personas.	Inversión inicial	\$ 22.800	
					\$ 0,0			Periodo de Recuperación Inversión	11	
					\$ 0,0			Beneficio mensual (Operación anterior - Operación propuesta)	\$ 2.151	
<b>Nuevo costo de operación esperado al implementar el proyecto</b>	Horas	480,0	horas	\$ 3,47	\$ 1.665,1	\$ 1.665	Se procesaría la información únicamente por 2 personas	Beneficio resto de meses del año	\$ 19.357	
					\$ 0,0			Beneficio anual del proyecto, luego de recuperada la inversión	\$ 25.810	
					\$ 0,0					
						<b>\$ 2.151</b>	<b>Diferencia/beneficio x periodo</b>			

Ilustración 70 Presupuesto de la adquisición del UAV para el Grupo Esmeralda Farms.

Con la implementación del UAV se necesitaría únicamente 480 horas para recoger y procesar toda la información necesaria reduciendo los costos de mano de obra directa con lo cual el retorno de la inversión se daría a partir del décimo mes de adquisición de los equipos para un UAV con los sensores multispectrales; este tipo de equipos al tener una cantidad de vuelo alrededor de 30 minutos y cubrir una extensión de hasta 50 hectáreas logra fácilmente abarcar con dos sobrevuelos automáticos el cultivo para capturar las imágenes a ser procesadas. (Bachmann, Herbst, Gebbers, & Hafner, 2013)

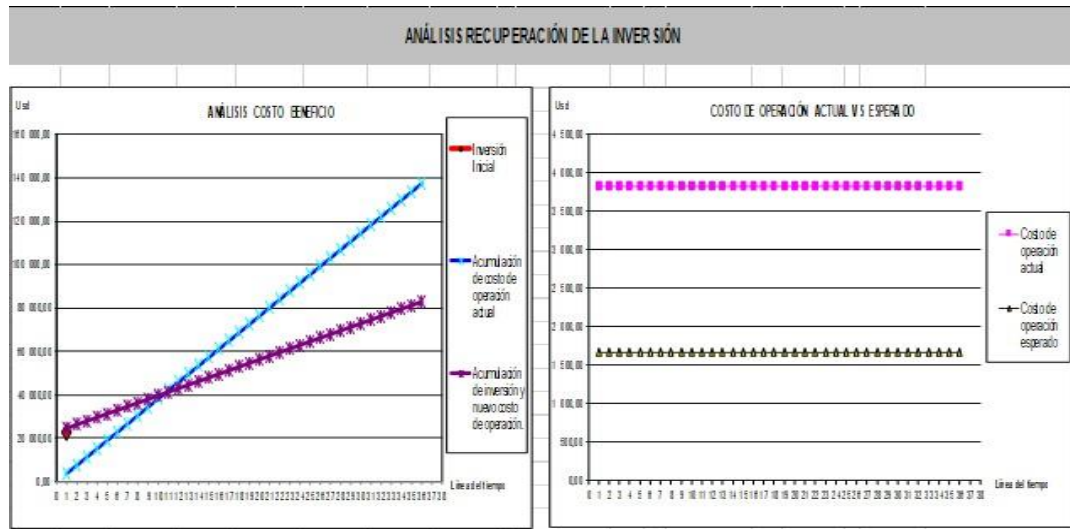


Ilustración 71 Análisis del tiempo de recuperación de la inversión del UAV adquirido con todos los sensores.

Sin embargo como la adquisición fue únicamente del dron DJI Phantom 4 pro con la cámara RGB y el software proporcionado por la empresa PresicionHawk el retorno de la inversión se lo obtiene desde el segundo mes de la adquisición, sin embargo se carece de toda la información necesaria para llegar a determinar los niveles que la visión humana puede hacerla como son niveles de nitrógeno existentes en el cultivo, estrés en las plantas por deficiencia de nutrientes o por varios factores como exceso o deficiencia de agua en el cultivo, entre otros. (PresicionHawk, 2018)

EVALUACIÓN DE PRESUPUESTOS										
Periodo de medición:		Mes						Periodo restante del año en meses		9
Análisis Comparativo (Costos de Operación)	Descripción del Recurso	Cantidad Recurso x periodo	Unidad	Valor Unitario (recurso)	Sub Total	Monto Total (USD)	Explicación, Referencia y Comentarios	Descripción	Monto (USD)	
Costo actual de operación, o costo incurrido por falta del proyecto	Horas	1100	horas	\$ 3,47	\$ 3.815,9	\$ 3.816	Se monitorea 4,5 días a las semana por 8 horas diarias, esta labor la ejecutan 5 personas.	Inversión inicial	\$ 1.900	
					\$ 0,0			Periodo de Recuperación Inversión	1	
					\$ 0,0			Beneficio mensual (Operación anterior - Operación propuesta)	\$ 2.151	
Nuevo costo de operación esperado al implementar el proyecto	Horas	480,0	horas	\$ 3,47	\$ 1.665,1	\$ 1.666	Se procesaría la información únicamente por 2 personas	Beneficio resto de meses del año	\$ 19.357	
					\$ 0,0			Beneficio anual del proyecto, luego de recupera da la inversión	\$ 25.810	
					\$ 0,0					
						<b>\$ 2.151</b>	Diferencia/beneficio x periodo			

Ilustración 72 Costo del UAV de DJI con la cámara RGB y el software de PrecisionHawk adquiridos por el Grupo Esmeralda Farms, Ecuador.

Por lo tanto, el retorno de la inversión se lo realiza en un periodo de tiempo más corto debido a que se incurren en inversiones con una menor cantidad de equipos tecnológicos lo cual, al comparar con la cantidad en mano de obra directa utilizada actualmente repercute en el retorno rápido de la inversión debido a que en apenas dos meses se puedan ver beneficios de realizar un monitoreo mediante UAV. (Esmeralda Farms, 2017)

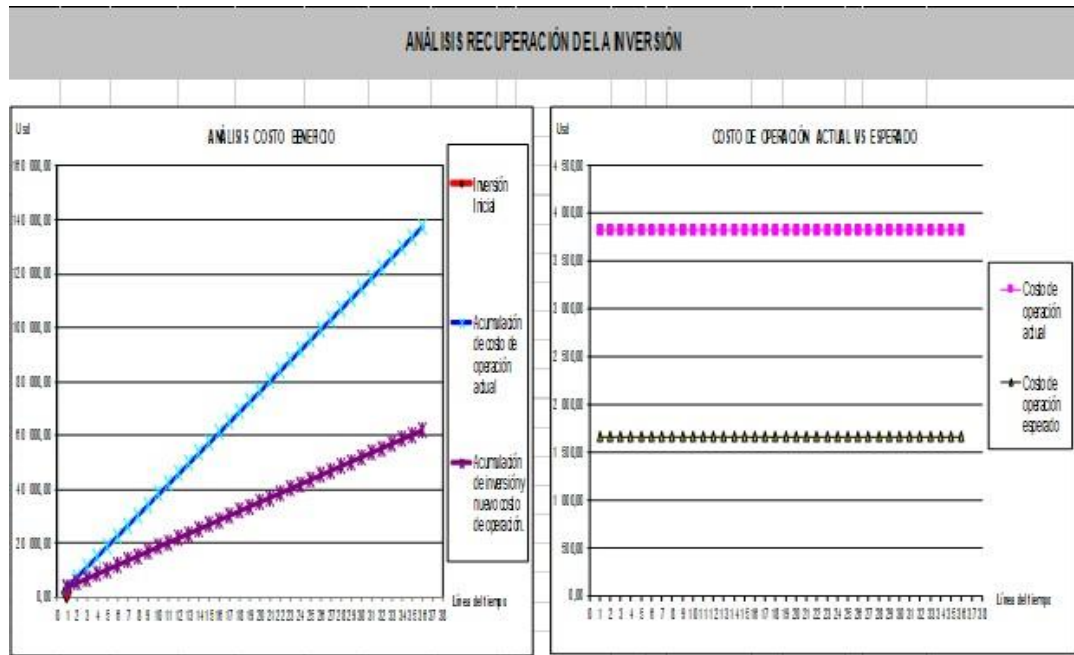


Ilustración 73 Retorno de la inversión con la adquisición del UAV adquirido por el Grupo Esmeralda Farms Ecuador

También debemos tener muy en cuenta que los mantenimientos son muy necesarios y de gran importancia para lograr tener la información adecuada ya que este asegura que tengamos un vuelo en condiciones seguras además de lograr extender la vida útil de la aeronave, mismos que deber ser realizados por sus fabricantes o centros especializados autorizados por los mismos en un lapso de unos seis meses como máximo entre cada revisión, además no menos importante es la revisión diaria del estado de las baterías, cámara y sensores que posea el UAV para realizar una primera prueba en tierra y otra en vuelo para comprobar todos los sistemas. (DJI, 2018)

La revisión de los UAV en tierra debe consistir en una revisión técnica del taller que comprueben la estructura y el chasis, los variadores, motores, hélices, IMU, sistema de posicionamiento óptico, cámara, estabilizador, batería, actualizaciones y configuraciones, así como la calibración de emisora, voltaje y calidad de emisión; mientras que la revisión del equipo en el aire consiste la comprobación del video, telemetría, comunicación con el radiocontrol, los modos de vuelo, el modo de vuelta a casa automática, y el GPS, con lo cual se va asegurar que la información recogida tenga al detalle todos los datos tanto de ubicación como de las plantas del cultivo

necesarios para un toma de decisiones que minimicen las pérdidas de producción. (Francesco Adamo, 2017).

Actualmente en el país no se tienen sitios certificados por los productores de UAV's para la revisión técnica para garantizar que cualquier desperfecto en el funcionamiento sea reparado a tiempo, los fabricantes han desarrollado la posibilidad de realizar una reparación on-line la cual es muy útil en casos en los cuales la avería sea menor y no se requiera reposición de piezas, mientras que si el deterioro es grave, entonces se debe enviar a un laboratorio certificado fuera del país en donde los costos dependiendo del caso pueden superar los 700 dólares fuera de costos de envío en casos como el daño en el gimbal de la cámara; las baterías por su parte tienen un costo de reposición de 275 dólares en el Ecuador, mientras que si se lo adquiere en el exterior como en Estados Unidos el costo es de 169 dólares, lo cual representa un 61% en relación al precio en el Ecuador, que son las partes de mayor consumo dentro de los UAV y que deben ser revisadas periódicamente garantizar un vuelo seguro. (DJI, 2018).

#### **4. RESULTADOS**

Los UAV han sido desarrollados inicialmente para la acción militar, sin embargo con el paso de los años se han desarrollado aplicaciones para el sector civil, lográndose avances importantes dentro del área agrícola, el UAV consta de un fuselaje o cuerpo generalmente fabricado a base de poliestireno, la telemetría la cual esta controlada por radio, y que operan en frecuencias de 2.4 Ghz y 5.8 Ghz el cual sirve de enlace para la comunicación entre el dron permitiendo transmisión de videos e imágenes, un control remoto desde el cual se maneja la cámara, elevadores, y alerones, además se tiene la unidad de GPS y de medición inercial (IMU) la cual mide e informa la velocidad, orientación del UAV gracias a los acelerómetros y giroscopios, la estación de control en tierra, baterías de polímero de litio (LiPo) las cuales tienen diversos números de celdas y capacidades y la cámara con sus sensores que permitirán captar la información del cultivo dentro del espectro electromagnético que va desde la luz visible hasta la infrarrojo cercana. (Berrío M. Viviana A., 2015).

Dentro del sector productivo la parte agrícola siempre es uno de los principales rubros económicos para todas las naciones, sin embargo a medida que pasa el tiempo y con la implementación de nuevas políticas en diversos países se ha visto la necesidad de encontrar herramientas para reducir los costos de producción para acceder en unos casos y mantenerse con las operaciones productivas en sus países de origen, de esta manera surge la necesidad de hacer que busquen nuevas herramientas que faciliten la producción agrícola, la cual ha encontrado en los UAV's un apoyo importante para lograr tener una visión clara de los problemas que aquejan al sector productivo y que muchas veces no puede ser observado a simple vista sino que hace falta herramientas como lo son los sensores RGB, térmicos, multiespectrales o hiperespectrales los que vienen ayudar en la toma de decisiones para evitar pérdidas totales de producción. (Rafal Perz, UAV application for precision agriculture, 2018).

El aporte inicial de los UAV sin ningún tipo de sensores fue la revisión de los linderos de las fincas, estado de los plásticos de los invernaderos, revisión de la cantidad de focos para iluminar las flores de verano y evidenciar si están funcionando de la manera adecuada, así como una revisión panorámica del cultivo para determinar el estado general de las plantas; mientras que si se disponen de los sensores se logran análisis más profundos como el conteo de las plantas que han sido trasplantadas en un área determinada, la revisión de los niveles de nitrógeno o potasio existente en el cultivo, la altura en la que se encuentran las plantas semana tras semana, existencia de desbalances hídricos, y el conteo de botones florales con varias semanas de anticipación para poder separar cupos en las aerolíneas o realizar ofrecimientos y confirmaciones de pedidos de los diferentes clientes. (Samy Kharuf L. H., 2018).

Para minimizar los errores en la información recogida por los UAV se delimitó mediante un software el área en estudio logrando de esta manera realizar un vuelo estable y preciso gracias al GPS que se tiene incorporado todas las imágenes captadas pueden ser ordenadas secuencialmente generando de esta manera un ortomosaico el cual une todas las imágenes del cultivo y genera un solo plano con toda la información, además en el transcurso de los vuelos existen variables no previstas que pueden influir en la obtención de la información veraz haciendo que difieran los resultados reales; en cambio los inconvenientes suscitados en el UAV que la captura de datos a nivel de invernaderos se hace difícil de realizarlo debido a que las estructuras y la cubierta plástica no permiten generar un vuelo automático que conlleva a no poder transmitir la información al software con la precisión deseada dificultando la toma de decisiones al productor; otro punto importante es la duración de la batería que proporciona un tiempo de vuelo de 25-30 minutos con el programa de vuelo automático reduciéndose este tiempo cuando se maniobra manualmente el dron, y en condiciones de lluvia se debe parar todas las operaciones debido a que se obtendrá información que va a variar de la realidad. (Manrique & Perdomo, 2016)

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

Los drones a nivel mundial han alcanzado niveles altos de contribución a la sociedad ya sea en el ámbito militar como en el civil, en este último los avances han sido a un ritmo exponencial en los últimos años, y en el ámbito agrícola se han desarrollado de tal manera que se puede diferenciar los niveles de estrés que están teniendo las plantas a causa de la excesiva temperatura y la humedad deficiente, así como se pueden determinar las cantidades de nitrógeno y potasio presente en el cultivo, e incluso existen sensores que tienen la capacidad para realizar una determinación fenotípica de las plantas.

Mediante la captura de la información a través de fotos de alta calidad y la utilización de software agrícolas especializados se puede establecer desde la siembra en flores de verano la cantidad de plantas existentes en la plantación, para posteriormente ir evidenciando el crecimiento periódico con lo cual se determina si el cultivo se encuentra dentro de los parámetros de exportación o se debe tomar acciones inmediatas para corregir cualquier deficiencia nutricional y pueda ser ofrecida comercialmente, lo cual en el cultivo de sunflower se evidenció que nos proporciona la cantidad de botones flores existentes en el cultivo a ser cosechados con un rango de 15 días antes del corte lo cual nos garantiza un ofrecimiento con un 99% de seguridad a las comercializadoras.

En cuanto al retorno de la inversión de la adquisición de los equipos se puede establecer que a partir del segundo mes se logra generar la reducción del consumo de mano de obra debido a que la ejecución se lo realiza con apenas 480 horas para la toma y procesamiento de datos en relación a las 1100 horas semanales ejecutadas con el sistema actual de la empresa para la labor de monitoreo del cultivo, lo que se traduce en una menor necesidad de personal para ejecutar esta labor.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Es necesario sobrevuelos habituales con los UAV's para generar registros de información periódicos en todos los cultivos con los cuales se logrará determinar patrones de comportamiento en las plantas a través del tiempo buscando minimizar su impacto en la producción, garantizando de esta manera los índices de producción esperados para que puedan ser comercializados.

Se evidencia que con la ejecución del UAV para la captura de información en la labor de monitoreo de flores de verano se puede generar ahorros en un 57% de mano de obra, por lo cual es recomendable avanzar analizando con los sensores multiespectrales y térmicos todas las especies de flores de verano que se cultiva en el Grupo Esmeralda Farms Ecuador.

Continuar la labor de estudio generando los algoritmos pertinentes para todas las especies de flores de verano y de esta manera lograr tener tiempos más prolongados de confirmación de botones florales que permitan asegurar a las comercializadoras con al menos unos 30 días antes del corte, lo cual ayudaría en la confirmación de cupos tanto en las aerolíneas como en los pedidos con los clientes.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Fundación Universidad-Empresa de la Universitat de València. (9 de Julio de 2015). *Aplicaciones y Operacion con Drones/RPAS*. Obtenido de <http://drones.uv.es/origen-y-desarrollo-de-los-drones/>
- 20minutos. (22 de Febrero de 2018). *20minutos*. Obtenido de <https://www.20minutos.es/noticia/3270319/0/ultimas-tendencias-tecnologicas-agricultura-4-0-se-dan-conocer-fima/>
- AbolenGeek. (18 de Junio de 2017). *AbolenGeek*. Obtenido de <http://www.abolengeek.com/taiwan-agricultura-4-0/>
- Adrián González, G. A. (Marzo de 2016). *Drones Aplicados a la Agricultura de Precisión*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/315988656\\_Drones\\_Aplicados\\_a\\_la\\_Agricultura\\_de\\_Precision](https://www.researchgate.net/publication/315988656_Drones_Aplicados_a_la_Agricultura_de_Precision)
- Aguilar, T. A. (Marzo de 2017). *Los Sistemas Embebidos en la Industria 4.0*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/315497294\\_Los\\_Sistemas\\_Embebidos\\_en\\_la\\_Industria\\_40](https://www.researchgate.net/publication/315497294_Los_Sistemas_Embebidos_en_la_Industria_40)
- Alvear, O., Calafate, C. T., Zema, N. R., Natalizio, E., Orallo, E. H., CarlosCano, J., & PietroManzoni. (Mayo de 2018). *A Discretized Approach to Air Pollution Monitoring Using UAV-based Sensing*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/325404384\\_A\\_Discretized\\_Approach\\_to\\_Air\\_Pollution\\_Monitoring\\_Using\\_UAV-based\\_Sensing](https://www.researchgate.net/publication/325404384_A_Discretized_Approach_to_Air_Pollution_Monitoring_Using_UAV-based_Sensing)
- Bachmann, F., Herbst, R., Gebbers, R., & Hafner, V. V. (Septiembre de 2013). *Micro UAV Based Georeferenced Orthophoto Generation in VIS + NIR for Precision Agriculture*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/257474941\\_Micro\\_UAV\\_Based\\_Georeferenced\\_Orthophoto\\_Generation\\_in\\_VIS\\_NIR\\_for\\_Precision\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/257474941_Micro_UAV_Based_Georeferenced_Orthophoto_Generation_in_VIS_NIR_for_Precision_Agriculture)
- BBVA. (14 de Julio de 2018). *BBVA*. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/dilemas-eticos-sociedad-drones/>
- Ben Grayson, N. P. (Noviembre de 2018). *GPS precise point positioning for UAV photogrammetry*. Obtenido de

- [https://www.researchgate.net/publication/328762347\\_GPS\\_precise\\_point\\_positioning\\_for\\_UAV\\_photogrammetry](https://www.researchgate.net/publication/328762347_GPS_precise_point_positioning_for_UAV_photogrammetry)
- Berrío M. Viviana A., M. T. (2015). *Uso de drones para el analisis de imágenes multiespectrales en agricultura de precisión*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/319853440\\_USO\\_DE\\_DRONES\\_PARA\\_EL\\_ANALISIS\\_DE\\_IMAGENES\\_MULTIESPECTRALES\\_EN\\_AGRICULTURA\\_DE\\_PRECISION](https://www.researchgate.net/publication/319853440_USO_DE_DRONES_PARA_EL_ANALISIS_DE_IMAGENES_MULTIESPECTRALES_EN_AGRICULTURA_DE_PRECISION)
- Blogthinkbig.com. (14 de Enero de 2014). *Blogthinkbig.com*. Obtenido de <https://blogthinkbig.com/drones-de-los-campos-de-batalla-los-de-cultivo>
- Bolaños, A. G., & Tapia, D. A. (01 de Marzo de 2019). *La Granja: Revista de ciencias de la vida*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/331437399\\_La\\_productividad\\_agricola\\_mas\\_alla\\_del\\_rendimiento\\_por\\_hectarea\\_analisis\\_de\\_los\\_cultivos\\_de\\_arroz\\_y\\_maiz\\_duro\\_en\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/331437399_La_productividad_agricola_mas_alla_del_rendimiento_por_hectarea_analisis_de_los_cultivos_de_arroz_y_maiz_duro_en_Ecuador)
- Byung-Jun Kang, H.-C. C. (Enero de 2016). *System of Agricultural Land Monitoring Using UAV*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/315674800\\_System\\_of\\_Agricultural\\_Land\\_Monitoring\\_Using\\_UAV](https://www.researchgate.net/publication/315674800_System_of_Agricultural_Land_Monitoring_Using_UAV)
- CastánIndia, J. A., Cabrera, A., Comendador, V. F., & Valdés, R. M. (Junio de 2018). *Evaluación del riesgo de conflicto entre RPAS y aeronaves convencionales*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326009501\\_Evaluacion\\_del\\_riesgo\\_de\\_conflicto\\_entre\\_RPAS\\_y\\_aeronaves\\_convencionales](https://www.researchgate.net/publication/326009501_Evaluacion_del_riesgo_de_conflicto_entre_RPAS_y_aeronaves_convencionales)
- CFN. (31 de Octubre de 2017). *Presentación de PowerPoint - FS-Cultivo-de-Flores-octubre-2017.pdf*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/FS-Cultivo-de-Flores-octubre-2017.pdf>
- Chikatsu, H. Y. (Junio de 2016). *PERFORMANCE EVALUATION OF 3D MODELING SOFTWARE FOR UAV PHOTOGRAMMETRY*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/304002560\\_PERFORMANCE\\_EVALUATION\\_OF\\_3D\\_MODELING\\_SOFTWARE\\_FOR\\_UAV\\_PHOTOGRAMMETRY](https://www.researchgate.net/publication/304002560_PERFORMANCE_EVALUATION_OF_3D_MODELING_SOFTWARE_FOR_UAV_PHOTOGRAMMETRY)
- Criado, A. (Febrero de 2015). *Unmanned aerial vehicle*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/302825173\\_Unmanned\\_aerial\\_vehicle](https://www.researchgate.net/publication/302825173_Unmanned_aerial_vehicle)

- Croplife Latin America. (2015). *Croplife Latin America*. Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/actualidad/articulos/129-la-agricultura-de-precision-y-los-drones-mejoran-la-aplicacion-de-los-productos-fitosanitarios>
- Croplife Latin America. (s.f.). *Croplife Latin America*. Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/actualidad/articulos/129-la-agricultura-de-precision-y-los-drones-mejoran-la-aplicacion-de-los-productos-fitosanitarios>
- D'Alessandro, A., Bucalo, F., Coltelli, M., & Martorana, R. (Septiembre de 2015). *Drones: New Technologies for Geophysics?* Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/281745260\\_Drones\\_New\\_Technologies\\_for\\_Geophysics](https://www.researchgate.net/publication/281745260_Drones_New_Technologies_for_Geophysics)
- David Davies, R. B. (Enero de 2018). *Ultrasonic sensor for UAV flight navigation*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/323949905\\_Ultrasonic\\_sensor\\_for\\_UAV\\_flight\\_navigation](https://www.researchgate.net/publication/323949905_Ultrasonic_sensor_for_UAV_flight_navigation)
- Dekoulis, G. (Junio de 2018). *Introductory Chapter: Drones*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326050429\\_Introductory\\_Chapter\\_Drones](https://www.researchgate.net/publication/326050429_Introductory_Chapter_Drones)
- Desai, D. S. (Mayo de 2018). *Applications of Unmanned Ariel Vehicles (UAV) in Agriculture : A Study*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/325474840\\_Applications\\_of\\_Unmanned\\_Ariel\\_Vehicles\\_UAV\\_in\\_Agriculture\\_A\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/325474840_Applications_of_Unmanned_Ariel_Vehicles_UAV_in_Agriculture_A_Study)
- Desai, S. (Mayo de 2018). *Applications of Unmanned Ariel Vehicles (UAV) in Agriculture : A Study*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/325474840\\_Applications\\_of\\_Unmanned\\_Ariel\\_Vehicles\\_UAV\\_in\\_Agriculture\\_A\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/325474840_Applications_of_Unmanned_Ariel_Vehicles_UAV_in_Agriculture_A_Study)
- Diego Pacheco Prado, L. A. (Septiembre de 2017). *Inventario de parques y jardines de la ciudad de Cuenca con UAV y smartphones*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/320911797\\_Inventario\\_de\\_parques\\_y\\_jardines\\_de\\_la\\_ciudad\\_de\\_Cuenca\\_con\\_UAV\\_y\\_smartphones](https://www.researchgate.net/publication/320911797_Inventario_de_parques_y_jardines_de_la_ciudad_de_Cuenca_con_UAV_y_smartphones)
- Dirección General de Aviación Civil. (17 de Septiembre de 2015). *Resol.-251-2015-Normas-Operacion-Drones.pdf*. Obtenido de <http://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/Resol.-251-2015-Normas-Operacion-Drones.pdf>
- DJI. (2018). *AGRAS MG-1 DJI's First Agriculture Dron-DJI*. Obtenido de <https://www.dji.com/mg-1>

- Dominguez Vilches, E. (Octubre de 2018). *Historia de las aeronaves tripuladas por control remoto*. En M.J. Guerrero Lebron. *La regulación civil y militar de las aeronaves civiles pilotadas por control remoto*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/328138447\\_Historia\\_de\\_las\\_aeronaves\\_tripuladas\\_por\\_control\\_remoto\\_En\\_MJ\\_Guerrero\\_Lebron\\_La\\_regulacion\\_civil\\_y\\_militar\\_de\\_las\\_aeronaves\\_civiles\\_pilotadas\\_por\\_control\\_remoto\\_19-38\\_Ed\\_Marcial\\_Pons\\_Madrid\\_ISBN\\_978-](https://www.researchgate.net/publication/328138447_Historia_de_las_aeronaves_tripuladas_por_control_remoto_En_MJ_Guerrero_Lebron_La_regulacion_civil_y_militar_de_las_aeronaves_civiles_pilotadas_por_control_remoto_19-38_Ed_Marcial_Pons_Madrid_ISBN_978-)
- Dunford Geography Department, U. o., & University of Lyon, U. 5.-L. (2008). *Potential and constraints of Unmanned Aerial Vehicle technology for the characterization of Mediterranean riparian forest*. Beijin.
- Duque, N. (Abril de 2017). *Universidad de Carabobo*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Aaron\\_Munoz/publication/317415630\\_DEVELOPMENT\\_AND\\_CHARACTERIZATION\\_OF\\_HEALTHY\\_PLANT\\_TISSUE\\_SIMULATORS\\_AND\\_WITH\\_WATER\\_STRESS\\_FOR\\_THE\\_CALIBRATION\\_OF\\_A\\_MULTISPECTRAL\\_CAMERA/links/5939ae34aca272bcd1d1afeb/DEVELOPMENT-AND-C](https://www.researchgate.net/profile/Aaron_Munoz/publication/317415630_DEVELOPMENT_AND_CHARACTERIZATION_OF_HEALTHY_PLANT_TISSUE_SIMULATORS_AND_WITH_WATER_STRESS_FOR_THE_CALIBRATION_OF_A_MULTISPECTRAL_CAMERA/links/5939ae34aca272bcd1d1afeb/DEVELOPMENT-AND-C)
- EcuadorUniversitario.com. (19 de Octubre de 2016). *EcuadorUniversitario.com*. Obtenido de <http://ecuadoruniversitario.com/noticias-universitarias/realizan-capacitacion-sobre-el-uso-de-drones-en-la-agricultura/>
- El Comercio. (6 de Diciembre de 2014). *Elcomercio.com*.
- El Comercio. (6 de Diciembre de 2016). *elcomercio.com*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/tecnologia-drones-plantaciones-agricultura-ecuador.html>
- El Financiero. (05 de Julio de 2017). *El Financiero*. Obtenido de <http://www.elfinanciero.com.mx/tech/uso-de-drones-en-agricultura-incrementa-hasta-12-la-produccion.html>
- El productor. (10 de Noviembre de 2014). *El productor*. Obtenido de <https://elproductor.com/noticias/ecuador-la-tecnologia-vuela-alto-en-la-agricultura/>
- El Productor. (5 de Marzo de 2018). *elproductor.com*. Obtenido de <https://elproductor.com/noticias/ecuador-la-tecnologia-vuela-alto-en-la-agricultura/>
- Eldron. (27 de 05 de 2016). *Eldron*. Obtenido de <http://eldrone.es/que-es-un-drone/>

- Elika. (s.f.). *berezi@35 drones y su uso en la agricultura - Elika*. Obtenido de <http://www.elika.eus/datos/articulos/Archivo1388/Berezi%2035%20drones%20y%20sus%20usos%20en%20agricultura.pdf>
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2016). *Drones en la Agricultura*. Riobamba: ESPOCH.
- Esmeralda. (15 de Marzo de 2018). Código de Ética Empresarial. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Esmeralda Farms. (Marzo de 2011). *Esmeralda Libro de Bienvenida*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Esmeralda Farms. (Enero de 2017). Esmeralda Farms. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Esmeralda Farms, Ecuador. (2018). *Drones, conteo de plantas*. Ascázubi.
- Eun Ju Lee, S. Y. (2016). Early sinkhole detection using a drone-based thermal camera and image. *Infrared Physics & Technology*, 223-232.
- FAO. (09 de Enero de 2007). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/x4400s/x4400s12.htm>
- Francesco Adamo, G. A. (Junio de 2017). *Development and characterization of a measurement instrumentation system for UAV components testing*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/318890309\\_Development\\_and\\_characterization\\_of\\_a\\_measurement\\_instrumentation\\_system\\_for\\_UAV\\_components\\_testing](https://www.researchgate.net/publication/318890309_Development_and_characterization_of_a_measurement_instrumentation_system_for_UAV_components_testing)
- Galindo, L. E. (2018). Uso de drones: retos y oportunidades. *INCyTU Oficina de información científica y tecnológica para el congreso de la unión*, 1-3.
- Giovanny Javier Tipantuña Topanta, F. A.-L.-Y. (Junio de 2018). *Intelligent Flight in Indoor Drones*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326016784\\_Intelligent\\_Flight\\_in\\_Indoor\\_Drones](https://www.researchgate.net/publication/326016784_Intelligent_Flight_in_Indoor_Drones)
- Gonzalez, P. J. (5 de Junio de 2018). *ASSESSING THE ECOLOGICAL IMPACT OF REFORESTATION ON FARMLAND IN NICARAGUA USING THE SATELLITE-DERIVED NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) | Request PDF*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326262388\\_ASSESSING\\_THE\\_ECOLOGICAL\\_IMPACT\\_OF\\_REFORESTATION\\_ON\\_FARMLAND\\_IN\\_NICARAGUA\\_USING\\_THE\\_SATELLITE-DERIVED\\_NORMALIZED\\_DIFFERENCE\\_VEGETATION\\_INDEX\\_NDVI](https://www.researchgate.net/publication/326262388_ASSESSING_THE_ECOLOGICAL_IMPACT_OF_REFORESTATION_ON_FARMLAND_IN_NICARAGUA_USING_THE_SATELLITE-DERIVED_NORMALIZED_DIFFERENCE_VEGETATION_INDEX_NDVI)
- Gonzalo Pajares, J. J. (2008). GENERACIÓN DE TRAYECTORIAS Y TOMA DE DECISIONES PARA UAVs. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 83-92.
- Gowda, M. (Octubre de 2016). *Bringing differential GPS to drones*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/316896028\\_Bringing\\_differential\\_GPS\\_to\\_drones](https://www.researchgate.net/publication/316896028_Bringing_differential_GPS_to_drones)

- Greenpeace. (2018). *Greenpeace*. Obtenido de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/>
- H I Sibaruddin, H. S. (Julio de 2018). *As the rapid development is being focused in the urban area, there is a need for the utilisation of a rapid system for updating this profile immediately. One of the current technologies being applied in recent years is the use of unmanned aerial vehicle* (. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326728414\\_Comparison\\_of\\_pixel-based\\_and\\_object-based\\_image\\_classification\\_techniques\\_in\\_extracting\\_information\\_from\\_UAV\\_imagery\\_data](https://www.researchgate.net/publication/326728414_Comparison_of_pixel-based_and_object-based_image_classification_techniques_in_extracting_information_from_UAV_imagery_data)
- He, X. (Agosto de 2018). *Rapid development of unmanned aerial vehicles (UAV) for plant protection and application technology in China*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/327528807\\_Rapid\\_development\\_of\\_unmanned\\_aerial\\_vehicles\\_UAV\\_for\\_plant\\_protection\\_and\\_application\\_technology\\_in\\_China](https://www.researchgate.net/publication/327528807_Rapid_development_of_unmanned_aerial_vehicles_UAV_for_plant_protection_and_application_technology_in_China)
- Hemav Technology SL. (2017). *Hemav.com*. Obtenido de <https://hemav.com/el-origen-y-la-historia-de-los-drones/>
- Ibrahim Wahab, O. H. (Agosto de 2018). *Remote Sensing of Yields: Application of UAV Imagery-Derived NDVI for Estimating Maize Vigor and Yields in Complex Farming Systems in Sub-Saharan Africa*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/327066942\\_Remote\\_Sensing\\_of\\_Yields\\_Application\\_of\\_UAV\\_Imagery-Derived\\_NDVI\\_for\\_Estimating\\_Maize\\_Vigor\\_and\\_Yields\\_in\\_Complex\\_Farming\\_Systems\\_in\\_Sub-Saharan\\_Africa](https://www.researchgate.net/publication/327066942_Remote_Sensing_of_Yields_Application_of_UAV_Imagery-Derived_NDVI_for_Estimating_Maize_Vigor_and_Yields_in_Complex_Farming_Systems_in_Sub-Saharan_Africa)
- ICT Update. (Abril de 2016). *ICT Update*. Obtenido de [http://ictupdate.cta.int/wp-content/uploads/sites/5/2016/11/ICT\\_82\\_SPA\\_LR.pdf](http://ictupdate.cta.int/wp-content/uploads/sites/5/2016/11/ICT_82_SPA_LR.pdf)
- Innovagri. (11 de Octubre de 2016). *Innovagri*. Obtenido de <http://www.innovagri.es/investigacion-desarrollo-inovacion/uso-de-drones-para-una-agricultura-de-detalle.html>
- J. Alex Thomasson, X. W. (Mayo de 2018). *Disease detection and mitigation in a cotton crop with UAV remote sensing*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/325163376\\_Disease\\_detection\\_and\\_mitigation\\_in\\_a\\_cotton\\_crop\\_with\\_UAV\\_remote\\_sensing](https://www.researchgate.net/publication/325163376_Disease_detection_and_mitigation_in_a_cotton_crop_with_UAV_remote_sensing)

- Jagnnath Prasad Sinha, R. G. (Enero de 2018). *Drone or Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Agricultural Production System*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/322592122\\_Drone\\_or\\_Unmanned\\_Aerial\\_Vehicle\\_UAVfor\\_Agricultural\\_Production\\_System?\\_iepl%5BgeneralViewId%5D=XUGm41ZBfGncmT8Cud91SB2EXGw95hdBZYu2&\\_iepl%5Bcontexts%5D%5B0%5D=searchReact&\\_iepl%5BviewId%5D=DpXEw071BKqVue](https://www.researchgate.net/publication/322592122_Drone_or_Unmanned_Aerial_Vehicle_UAVfor_Agricultural_Production_System?_iepl%5BgeneralViewId%5D=XUGm41ZBfGncmT8Cud91SB2EXGw95hdBZYu2&_iepl%5Bcontexts%5D%5B0%5D=searchReact&_iepl%5BviewId%5D=DpXEw071BKqVue)
- Jagnnath Prasad Sinha, R. G. (Enero de 2019). *Drone or Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Agricultural Production System*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/322592122\\_Drone\\_or\\_Unmanned\\_Aerial\\_Vehicle\\_UAVfor\\_Agricultural\\_Production\\_System](https://www.researchgate.net/publication/322592122_Drone_or_Unmanned_Aerial_Vehicle_UAVfor_Agricultural_Production_System)
- Jan, C.-J. H.-S. (Enero de 2014). *Availability analysis of RTK for UAV shipboard landing*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/283632779\\_Availability\\_analysis\\_of\\_RTK\\_for\\_UAV\\_shipboard\\_landing](https://www.researchgate.net/publication/283632779_Availability_analysis_of_RTK_for_UAV_shipboard_landing)
- Jesús Orlando Escalante Torrado, J. J. (8 de Febrero de 2016). *Tecnura*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.4.a09>
- Jia, Y., Su, Z., Shen, W., & Xu, Z. (Julio de 2016). *UAV Technology and Its Application in Agriculture*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/305796593\\_UAV\\_Technology\\_and\\_Its\\_Application\\_in\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/305796593_UAV_Technology_and_Its_Application_in_Agriculture)
- Jibo, Y., Feng, H., Jin, X., & Tian, Q. (Julio de 2018). *A Comparison of Crop Parameters Estimation Using Images from UAV-Mounted Snapshot Hyperspectral Sensor and High-Definition Digital Camera*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326467101\\_A\\_Comparison\\_of\\_Crop\\_Parameters\\_Estimation\\_Using\\_Images\\_from\\_UAV-Mounted\\_Snapshot\\_Hyperspectral\\_Sensor\\_and\\_High-Definition\\_Digital\\_Camera](https://www.researchgate.net/publication/326467101_A_Comparison_of_Crop_Parameters_Estimation_Using_Images_from_UAV-Mounted_Snapshot_Hyperspectral_Sensor_and_High-Definition_Digital_Camera)
- Jinyong Kim, S. K. (Diciembre de 2018). *CBDN: Cloud-Based Drone Navigation for Efficient Battery Charging in Drone Networks*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/329598287\\_CBDN\\_Cloud-Based\\_Drone\\_Navigation\\_for\\_Efficient\\_Battery\\_Charging\\_in\\_Drone\\_Networks](https://www.researchgate.net/publication/329598287_CBDN_Cloud-Based_Drone_Navigation_for_Efficient_Battery_Charging_in_Drone_Networks)
- Juan Jesús Roldán, G. J. (2 de Febrero de 2015). *Mini-UAV Based Sensory System for Measuring Environmental Variables in Greenhouses - sensors-15-03334.pdf*. Obtenido de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/129465/1/sensors-15-03334.pdf>

- Koc, C. (Enero de 2017). *Design and Development of a Low-cost UAV for Pesticide Applications*.  
Obtenido de  
[https://www.researchgate.net/publication/316445879\\_Design\\_and\\_Development\\_of\\_a\\_Low-cost\\_UAV\\_for\\_Pesticide\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/316445879_Design_and_Development_of_a_Low-cost_UAV_for_Pesticide_Applications)
- L. L. Golubyatnikov, .. A. (4 de Octubre de 2005). *Interrelation between the vegetation index and the climatic parameters and structural characteristics of vegetation cover | Request PDF*.  
Obtenido de  
[https://www.researchgate.net/publication/225126695\\_Interrelation\\_between\\_the\\_vegetation\\_index\\_and\\_the\\_climatic\\_parameters\\_and\\_structural\\_characteristics\\_of\\_vegetation\\_cover](https://www.researchgate.net/publication/225126695_Interrelation_between_the_vegetation_index_and_the_climatic_parameters_and_structural_characteristics_of_vegetation_cover)
- Lei Hang, W. J. (Agosto de 2018). *Design and Implementation of a Sensor-Cloud Platform for Physical Sensor Management on CoT Environments*. Obtenido de  
[https://www.researchgate.net/publication/326885441\\_Design\\_and\\_Implementation\\_of\\_a\\_Sensor-Cloud\\_Platform\\_for\\_Physical\\_Sensor\\_Management\\_on\\_CoT\\_Environments](https://www.researchgate.net/publication/326885441_Design_and_Implementation_of_a_Sensor-Cloud_Platform_for_Physical_Sensor_Management_on_CoT_Environments)
- Li, M., Hong, Y., Zeng, C., & Zhang, X. (Agosto de 2018). *Investigation on the UAV-to-satellite optical communication systems*. Obtenido de  
[https://www.researchgate.net/publication/327000758\\_Investigation\\_on\\_the\\_UAV-to-satellite\\_optical\\_communication\\_systems](https://www.researchgate.net/publication/327000758_Investigation_on_the_UAV-to-satellite_optical_communication_systems)
- Lideres. (12 de Julio de 2016). *En Ecuador también se producen drones*. Obtenido de  
<https://www.revistalideres.ec/lideres/ecuador-producen-drones-inversion-economia.html>
- Liévana, B. L. (Julio de 2007). *Estación de seguimiento SKY-EYE para UAVs: modelización y tratamiento de planes de vuelo*. Obtenido de  
[https://www.researchgate.net/publication/41544765\\_Estacion\\_de\\_seguimiento\\_SKY-EYE\\_para\\_UAVs\\_modelizacion\\_y\\_tratamiento\\_de\\_planes\\_de\\_vuelo](https://www.researchgate.net/publication/41544765_Estacion_de_seguimiento_SKY-EYE_para_UAVs_modelizacion_y_tratamiento_de_planes_de_vuelo)
- Lopez, S. R. (25 de Enero de 2016). *SSRN*. Obtenido de  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2721823](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2721823)
- Luis Ruiz García, J. r.-b.-A. (Enero de 2007). *Redes Inalámbricas en Maquinaria Agrícola*. Obtenido de  
[https://www.researchgate.net/publication/50236212\\_Redes\\_Inalambricas\\_en\\_Maquinaria\\_Agricola](https://www.researchgate.net/publication/50236212_Redes_Inalambricas_en_Maquinaria_Agricola)
- Manrique, F. O., & Perdomo, A. J. (2016). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO QUE PERMITA LA MEDIDA DE ÁREAS PARA ANÁLISIS DE ESPACIOS, EN ZONAS*

*RURALES DE DIFÍCIL ACCESO DEL NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA, POR MEDIO DE LA UTILIZACIÓN DE UN VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO.* Obtenido de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13362/1/53012726.pdf>

Marek Moravcik, P. S. (Octubre de 2017). *Teaching cloud computing in cloud computing.* Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/320963904\\_Teaching\\_cloud\\_computing\\_in\\_cloud\\_computing](https://www.researchgate.net/publication/320963904_Teaching_cloud_computing_in_cloud_computing)

Maria Elena Latino, A. C. (Mayo de 2018). *From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: How Manage Product Data in Agri-Food Supply Chain for Voluntary Traceability, A framework proposed.* Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326231394\\_From\\_Industry\\_40\\_to\\_Agriculture\\_40\\_How\\_Manage\\_Product\\_Data\\_in\\_Agri-Food\\_Supply\\_Chain\\_for\\_Voluntary\\_Traceability\\_A\\_framework\\_proposed](https://www.researchgate.net/publication/326231394_From_Industry_40_to_Agriculture_40_How_Manage_Product_Data_in_Agri-Food_Supply_Chain_for_Voluntary_Traceability_A_framework_proposed)

Marija Popovic, T. V.-C. (Septiembre de 2018). *An informative path planning framework for UAV-based terrain monitoring.* Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/327591987\\_An\\_informative\\_path\\_planning\\_framework\\_for\\_UAV-based\\_terrain\\_monitoring](https://www.researchgate.net/publication/327591987_An_informative_path_planning_framework_for_UAV-based_terrain_monitoring)

Martí. (15 de Enero de 2015). *Drones, nueva apuesta agrícola en EEUU.* Obtenido de <https://www.martinoticias.com/a/eeuu-drones-nueva-apuesta-agricola/85115.html>

Martinez, A. (21 de Diciembre de 2015). *Enfermedades Más Comunes De Plantas Ornamentales En Georgia - B 1238-SP\_4.PDF.* Obtenido de [https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201238-SP\\_4.PDF](https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201238-SP_4.PDF)

Max v. Schönfeld, R. H. (Enero de 2018). *Big Data on a Farm—Smart Farming.* Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/320473452\\_Big\\_Data\\_on\\_a\\_Farm-Smart\\_Farming](https://www.researchgate.net/publication/320473452_Big_Data_on_a_Farm-Smart_Farming)

Meisels, T. (Enero de 2018). *Targeted killing with drones? Old arguments, new technologies.* Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/324094721\\_Targeted\\_killing\\_with\\_drones\\_Old\\_arguments\\_new\\_technologies](https://www.researchgate.net/publication/324094721_Targeted_killing_with_drones_Old_arguments_new_technologies)

- Metro. (13 de Enero de 2015). *Metro Ecuador*. Obtenido de <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2015/01/13/tecnologia-espacial-ayuda-agricultores-drones-investigar-clima.html>
- Miguel Sánchez, J. M. (Septiembre de 2016). *Arquitectura Software Basada en Tecnologías Smart para Agricultura de Precisión*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/306041668\\_Arquitectura\\_Software\\_Basada\\_en\\_Tecnologias\\_Smart\\_para\\_Agricultura\\_de\\_Precision](https://www.researchgate.net/publication/306041668_Arquitectura_Software_Basada_en_Tecnologias_Smart_para_Agricultura_de_Precision)
- Miller, J. O. (Diciembre de 2018). *Types of Drones for Field Crop Production*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/329797484\\_Types\\_of\\_Drones\\_for\\_Field\\_Crop\\_Production](https://www.researchgate.net/publication/329797484_Types_of_Drones_for_Field_Crop_Production)
- Mohamed A. Fouad Kandil, A. O. (Julio de 2017). *Design, Manufacturing and Control of UAV*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326882283\\_Design\\_Manufacturing\\_and\\_Control\\_of\\_UAV](https://www.researchgate.net/publication/326882283_Design_Manufacturing_and_Control_of_UAV)
- Mohamed A. Fouad Kandil, A. O.-N. (Julio de 2017). *Design, Manufacturing and Control of UAV*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326882283\\_Design\\_Manufacturing\\_and\\_Control\\_of\\_UAV](https://www.researchgate.net/publication/326882283_Design_Manufacturing_and_Control_of_UAV)
- N. Sharan Kumar, M. A. (2018). *Method for the visualization of landform by mapping using low altitude*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/325086087\\_Method\\_for\\_the\\_visualization\\_of\\_landform\\_by\\_mapping\\_using\\_low\\_altitude\\_UAV\\_application](https://www.researchgate.net/publication/325086087_Method_for_the_visualization_of_landform_by_mapping_using_low_altitude_UAV_application)
- N. Sharan Kumar, M. A. (2018). *Method for the visualization of landform by mapping using low altitude*. Obtenido de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/129465/1/sensors-15-03334.pdf>
- N. Carlson, T., & A. Ripley, D. (1997). *Elsevier*. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(97\)00104-1](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00104-1)
- Negrete, J. C. (Junio de 2018). *Introducción al estudio de la aviación agrícola*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/325616528\\_Introduccion\\_al\\_estudio\\_de\\_la\\_aviacion\\_agricola](https://www.researchgate.net/publication/325616528_Introduccion_al_estudio_de_la_aviacion_agricola)
- Noorhana, Y. (Enero de 2018). Obtenido de *Agricultural 4.0: Its Implementation Toward Future Sustainability*:

- [https://www.researchgate.net/publication/322561675\\_Agricultural\\_40\\_Its\\_Implementati  
on\\_Toward\\_Future\\_Sustainability](https://www.researchgate.net/publication/322561675_Agricultural_40_Its_Implementati<br/>on_Toward_Future_Sustainability)
- Omar Ormachea, A. R. (Junio de 2015). *TRANSMISIÓN INALÁMBRICA DE SEÑALES MEDIANTE EL ESPECTRO DE LUZ VISIBLE*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/294718736\\_TRANSMISION\\_INALAMBRICA\\_DE\\_SENALES\\_MEDIANTE\\_EL\\_ESPECTRO\\_DE\\_LUZ\\_VISIBLE](https://www.researchgate.net/publication/294718736_TRANSMISION_INALAMBRICA_DE_SENALES_MEDIANTE_EL_ESPECTRO_DE_LUZ_VISIBLE)
- Oscar Arley Orozco Sarasti, G. L. (02 de Mayo de 2016). *Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura*. Obtenido de <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/1060>
- Paulina Lyubenova Raeva, J. S. (Octubre de 2018). *Monitoring of crop fields using multispectral and thermal imagery from UAV*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/328203443\\_Monitoring\\_of\\_crop\\_fields\\_using\\_multispectral\\_and\\_thermal\\_imagery\\_from\\_UAV](https://www.researchgate.net/publication/328203443_Monitoring_of_crop_fields_using_multispectral_and_thermal_imagery_from_UAV)
- Philipp Lottes, R. K. (Mayo de 2017). *UAV-Based Crop and Weed Classification for Smart Farming*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/313840317\\_UAV-Based\\_Crop\\_and\\_Weed\\_Classification\\_for\\_Smart\\_Farming](https://www.researchgate.net/publication/313840317_UAV-Based_Crop_and_Weed_Classification_for_Smart_Farming)
- Portero, C. S. (21 de Noviembre de 2017). *TELEDETECCIÓN. Nuevas plataformas y sensores. - CasteradMA\_XVII Cong Asoc Esp Teledetecc-2\_2017.pdf*. Obtenido de [http://digital.csic.es/bitstream/10261/157453/1/CasteradMA\\_XVII Cong Asoc Esp Teledetecc-2\\_2017.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/157453/1/CasteradMA_XVII Cong Asoc Esp Teledetecc-2_2017.pdf)
- Powerdata. (2018). *Powerdata*. Obtenido de <https://www.powerdata.es/big-data>
- Pradosa, R., García, R., & Neumannb, L. (2013). *Elsevier*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.riai.2012.11.010>
- PrecisionHawk. (2018). *PrecisionHawk | UAV & Drone Enterprise Platform Solution*. Obtenido de <https://www.precisionhawk.com/agriculture>
- Productop10. (03 de Junio de 2017). *Productop10*. Obtenido de <http://www.productop10.com/mejores-drones-2017/>
- R. Pradosa, R. G. (2013). *Construcción automática de ortofotomapas: una aproximación fotométrica*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.riai.2012.11.010>
- R. Pradosa, R. G. (2013). *Construcción automática de ortofotomapas: una aproximación fotométrica*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.riai.2012.11.010>

- Rafal Perz, K. W. (Octubre de 2018). *UAV application for precision agriculture*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/328159362\\_UAV\\_application\\_for\\_precision\\_agriculture](https://www.researchgate.net/publication/328159362_UAV_application_for_precision_agriculture)
- Rafal Perz, K. W. (Octubre de 2018). *UAV application for precision agriculture*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/328159362\\_UAV\\_application\\_for\\_precision\\_agriculture](https://www.researchgate.net/publication/328159362_UAV_application_for_precision_agriculture)
- Rejean picard, N. R. (Marzo de 2011). *Using Aerial Imagery for Site Specific Fungicide Application*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/309189062\\_Using\\_Aerial\\_Imagery\\_for\\_Site\\_Specific\\_Fungicide\\_Application](https://www.researchgate.net/publication/309189062_Using_Aerial_Imagery_for_Site_Specific_Fungicide_Application)
- Revista Lideres. (10 de Agosto de 2017). *Revista lideres*. Obtenido de <http://www.revistalideres.ec/lideres/drones-analizar-cultivos-banano-empresas.html>
- Rey Koslowski, M. B. (Julio de 2017). *Drones Along Borders: Border Security UAVs in the United States and the European Union*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/322909294\\_Drones\\_Alone\\_Borders\\_Border\\_Security\\_UAVs\\_in\\_the\\_United\\_States\\_and\\_the\\_European\\_Union](https://www.researchgate.net/publication/322909294_Drones_Alone_Borders_Border_Security_UAVs_in_the_United_States_and_the_European_Union)
- Rodríguez, E. (2014). *SEEP*. Obtenido de <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/3108>
- Salil Goel, A. K. (Septiembre de 2018). *Development and Experimental Evaluation of a Low-Cost Cooperative UAV Localization Network Prototype*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/327768827\\_Development\\_and\\_Experimental\\_Evaluation\\_of\\_a\\_Low-Cost\\_Cooperative\\_UAV\\_Localization\\_Network\\_Prototype](https://www.researchgate.net/publication/327768827_Development_and_Experimental_Evaluation_of_a_Low-Cost_Cooperative_UAV_Localization_Network_Prototype)
- Samy Kharuf, L. H. (Julio de 2017). *Análisis de imágenes multiespectrales adquiridas con vehículos aéreos no tripulados*. Obtenido de : <https://www.researchgate.net/publication/326160432>
- Samy Kharuf, L. H. (Julio de 2018). *Análisis de imágenes multiespectrales adquiridas con vehículos aéreos no tripulados*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326160432\\_Analisis\\_de\\_imagenes\\_multiespectrales\\_adquiridas\\_con\\_vehiculos\\_aereos\\_no\\_tripulados](https://www.researchgate.net/publication/326160432_Analisis_de_imagenes_multiespectrales_adquiridas_con_vehiculos_aereos_no_tripulados)
- Samy Kharuf-Gutierrez, L. H.-S.-M. (Mayo de 2018). *Rielac*. Obtenido de [rielac.cujae.edu.cu/index.php/rieac/article/download/669/336](http://rielac.cujae.edu.cu/index.php/rieac/article/download/669/336)

- Sandvik, K. B., & Martins, B. O. (Julio de 2018). *Revisitando el espacio aéreo latinoamericano: una exploración de los drones como sujetos de regulación*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/327066042\\_Revisitando\\_el\\_espacio\\_aereo\\_latinoamericano\\_una\\_exploracion\\_de\\_los\\_drones\\_como\\_sujetos\\_de\\_regulacion](https://www.researchgate.net/publication/327066042_Revisitando_el_espacio_aereo_latinoamericano_una_exploracion_de_los_drones_como_sujetos_de_regulacion)
- Sergio N. Behmer, A. P. (Abril de 2001). *Eficiencia de un equipo de protección personal para aplicaciones fitosanitarias en huertos frutales*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/28091195\\_Eficiencia\\_de\\_un\\_equipo\\_de\\_proteccion\\_personal\\_para\\_aplicaciones\\_fitosanitarias\\_en\\_huertos\\_frutales](https://www.researchgate.net/publication/28091195_Eficiencia_de_un_equipo_de_proteccion_personal_para_aplicaciones_fitosanitarias_en_huertos_frutales)
- Sevim Seda, Y. B. (Octubre de 2018). *Agricultural System Modelling And Its Applications In Precision Agriculture*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/327982152\\_Agricultural\\_System\\_Modelling\\_And\\_Its\\_Applications\\_In\\_Precision\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/327982152_Agricultural_System_Modelling_And_Its_Applications_In_Precision_Agriculture)
- Sharan Kumar Nagendran, M. A. (Mayo de 2018). *Method for the visualization of landform by mapping using low altitude UAV application*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/325086087\\_Method\\_for\\_the\\_visualization\\_of\\_landform\\_by\\_mapping\\_using\\_low\\_altitude\\_UAV\\_application](https://www.researchgate.net/publication/325086087_Method_for_the_visualization_of_landform_by_mapping_using_low_altitude_UAV_application)
- Stephan Nebiker, N. L. (Diciembre de 2016). *Multispectral and thermal sensors on UAVs*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/311824040\\_Multispectral\\_and\\_thermal\\_sensors\\_on\\_UAVs](https://www.researchgate.net/publication/311824040_Multispectral_and_thermal_sensors_on_UAVs)
- STOJCSICS, D., DOMOZI, Z., & MOLNÁR, A. (Enero de 2018). *Automated evaluation of agricultural damage*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/331312225\\_Automated\\_evaluation\\_of\\_agricultural\\_damage\\_using\\_UAV\\_survey](https://www.researchgate.net/publication/331312225_Automated_evaluation_of_agricultural_damage_using_UAV_survey)
- SZdrones. (2015). *SZDRONES.EC*. Obtenido de <http://szdrones.ec/tienda/inicio/14-drone-agricola-para-fumigacion-szd10-4.html>
- Techtarget. (2018). *Techtarget*. Obtenido de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Internet-de-las-cosas-IoT>
- Terms, D. o. (15 de Febrero de 2016). *Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms*. Obtenido de [https://fas.org/irp/doddir/dod/jp1\\_02.pdf](https://fas.org/irp/doddir/dod/jp1_02.pdf)
- Terms, T. D. (9 de Junio de 2004). *Joint Pub 1-02 or JP 1-02*. Obtenido de <https://www.cia.gov/library/abbottabad->

compound/B9/B9875E9C2553D81D1D6E0523563F8D72\_DoD\_Dictionary\_of\_Military\_Terms.pdf

*Todrone*. (22 de Febrero de 2015). Obtenido de <http://www.todrone.com/uso-drones-agricultura/>

Trainer, M. (Diciembre de 2008). *Albert Einstein's expert opinions on the Sperry vs. Anschütz*

*gyrocompass patent dispute*. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/46492570\\_Albert\\_Einstein%27s\\_expert\\_opinions\\_on\\_the\\_Sperry\\_vs\\_Anschutz\\_gyrocompass\\_patent\\_dispute](https://www.researchgate.net/publication/46492570_Albert_Einstein%27s_expert_opinions_on_the_Sperry_vs_Anschutz_gyrocompass_patent_dispute)

*Unidad Temática N° 8: Crecimiento - UT7.pdf*. (15 de Febrero de 2011). Obtenido de

[http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV\\_2010/mat\\_did/UT7.pdf](http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/WEBFV_2010/mat_did/UT7.pdf)

Vargas-Ramírez, N. (Enero de 2018). *Antecedentes del uso civil comunitario o participativo de drones*. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/323583827\\_Antecedentes\\_del\\_uso\\_civil\\_comunitario\\_o\\_participativo\\_de\\_drones](https://www.researchgate.net/publication/323583827_Antecedentes_del_uso_civil_comunitario_o_participativo_de_drones)

Vera, F. A. (Mayo de 2015). *El genio de Nikola Tesla*. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/276267100\\_El\\_genio\\_de\\_Nikola\\_Tesla](https://www.researchgate.net/publication/276267100_El_genio_de_Nikola_Tesla)

Vigorra Treviño, S. (2016). *idUS*. Obtenido de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/51782>

Vladimir Trukhachev, I. S. (Agosto de 2018). *Monitoring of Efficiency of Russian Agricultural*

*Enterprises Functioning and Reserves for Their Sustainable Development*. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/327151636\\_Monitoring\\_of\\_Efficiency\\_of-Russian\\_Agricultural\\_Enterprises\\_Functioning\\_and\\_Reserves\\_for\\_Their\\_Sustainable\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/327151636_Monitoring_of_Efficiency_of-Russian_Agricultural_Enterprises_Functioning_and_Reserves_for_Their_Sustainable_Development)

William Megarry, C. J. (22 de Marzo de 2018). *Debitage and Drones: Classifying and Characterising*

*Neolithic Stone Tool Production in the Shetland Islands Using High Resolution Unmanned Aerial Vehicle Imagery*. Obtenido de

<https://www.researchgate.net/search.Search.html?type=publication&query=Debitage%20and%20Drones:%20Classifying%20and%20Characterising%20Neolithic%20Stone%20Tool%20Production%20in%20the%20Shetland%20Islands%20Using%20High%20Resolution%20Unmanned%20Aerial%20>

Yaakob Mansor, S. M. (Julio de 2018). *Multispectral sensors calibration for lightweight UAV*.

Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/326725373\\_Multispectral\\_sensors\\_calibration\\_for\\_lightweight\\_UAV](https://www.researchgate.net/publication/326725373_Multispectral_sensors_calibration_for_lightweight_UAV)

Yahya, N. (Enero de 2018). *Agricultural 4.0: Its Implementation Toward Future Sustainability*.

Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/322561675\\_Agricultural\\_40\\_Its\\_Implementation\\_Toward\\_Future\\_Sustainability](https://www.researchgate.net/publication/322561675_Agricultural_40_Its_Implementation_Toward_Future_Sustainability)

Yameli Aguilar, G. N. (Septiembre de 2017). Obtenido de Drones alternativa para la agricultura.

Drons agriculture choice:

[https://www.researchgate.net/publication/319734521\\_DRONES\\_ALTERNATIVA\\_PARA\\_LA\\_AGRICULTURA\\_DRONS\\_AGRICULTURE\\_CHOICE](https://www.researchgate.net/publication/319734521_DRONES_ALTERNATIVA_PARA_LA_AGRICULTURA_DRONS_AGRICULTURE_CHOICE)

Yameli Aguilar, G. N. (Septiembre de 2017). *DRONES ALTERNATIVA PARA LA AGRICULTURA*.

*DRONS AGRICULTURE CHOICE*. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/319734521\\_DRONES\\_ALTERNATIVA\\_PARA\\_LA\\_AGRICULTURA\\_DRONS\\_AGRICULTURE\\_CHOICE](https://www.researchgate.net/publication/319734521_DRONES_ALTERNATIVA_PARA_LA_AGRICULTURA_DRONS_AGRICULTURE_CHOICE)

Yinjiang Jia, Z. S. (Junio de 2016). *UAV Technology and Its Application in Agriculture*. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/305796593\\_UAV\\_Technology\\_and\\_Its\\_Application\\_in\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/305796593_UAV_Technology_and_Its_Application_in_Agriculture)

Yonatan Shahr, C. B. (Julio de 2017). *Implementation of Ag Data Agricultural Services for Precision Agriculture*. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/317288043\\_Implementation\\_of\\_Ag\\_Data\\_Agricultural\\_Services\\_for\\_Precision\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/317288043_Implementation_of_Ag_Data_Agricultural_Services_for_Precision_Agriculture)

Yudi Fernando, A. M. (Enero de 2017). *Improving Productivity*. Obtenido de

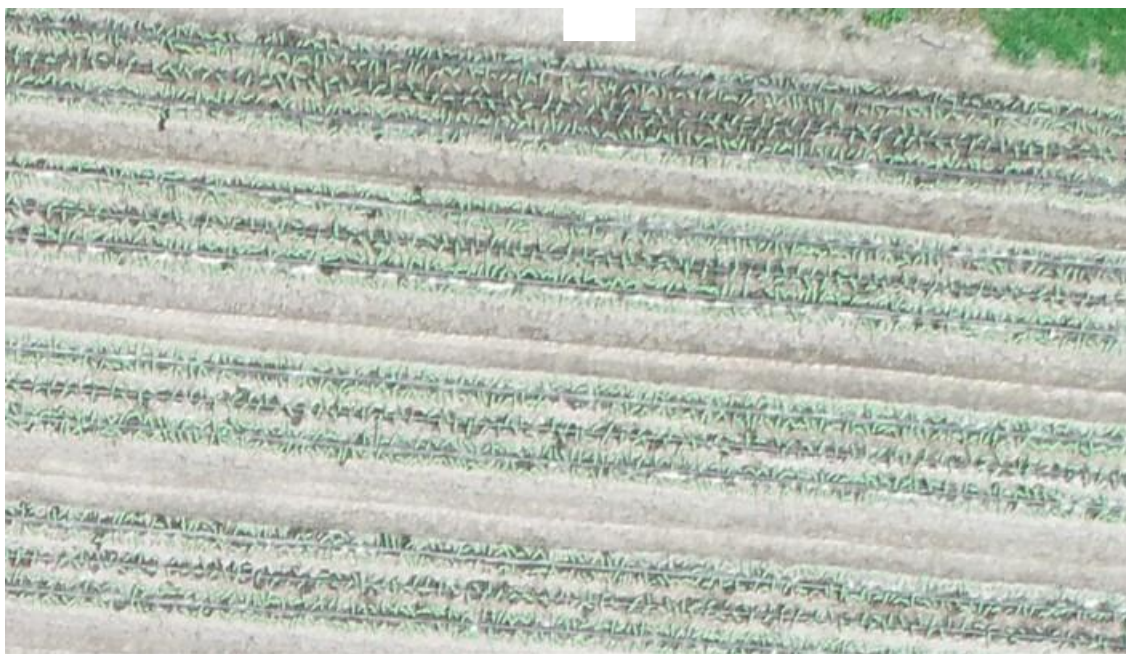
[https://www.researchgate.net/publication/313466975\\_Improving\\_Productivity](https://www.researchgate.net/publication/313466975_Improving_Productivity)

Zarazaga-Soria, J. (8 de Marzo de 2017). *Agricultura 4.0: las tecnologías de la industria 4.0*

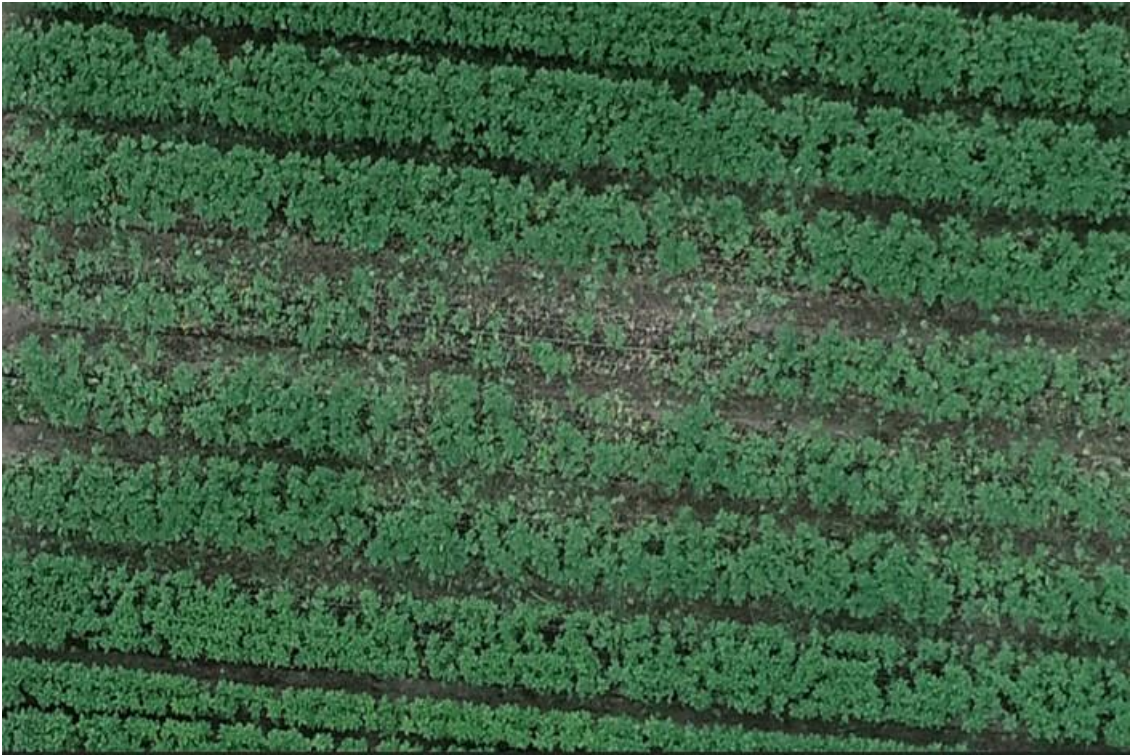
*aplicadas al campo*. Obtenido de <https://www.geoslab.com/es/blog/agricultura-40-las-tecnologias-de-la-industria-40-aplicadas-al-campo>

## **ANEXOS**

Anexo 01. Humedad en el cultivo de Sunflower en la finca Esmeralda Sun, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador



Anexo 02. Pérdida de plantas en el cultivo de Sunflower de la finca Esmeralda Sun, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador



Anexo 03. Variedades de Hypericum en la finca la Tolita, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador



Anexo 04. Humedad antes de la siembra en la finca la Tolita, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador.



Anexo 05. Daño en la cubierta plástica de los invernaderos en la finca Florycampo vista desde el UAV, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador.



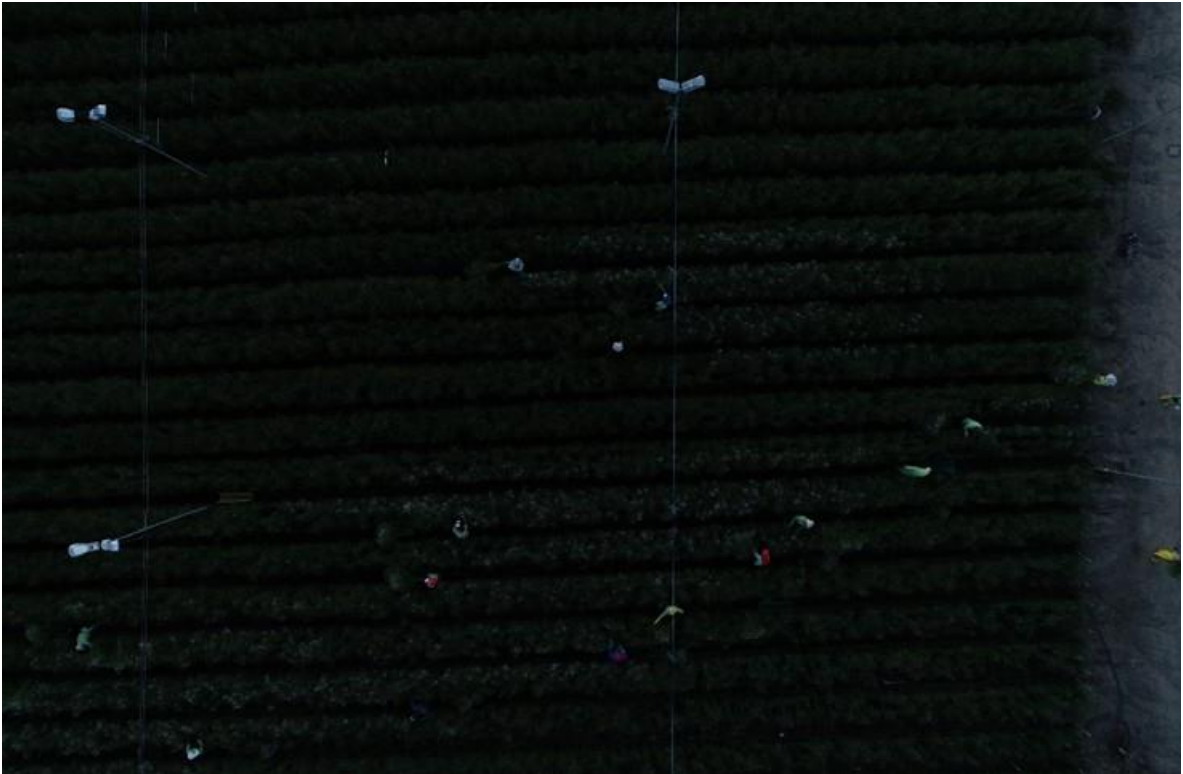
Anexo 06. Riceflower visto desde el aire a través del UAV, finca Florycampo, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador.



Anexo 07. Alineación de iluminaria para el cultivo de la Gypsophila, finca Santa Martha, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador.



Anexo 08. Cosecha de Gypsophila en la finca Santa Martha, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador.



Anexo 09. Pérdida de plantas en el cultivo de Gypsophila en la finca la Mora, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador.



Anexo 10. Cultivo de Gypsophila en diferentes estadios de cultivo en la finca La Mora, Grupo Esmeralda Farms, Ecuador.

