

# **ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) Y SOYA (*Glycine max*) DEL AÑO 2016; EN LAS PROVINCIAS DE MANABÍ, LOS RÍOS, GUAYAS, SANTA ELENA, LOJA Y EL ORO.**

**Autores:** Dagguin Aguilar, Daniel Álava, José Burbano, Marcela Díaz, Ana Lucía Garcés, David Jácome, Daysi Leiva, Blanca Simbaña, Rafael Yépez, Diana Andrade, Paulina Perez y Viviana Ruiz<sup>1</sup>.

## **RESUMEN**

La Coordinación General del Sistema de Información Nacional (CGSIN), a través de la Dirección de Investigación y Generación de Datos Multisectoriales (DIGDM) ejecuta desde el año 2014 el proyecto de “Estimación de superficie de siembra de los cultivos de arroz y maíz amarillo duro”, incorporándose a éste el cultivo de soya desde el año 2015. Este estudio está basado en el análisis e interpretación de imágenes satelitales de alta resolución; y se lo ha realizado para las épocas de invierno y verano en las provincias del Ecuador continental más representativas en cuanto a producción de estos cultivos, siendo éstas: Manabí, Guayas, Los Ríos, Santa Elena, El Oro y Loja.

El proyecto tiene como objetivo identificar las zonas de producción de los cultivos de arroz, maíz amarillo duro y soya, cuantificando su superficie de siembra por cada ciclo de producción (durante las épocas de invierno y verano). Esto permite principalmente, entre otros aspectos, analizar su situación agro-económica y a su vez, brindar las bases para la estructura y formulación de las políticas de: importaciones, excedentes de producción, fijación de precios, entre otras que benefician al productor y al país.

La determinación de la superficie sembrada de los cultivos de arroz, maíz amarillo duro y soya se realizó a través del procesamiento de imágenes satelitales de alta resolución, que para este estudio correspondieron a los sensores RapidEye y que se han capturado durante todo el año 2016.

El procesamiento de éstas imágenes contó con el apoyo de técnicas de Teledetección<sup>2</sup> y el uso de los softwares ENVI 5.3 y ArcGis 10, utilizando además insumos cartográficos e información levantada en campo mediante fichas técnicas y toma de puntos GPS por parte del equipo técnico de las Unidades Zonales de Investigación (UZI) presentes en las provincias de la zona de estudio y el equipo técnico de la DIGDM.

<sup>1</sup>Técnicos de la Dirección de Investigación y Generación de Datos Multisectoriales (DIGDM) de la CGSIN.

<sup>2</sup>Compilación e interpretación de información acerca de un objeto sin la necesidad de estar en contacto físico con el mismo.

# ÍNDICE

## Resumen

### 1. INTRODUCCIÓN

### 2. METODOLOGÍA

- 2.1 Area de estudio y período de monitoreo
- 2.2 Procesos metodológicos

### 3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

- 3.1 Arroz
  - 3.1.1 Primer cuatrimestre de monitoreo
  - 3.1.2 Segundo cuatrimestre de monitoreo
  - 3.1.3 Tercer cuatrimestre de monitoreo
  
- 3.2 Maíz amarillo duro
  - 3.1.1 Primer periodo de monitoreo (invierno)
  - 3.1.2 Segundo periodo de monitoreo (verano)

### 4. ESTADÍSTICA COMPARATIVA ENTRE EL AÑO 2015-2016

- 4.1 Arroz
- 4.2 Maíz amarillo duro

### 5. ESTUDIO DE CASO: EVALUACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN Y EL NDVI EN LOS CULTIVOS DE ARROZ Y MAIZ AMARILLO DURO

### 6. CONCLUSIONES

### 7. RECOMENDACIONES

### 8. BIBLIOGRAFÍA

# 1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las actividades productivas más relevantes del país, donde el arroz, el maíz amarillo duro y la soya, juegan un papel fundamental dentro de la dieta de los ecuatorianos y en la industria de los balanceados. Además, la producción de estos cultivos, constituye la base de la economía de un gran número de pequeños y medianos productores; principalmente de la región Costa de nuestro país. En este contexto, es de prioridad para el MAGAP, realizar un monitoreo constante de las superficies de siembra de los cultivos mencionados en las provincias de: Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Loja y El Oro.

El monitoreo satelital continuo de la zona de estudio, permite un análisis permanente, ya que si las condiciones climáticas son favorables, se pueden obtener imágenes diarias con la posibilidad de ser usadas para diferentes estudios. En el caso de estimación de superficie sembrada, la zona de estudio fue determinada de acuerdo a su importancia económica en base a los registros sobre volúmenes de producción y aportes a la producción nacional. Así, este estudio se ha enfocado de acuerdo a cada época de siembra y en las zonas donde la producción de estos cultivos se desarrolla.

Las herramientas de Teledetección, sensores remotos e imágenes satelitales proporcionan información de la superficie de la tierra en forma periódica y precisa; optimizando además el uso de recursos humanos y económicos en la obtención de información. Las imágenes satelitales empleadas para el presente estudio, así como su frecuencia permitieron determinar las superficies sembradas de los cultivos de arroz, maíz amarillo duro y soya.

# 2. METODOLOGÍA

## 2.1 Área de Estudio y Período de Monitoreo

La estimación de superficie de siembra de arroz, maíz amarillo duro y soya, comprendió el monitoreo anual en función de la dinámica de siembra-producción de estos cultivos en el país, priorizando las zonas en donde se concentra la mayor producción. Para el caso de arroz se consideraron tres períodos de monitoreo durante el año: primer cuatrimestre (diciembre 2015 a marzo 2016), segundo cuatrimestre (abril a julio del 2016) y el tercer cuatrimestre (agosto a noviembre del 2016). Por otra parte, para el maíz amarillo duro se consideraron dos períodos de monitoreo: invierno (diciembre 2015 a mayo 2016) y verano (junio a noviembre del 2016), en este último período se incorpora también al cultivo de soya. De acuerdo al análisis histórico de producción de los cultivos en estudio se intensificó el monitoreo para la época de invierno en el caso del cultivo de maíz amarillo duro y primer

cuatrimestre para el arroz en las provincias de: Manabí, Los Ríos, Guayas, Santa Elena, El Oro y Loja. Para la época de verano (maíz amarillo duro) y segundo cuatrimestre (arroz) se monitoreó las provincias de: Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Loja (Espíndola, Gonzanamá, Macara y Zapotillo) y El Oro (Arenillas). Para el tercer cuatrimestre el monitoreo del cultivo de arroz se concentró en las zonas que poseen riego de las provincias de: Guayas y Los Ríos. Las zonas de estudio para el monitoreo de arroz y maíz amarillo duro en los diferentes períodos de monitoreo se visualizan en las figura 1,2 y 3.

Figura 1. Área de estudio primer período de monitoreo.

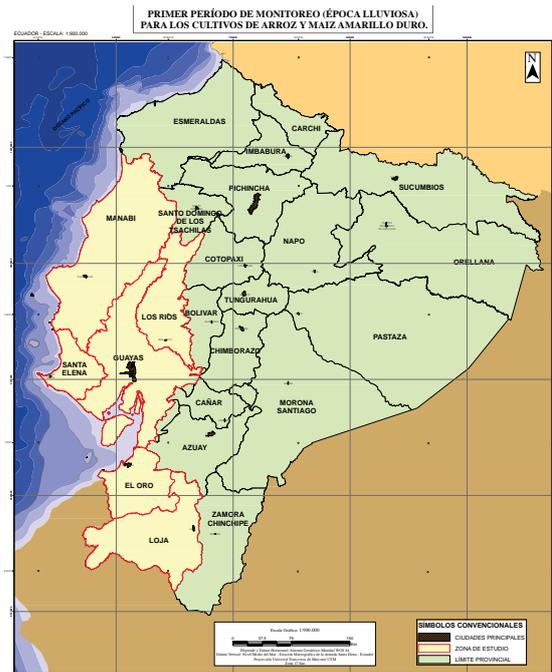
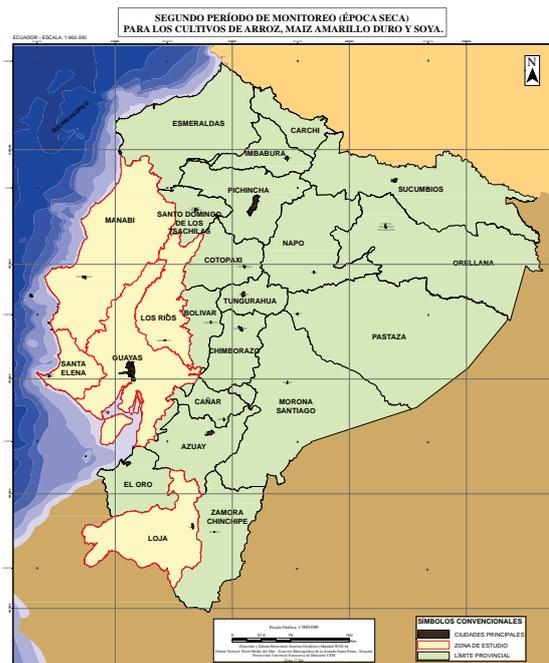
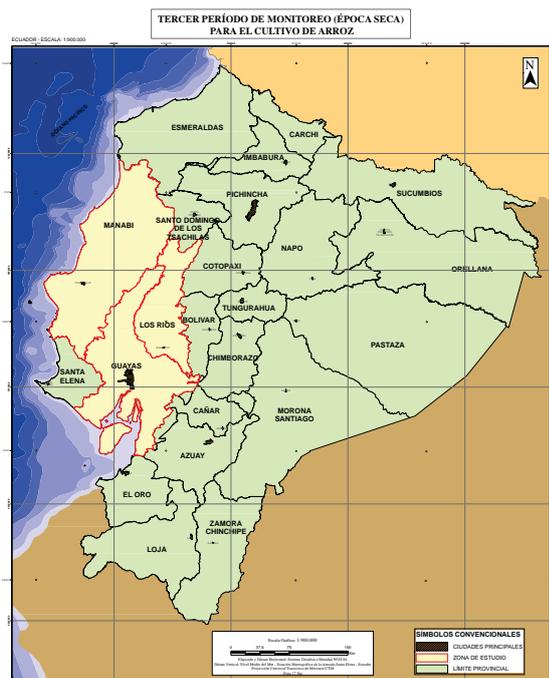


Figura 2. Área de estudio segundo período de monitoreo.



**Figura 3.** Área de estudio tercer período de monitoreo



## 2.2. Insumos Utilizados

El insumo principal para el desarrollo del presente estudio, son imágenes satelitales de los sensores RapidEye con resolución espacial de 5m, apoyados también con imágenes PlanetScope de resolución 3m, estas últimas de una parte de la zona de estudio para el período de invierno.

Para el procesamiento de imágenes satelitales se utilizó como base: fichas de investigación y puntos GPS levantados en campo por el equipo técnico de las UZI durante los períodos de monitoreo del año 2016; apoyándose también en información secundaria como:

Mapa de estimación de superficie sembrada de arroz, maíz amarillo duro y soya generado por la CGSIN/DIGDM en el año 2015.

- Mapa de uso y cobertura de la tierra realizado por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) y MAGAP bajo convenio en el proyecto “Generación de geoinformación para la gestión del territorio, a nivel nacional a escala 1:25,000”, durante los años 2009-2014.
- Información secundaria generada por el MAGAP a escala 1:5,000 de: catastro bananero, camaronero, mapas temáticos, estadísticas, entre otros.
- Imágenes satelitales del sensor LANDSAT 8 de resolución espacial de 30 m año 2016.
- Cartografía base y temática realizada dentro del convenio IEE, SENPLADES y MAGAP del

proyecto “Generación de geoinformación para la gestión del territorio, a nivel nacional a escala 1:25,000”, durante los años 2009-2014.

- Ortofotos del Programa del Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS) generados durante los años 2010 – 2013.
- Los paquetes informáticos utilizados fueron:
  - ENVI 5.3: Software utilizado para el procesamiento digital de imágenes satelitales.
  - ArcGIS 10: Software utilizado para la elaboración de productos cartográficos.

## 2.3. Procesos Metodológicos.

La metodología utilizada para determinar las superficies de siembra de los cultivos de interés, mediante la utilización de imágenes satelitales RapidEye, en forma general, consistió en el **procesamiento digital de las imágenes satelitales y la interpretación visual**, apoyados en información de campo principalmente, así como también en la información secundaria citada anteriormente.

En el procesamiento digital realizado en el software ENVI 5.3, se aplicaron diferentes tratamientos según la complejidad de cada imagen satelital. La corrección radiométrica es un proceso obligatorio para todas las imágenes, incluyéndose además en esta etapa reales para algunos tiles<sup>3</sup> o escenas de acuerdo a la necesidad del técnico. Para el procesamiento digital de imágenes satelitales se emplearon los siguientes protocolos metodológicos: estructuración de la información, componentes principales, clasificación digital de imágenes (clasificación no supervisada o Isodata y clasificaciones supervisadas: Feature Extraction o ROI – Regiones de interés), entre otros.

Además, se llevó a cabo un proceso de extracción de información auxiliar, que para este estudio, fue el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en inglés), el cual presenta valores que oscilan entre -1 y + 1. Según Campbell (2002), valores negativos son considerados como ausencia de vegetación, mientras que aquellos valores que tienden a 1, representan vegetación sana o con un crecimiento vigoroso. Adicionalmente los valores digitales obtenidos de este índice enriquecen al proceso de clasificación digital, favoreciendo también a una mejor discriminación entre clases.

En la **interpretación visual** de las imágenes satelitales RapidEye, se trabajó con una combinación de bandas **5-4-3**, que ayuda en la discriminación de coberturas vegetales, agua y suelo; que apoyados en los **puntos de**

<sup>3</sup>Tile: Cuadrícula codificada que permite la identificación de las imágenes RapidEye.

**campo** permitieron la obtención de información para la clasificación, garantizando en gran medida el éxito en la discriminación de las coberturas.

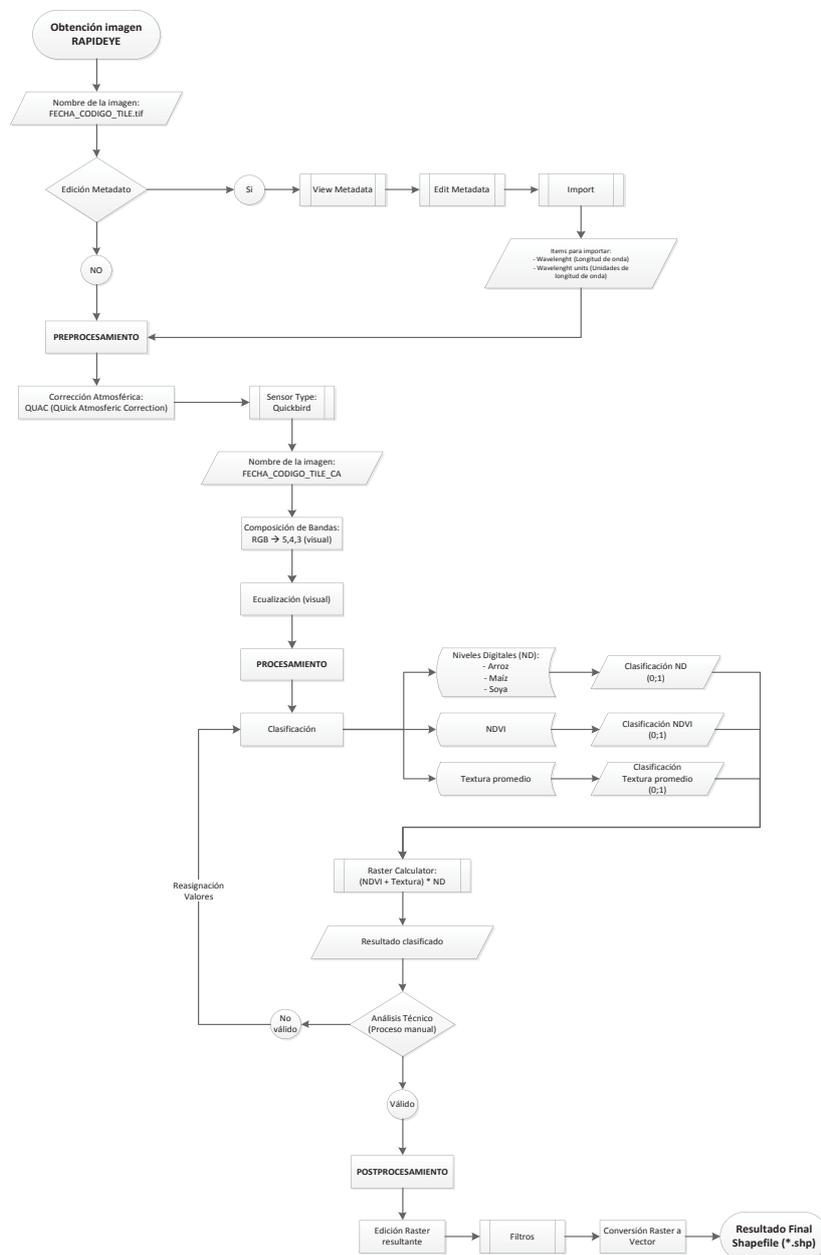
Posterior a la clasificación de coberturas y edición visual, se obtuvo una cartografía preliminar con la que se procedió a la **validación en campo**, generación de observaciones y correcciones a la cartografía generada priorizando zonas de conflicto entre clases. En esta etapa participaron los equipos UZI de las seis provincias que mediante fichas y puntos GPS recolectados en campo permitieron realizar todos los ajustes y correcciones a la cartografía generada.

A continuación, se realizó un **control de calidad** temático cruzado entre los intérpretes, con el objeto de:

corregir la cartografía bajo criterios diferentes, no reincidir en los mismos errores en caso de haberlos y afinar criterios técnicos. Efectuado este procedimiento, se recurre al control de exactitud topológica a cada una de las capas vectoriales a través del software ArcGis, mediante las reglas: 1) *“Must not have gaps”*, que permite eliminar aquellos espacios o “gaps” presentes entre los polígonos adyacentes y 2) *“Must not overlap”* que permite identificar el solapamiento entre polígonos de la misma capa.

Finalmente, se estructuró la base de datos de acuerdo al catálogo de objetos del MAGAP y se obtuvo las coberturas y estadísticas de superficie sembrada para el cultivo de arroz, maíz amarillo duro y soya por cada período de monitoreo, a nivel de provincia y cantón (ver figura 4).

**Figura 4.** Diagrama metodológico



### 3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

#### 3.1. Arroz

La estimación de superficie sembrada de arroz durante el año 2016 fue de 364,112 ha. De este total, en el primer cuatrimestre en la zona de estudio, se registró 138,083 ha; de las cuales, el 59% aporta la provincia de Guayas, 36% Los Ríos, 2% Manabí, mientras que las provincias

de Loja y El Oro aportan con el 1% cada una. Para el segundo cuatrimestre se cuantificaron 196,226 ha de arroz sembrado, distribuidos de la siguiente manera: 72% en Guayas, 24% en Los Ríos, 3% en Manabí y las provincias de Loja y El Oro aportaron con el 0.5% cada una. En el tercer cuatrimestre la superficie corresponde a 29,802 ha, de las cuales el 80% se concentra en la provincia de Guayas, el 17% en Los Ríos y el 3% en Manabí (ver cuadro 1).

**Cuadro 1.** Estimación de superficie sembrada de arroz por provincia en los tres cuatrimestres del ciclo de siembra año 2016.

SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE ARROZ							
PROVINCIA	PRIMER CUATRIMESTRE		SEGUNDO CUATRIMESTRE		TERCER CUATRIMESTRE		TOTAL
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	
GUAYAS	81,694	59%	140,999	72%	23,796	80%	
LOS RÍOS	49,566	36%	47,219	24%	5,153	17%	
MANABÍ	3,168	2%	6,048	3%	853	3%	
EL ORO	1,945	1%	902	0.5%	-	-	
LOJA	1,710	1%	1,058	0.5%	-	-	
<b>Total general</b>	<b>138,083</b>		<b>196,226</b>		<b>29,802</b>		<b>364,112</b>

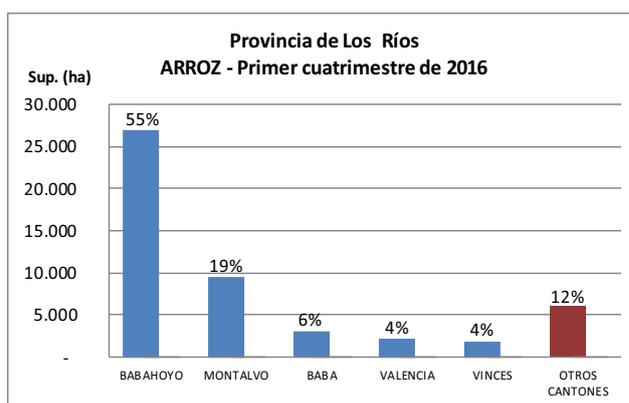
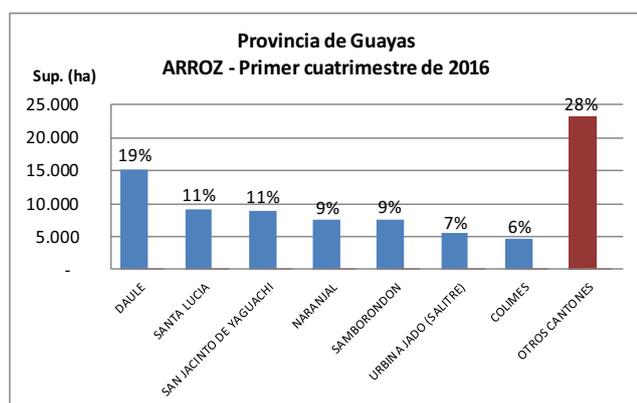
En cuadro 1, se aprecia que las provincias de Guayas y Los Ríos son las más representativas y juntas aportan en promedio el 96% de la superficie sembrada a nivel nacional en el cultivo de arroz para los tres ciclos.

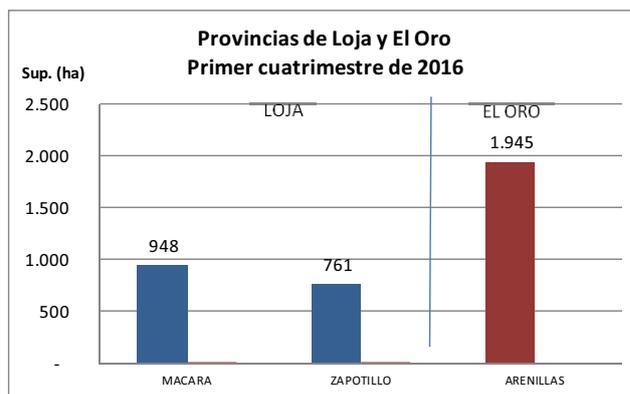
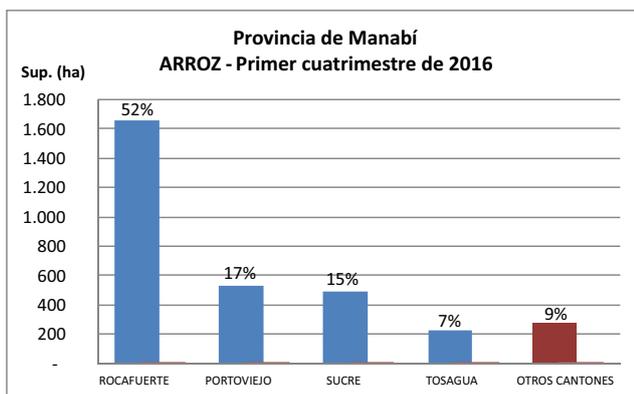
#### 3.1.1. Primer Cuatrimestre de Monitoreo

La provincia de Guayas presenta la mayor superficie cultivada de arroz con 81,694 ha, que representa el 59% del total de superficie sembrada en este período, principalmente localizados en los cantones: Daule (15,149 ha), Santa Lucía (9,011 ha) y San Jacinto de Yaguachi (8,928 ha). La provincia de Los Ríos ocupa el 36% de la superficie sembrada con 49,566 ha, los cantones que mayor superficie registraron

en esta provincia fueron: Babahoyo (27,019 ha), Montalvo (9,452 ha) y Baba (3,050 ha), que juntos aportan con el 80% del total provincial. En la provincia de Manabí, la superficie sembrada con arroz fue de 3,168 ha, siendo los cantones de Rocafuerte, Portoviejo y Sucre los que mayor superficie presentan con 1,654 ha; 528 ha y 487 ha, respectivamente. En la provincia de El Oro la superficie sembrada cubre 1,945 ha en el cantón Arenillas; los demás cantones de esta provincia no se consideraron por representar históricamente superficies menores a 100 ha. Los cantones Macará y Zapotillo en la provincia de Loja muestran superficie sembrada de arroz con 948 ha y 761 ha, respectivamente, para el primer cuatrimestre del año en estudio. (Ver gráfico 1).

**Gráfico 1.** Porcentaje de superficie de arroz por provincia y cantones más representativos del primer cuatrimestre de monitoreo 2016\*





\*Porcentaje calculado en función de los totales provinciales, a excepción de Loja y El Oro que se muestra la superficie sembrada.

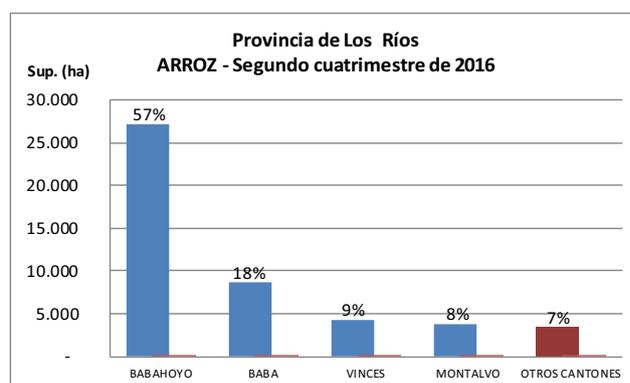
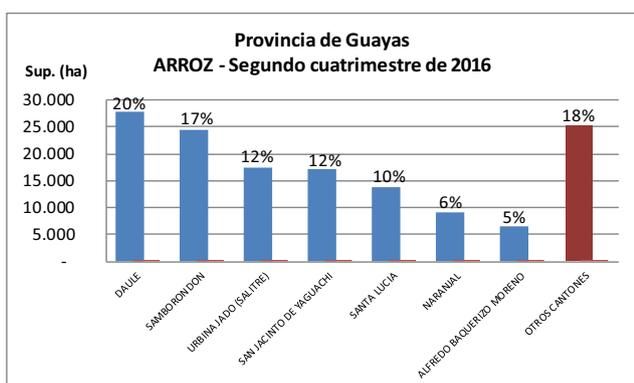
### 3.1.2. Segundo Cuatrimestre de Monitoreo

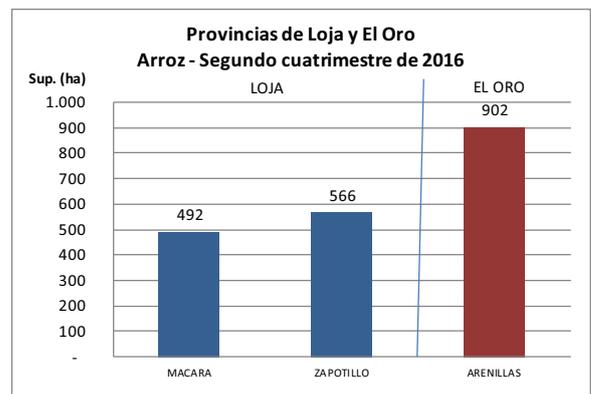
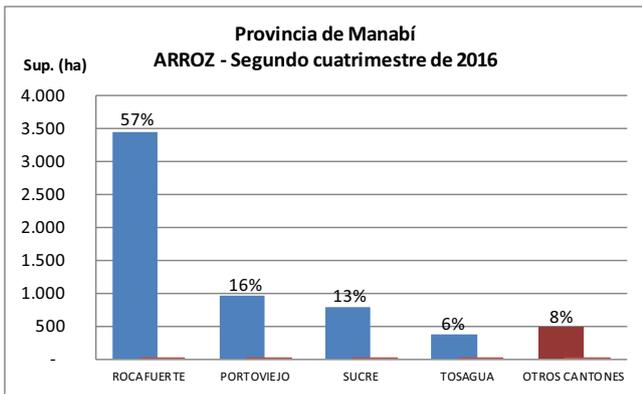
La superficie sembrada en este período alcanza las 196,226 ha; así en la provincia de Guayas se estimó 140,999 ha equivalentes al 72% del total de esta gramínea en este período. Los cantones con mayor superficie en esta provincia fueron Daule (27,768 ha), Samborombón (24,323 ha), Urbina Jado (El Salitre) (17,320 ha), San Jacinto de Yaguachi (17,177 ha) y Santa Lucía (13,701 ha); que junto con los otros cantones evidencian en esta provincia un incremento del 73% de superficie sembrada de arroz respecto al primer cuatrimestre. En la provincia de Los Ríos, se cuantificaron 47,219 ha, siendo los cantones de Babahoyo y Baba los más representativos con una superficie sembrada de 27,121 ha y 8,623 ha respectivamente y que sumados aportan el 75.7% del total de esta provincia. En cuanto a la provincia de Manabí, se reportó 6,048 ha, de los cuales se ubican principalmente en los cantones de Rocafuerte con 3,449 ha, Portoviejo con 961 ha y Sucre con 790 ha, las zonas donde se cultiva el arroz en esta provincia se localizan en los valles de los ríos: Portoviejo, Chico y Carrizal, zonas

privilegiadas por la disponibilidad de agua para riego. En la provincia de Loja se identificó arroz en los cantones de Zapotillo (566) y Macará (492). Por otra parte en El Oro, cantón Arenilla, se identificó 902 ha (ver gráfico 2).

Como se observa en el cuadro 1, casi en todas las provincias monitoreadas se registra una mayor superficie de siembra en el segundo cuatrimestre en relación al primero; esto se atribuye a la presencia de áreas anegadas cuyo nivel de agua no fue favorable para el cultivo de arroz en el primer cuatrimestre, pero que fueron utilizadas en el segundo período una vez que cesan las precipitaciones y el nivel de agua va descendiendo hasta niveles óptimos para el cultivo. Así se puede concluir que, en el primer cuatrimestre existió una mayor presencia de lluvias por lo que el nivel de agua no permitió llevar a cabo la siembra normal del cultivo; motivo por el cual, se generó un desplazamiento o retraso en la siembra la cual fue compensada en el segundo cuatrimestre con el aprovechamiento de estas áreas.

**Gráfico 2.** Porcentaje de superficie de arroz por provincia del segundo cuatrimestre de monitoreo 2016\*.





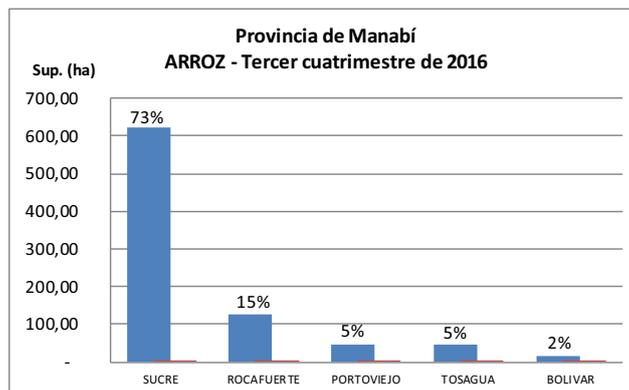
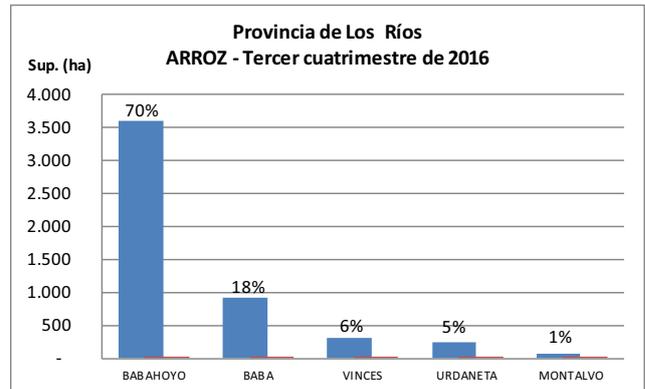
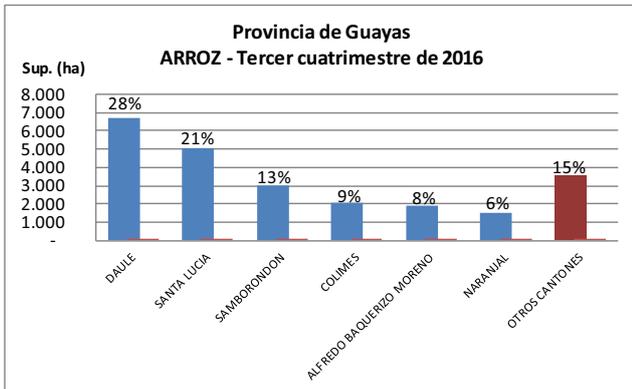
\*Porcentaje calculado en función de los totales provinciales, a excepción de Loja y El Oro que se muestra la superficie sembrada.

### 3.1.3. Tercer Cuatrimestre de Monitoreo

Las superficies sembradas de arroz en este período corresponden aquellas áreas que disponen de agua de riego durante todo el año, permitiendo cultivar por más de dos ciclos y que han alcanzado una superficie sembrada de 29,802 ha. Las provincias con mayor superficie fueron Guayas y Los Ríos con 23,796 ha y 5,153 ha ,respectivamente; mientras que en la provincia de Manabí

se encontraron 853 ha. Los cantones más representativos en cuanto a siembra fueron Daule (6,692 ha), Santa Lucía (5,089 ha) y Samborondón (3,006 ha) en la provincia de Guayas; mientras que en Los Ríos el cantón con mayor superficie para este ciclo fue Babahoyo con 3,600 ha. En la provincia de Manabí, Sucre es el cantón que representa mayor superficie con 622 ha ubicadas principalmente en la parroquia Charapotó. (ver cuadro 1, gráfico 3).

**Gráfico 3.** Porcentaje de superficie de arroz por provincia del tercer cuatrimestre de monitoreo 2016



### 3.2 Maíz Amarillo Duro

La estimación de superficie sembrada de maíz amarillo duro a nivel nacional durante el año 2016 fue de 246,367 ha. De este total, en la época de invierno se identificaron 202,542 ha que representan el 82% del total anual y en la época de verano 43,825 ha correspondiente al 18% restante del total anual. (Ver cuadro 2).

El 84% de la superficie del primer período (época lluviosa), se concentra en las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas; mientras que la provincia de Loja aporta con el 15% de superficie y provincias como Santa Elena y El Oro aportan cada una con el 1% para este período. Se aprecia además que en el segundo período (época de verano), la provincia que presenta la mayor superficie de siembra de este cultivo corresponde a Guayas con 35,417 ha, seguido de la provincia Los Ríos con 4,463 ha.

En cuadro 2, se observa que la mayor superficie de siembra se concentra en la época de invierno, favorecido principalmente por la disponibilidad de las precipitaciones que permiten el desarrollo de este cultivo; mientras que para el segundo período (época de verano) se siembra este cultivo en áreas que disponen de agua de riego, aprovechándose también del remanente de humedad en el suelo y que incluye al maíz amarillo duro como cultivo de rotación en algunas áreas.

**Cuadro 2.** Estimación de superficie sembrada de maíz amarillo duro por provincia: primer período (época de invierno: diciembre 2015 a mayo 2016) y segundo período (época de verano: junio a noviembre 2016).

SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE MAIZ AMARILLO DURO				
PROVINCIA	INVIERNO		VERANO	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
LOS RÍOS	77,515	38%	35,417	81%
MANABÍ	55,105	27%	2,953	7%
GUAYAS	36,536	18%	4,463	10%
LOJA	30,225	15%	125	0.3%
SANTA ELENA	1,880	1%	868	2%
EL ORO	1,282	1%	-	-
<b>Total general</b>	<b>202,542</b>		<b>43,825</b>	

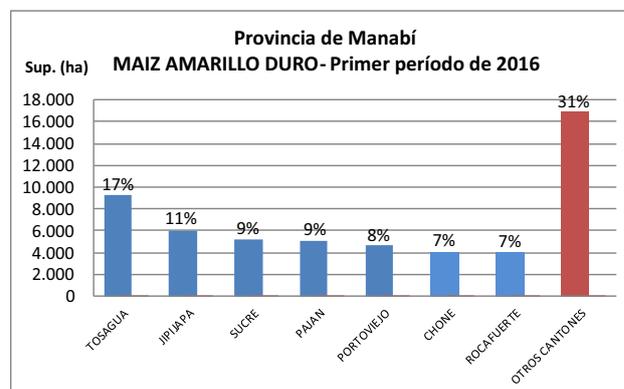
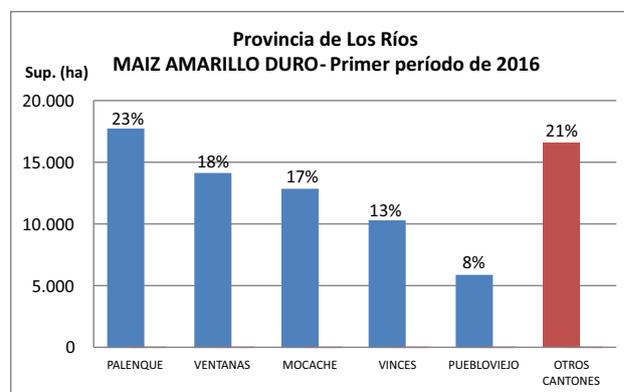
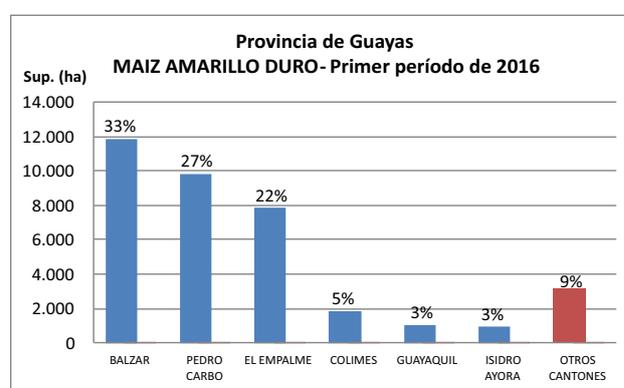
#### 3.2.1. Primer Período de Monitoreo (Invierno)

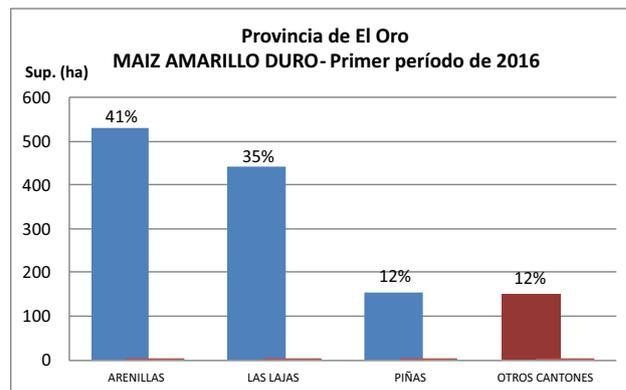
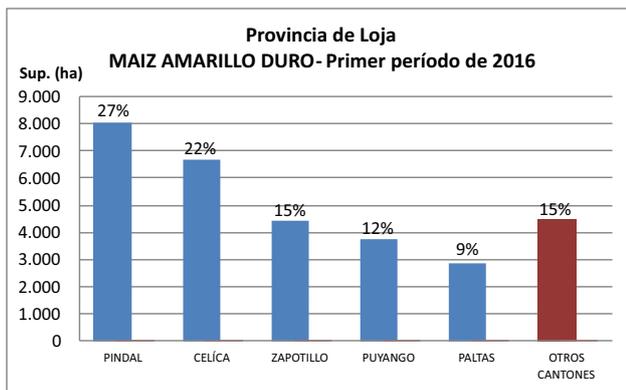
Dentro de la provincia de Los Ríos que aporta con el 38% del total de superficie para este período, se identificó como principales representantes a los cantones de Palenque (17,741 ha), Ventanas (14,186 ha), Mocache (12,903 ha) y Vinces (10,331 ha), que sumados contribuyen con el 71% del total provincial para este ciclo. En este año en la zona norte de esta provincia se presentó un problema de virosis que ocasionó una reducción de la superficie sembrada comparada con el año 2015.

En la provincia de Manabí, se registró 55,105 ha de este cultivo, donde la mayor superficie de siembra se ubicó principalmente en los cantones: Tosagua (9,214 ha), Jipijapa (5,959 ha), Sucre (5,182 ha), Paján (5,131 ha) y Portoviejo (4,613 ha), aportando de manera conjunta con el 55% aproximadamente del total de esta provincia en este ciclo.

Guayas abarcó 36,536 ha de maíz amarillo duro que se concentran en los cantones de Balzar con 11,883 ha; Pedro Carbo con 9,802 ha y El Empalme 7,856 ha, que sumados aportan con el 81% de la superficie sembrada en esta provincia. (ver gráfico 4).

**Gráfico 4.** Porcentaje de superficie de maíz amarillo duro por provincia de la época de invierno (diciembre 2015 a mayo 2016)\*





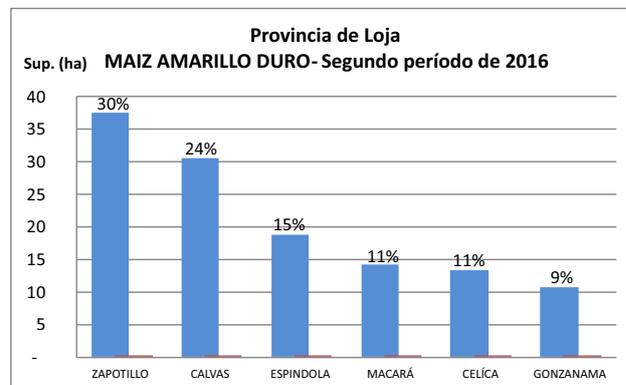
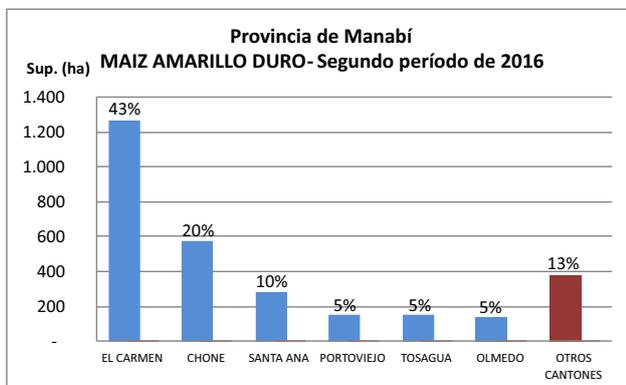
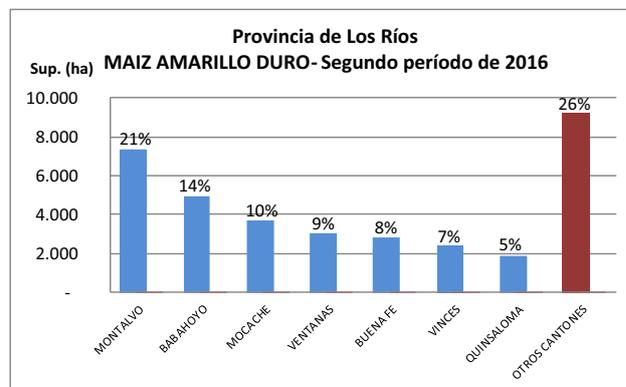
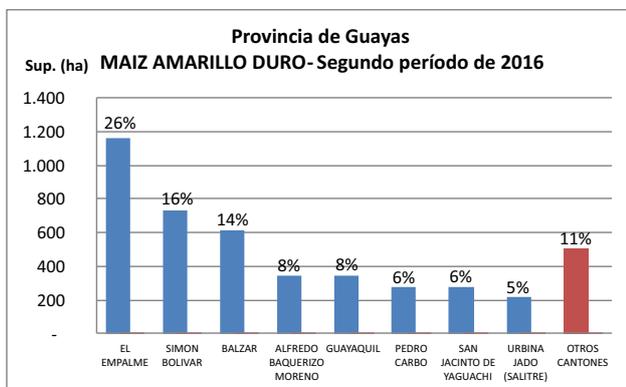
\*Porcentaje calculado en función de los totales provinciales.

### 3.2.2. Segundo Período de Monitoreo (Verano)

En el cuadro 2, se observa que para la época de verano, la provincia de Los Ríos con 35,417 ha de superficie sembrada al igual que en la época de invierno es la de mayor superficie de maíz amarillo duro, concentrándose principalmente en los cantones de Montalvo con 7,379 ha; Babahoyo con 4,950 ha; Mocache con 3,691 ha; Ventanas

con 3,034 ha; Buena Fé con 2,849 ha y Vinces con 2,393 ha; que juntos cubren el 69% del total provincial en este ciclo. En la provincia de Guayas, se estimó 4,463 ha, siendo los cantones: El Empalme (1,163 ha), Simón Bolívar (733 ha) y Balzar (612 ha) los mas representativos. En Manabí, para esta época, el cultivo se localiza principalmente en el cantón El Carmen con 1,268 ha, seguido de Chone con 578 ha y Santa Ana con 282 ha.

**Gráfico 5.** Porcentaje de superficie de maíz amarillo duro por provincia de la época de verano (junio a noviembre 2016)\*.



\*Porcentaje calculado en función de los totales provinciales, a excepción de Loja y El Oro que se muestra la superficie sembrada.

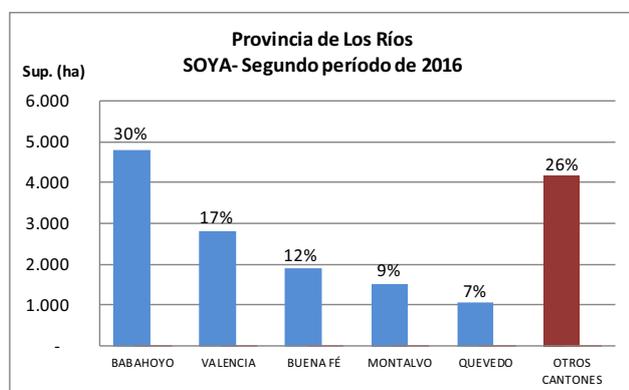
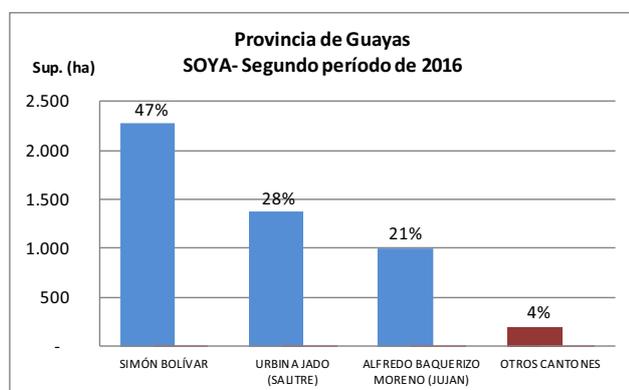
### 3.3 Soya

El cultivo de soya se produce principalmente en la época de verano (época seca), intruciéndose este cultivo como rotación en las áreas sembradas con arroz o maíz amarillo duro durante la época de invierno (época lluviosa). Este cultivo aprovecha el remanente de humedad en el suelo y constituye una muy buena alternativa para recuperar nutrientes en los suelos, principalmente nitrógeno que mejora la calidad de los mismos. En el cuadro 3 y gráfico 6, se muestran las superficies de soya por cada provincia para el año 2016.

**Cuadro 3:** Estimación de superficie sembrada del cultivo de soya para el período de verano (junio a noviembre 2016).

SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE SOYA.		
PROVINCIA	VERANO	
	Superficie (ha)	%
LOS RÍOS	16,267	76.8%
GUAYAS	4,837	22.8%
SANTA ELENA	88	0.4%
<b>Total general</b>	<b>21,192</b>	

**Gráfico 6.** Porcentajes por provincia del cultivo de soya en el año 2016\*.



\*Porcentaje calculado en función de los totales provinciales.

La provincia de Los Ríos es la que mayor superficie sembrada de soya presenta para este año, siendo los cantones de Babahoyo (4,800 ha), Valencia (2,800 ha), Buena Fé (1,900 ha), Montalvo (1,521 ha) y Quevedo (1,063 ha) los principales productores en esta provincia. Guayas aporta con un 23% a la producción total en este año, encontrándose este cultivo principalmente en los cantones de Simon Bolívar (2,271 ha), Urbina Jado o Salitre (1,374 ha) y Alfredo Baquerizo Moreno (996 ha); en los otros cantones de esta provincia se encuentran superficies menores a 100 ha.

## 4. ESTADÍSTICA COMPARATIVA ENTRE EL AÑO 2015 – 2016

### 4.1. Arroz

La estimación de superficie del cultivo de arroz registrada en el año 2016 es de 364,112 ha frente a la superficie alcanzada en el año 2015 de 358,583 ha, evidenciando un ligero crecimiento del 2% (Cuadro 4).

Para el primer cuatrimestre se evidenció una reducción del 10% aproximadamente de la superficie sembrada en comparación al mismo período del año 2015 que se debe principalmente a una distribución anormal de las precipitaciones en el año 2016, que inicialmente ocasionaron un retraso en la siembra, y que posterior se acrecentó en los meses de enero y febrero, ocasionando zonas anegadas que no permitieron el establecimiento de arroz en este período.

El decrecimiento del 10% se identificó principalmente en las provincias de Los Ríos y Guayas en donde la superficie tienen una reducción más de 6,000 ha en cada una. Esto debido al anegamiento de las zonas bajas, principalmente, en los cantones que tienen influencia directa de los ríos Daule y Babahoyo. Además la utilización de semilla reciclada provocó bajos rendimientos, los cuales se constituyen en factores determinantes para que el productor reduzca la superficie sembrada de este cultivo.

El segundo cuatrimestre del 2016, denota un crecimiento del 9% aproximadamente con respecto al mismo período del 2015, esto se debe a los retrasos en la siembra desde el primer período y que se asocia con áreas en donde el nivel del agua anegada del período invernal desciende a niveles que permiten la siembra del cultivo de arroz en esta temporada.

El incremento del 9% para este periodo se refleja principalmente en los cantones: Guayaquil, Palestina y Samborondón en la provincia de Guayas; Babahoyo y Montalvo en Los Ríos; Portoviejo y Rocafuerte en Manabí.

**Cuadro 4.** Estadísticas de la estimación de superficie sembrada de arroz por provincia en los años 2015 y 2016.

ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DE ARROZ 2015 Y 2016								
PROVINCIAS	I CUATRIMESTRE		II CUATRIMESTRE		III CUATRIMESTRE		TOTAL NACIONAL	
	Superficie sembrada (ha)		Superficie sembrada (ha)		Superficie sembrada (ha)		Superficie sembrada (ha)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
GUAYAS	87,888	81,694	131,933	140,999	19,901	23,796	239,722	246,489
LOS RÍOS	56,396	49,566	42,705	47,219	4,727	5,153	103,827	101,938
MANABÍ	5,549	3,168	5,748	6,048	119	853	11,416	10,070
EL ORO	2,021	1,945		902			2,021	2,847
LOJA	1,596	1,710		1,058			1,596	2,768
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>153,450</b>	<b>138,083</b>	<b>180,386</b>	<b>196,226</b>	<b>24,747</b>	<b>29,802</b>	<b>358,583</b>	<b>364,112</b>

Este incremento se debe al comportamineto de las precipitaciones, se han ido reduciendo paulatinamente y por ende el nivel de agua en las zonas anegadas durante el período anterior permitió la utilización de estas áreas para el cultivo de arroz.

En el tercer cuatrimestre se muestra un incremento de 5,055 ha con respecto al año 2015, siendo esta superficie el resultado del arrastre en el retraso de siembras desde el primer período y en parte al incremento de las áreas bajo riego.

El crecimiento de la superficie sembrada del 20% con respecto al año 2015, Presenta su mayor diferencia en las provincias de Guayas y Manabí.

En el caso de la provincia de Guayas esta diferencia se debe principalmente a que este año se consideró dentro de la estimación al cantón Alfredo Baquerizo Moreno

que aporta con 1,906 ha; además otros cantones como: Daule, Urbina Jado (Salitre), Santa Lucía, Samborondón denotan incrementos ligeros que van desde 400 a 200 ha aproximadamente. En la provincia de Manabí se incorporó el Cantón Sucre que por contar con sistemas de riego en la parroquia Charapotó aporoto con 622 ha aproximadamente para este período.

#### 4.2. Maíz Amarillo Duro

La estimación de superficie del cultivo de maíz amarillo duro registrada en el año 2015 fue de 310,787 ha y para el año 2016 fue de 246,367 ha, observándose una reducción del 21% de la superficie total sembrada, disminución identificada principalmente en la época de invierno y un porcentaje mínimo para el período de verano.

**Cuadro 5.** Estadísticas de la estimación de superficie sembrada de maíz amarillo duro por provincia en los años 2015 y 2016

ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DE MAIZ AMARILLO DURO 2015 Y 2016						
PROVINCIAS	INVIERNO		VERANO		TOTAL NACIONAL	
	Superficie sembrada (ha)		Superficie sembrada (ha)		Superficie sembrada (ha)	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
LOS RÍOS	98,829	77,515	39,803	35,417	138,632.0	112,932
MANABÍ	77,020	55,105	3,852	2,953	80,872.4	58,057
GUAYAS	44,029	36,536	5,922	4,463	49,950.6	40,999
LOJA	36,139	30,225		125	36,139.0	30,350
SANTA ELENA	2,958	1,880	1,092	868	4,050.4	2,747
EL ORO	1,143	1,282			1,143.0	1,282
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>260,118</b>	<b>202,542</b>	<b>50,669</b>	<b>43,825</b>	<b>310,787</b>	<b>246,367</b>

En la época invernal, el cultivo de maíz amarillo duro presentó una disminución del 22% de superficie sembrada en el 2016 con respecto al año anterior, principalmente en las provincias de Santa Elena, Manabí, Los Ríos y Guayas.

Como lo menciona el Proyecto Nacional de Semillas Para Agroclenas Estratégicas, en su informe sobre los resultados del estudio de estado fitosanitario del cultivo de maíz amarillo duro (marzo de 2016), en el período de marzo 2016, se presentó un problema de virosis, afectando algunos cantones de la provincia de Los Ríos como: Valencia, Quinsaloma, Buena Fé y Pueblo Viejo, principalmente. En la provincia de Guayas el cantón de mayor afectación fué El Empalme y en menor grado el cantón Balzar. Este problema provocó que en muchos casos los productores afectados quemaran sus cultivos para evitar la proliferación del virus, lo que ocasionó que esas áreas no sean consideradas dentro del presente análisis. Contrario a lo expuesto anteriormente, se evidencia que para el año 2016 en la provincia de El Oro existió un ligero incremento que representa el 12% (139 ha) con respecto al mismo período del año 2015 en esta provincia.

Para la época de verano, se observó una reducción del 14% aproximadamente para el año 2016 en comparación con el año anterior, principalmente en la provincia de Guayas (cantón El Empalme); Manabí (Tosagua y Portoviejo), Santa Elena y Los Ríos (Ventanas, Babahoyo y Montalvo). Esta situación se debe a la distribución anormal de las precipitaciones presentada en este año y al temor a que se produzcan nuevas pérdidas por presencia de virus como lo sucedido en el período anterior, factores que incidieron en la decisión del productor para reducir la superficie sembrada en este período. Además en la provincia de Manabí se ha podido evidenciar un cambio de uso de la tierra a cultivos como el maní y el fréjol de palo, siendo ésta la principal causa de la reducción en esta provincia.

## 5. ESTUDIO DE CASO: EVALUACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN Y EL NDVI EN LOS CULTIVOS DE ARROZ Y MAÍZ AMARILLO DURO.

El índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) es una medida de vegetación verde y saludable. La combinación de su formulación de diferencia normalizada y el uso de las regiones más altas de absorción y reflectancia de la clorofila, la hacen robusta en una amplia gama de condiciones. Sin embargo, puede saturarse en condiciones densas de vegetación cuando el IAF se eleva.

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

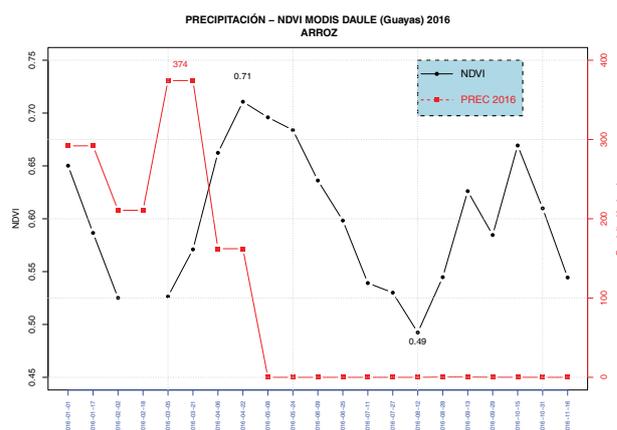
La oferta de agua en la temporada de lluvia, tiene una marcada ocurrencia estacional, convirtiéndose muchas veces es un factor incierto. La relación existente entre el NDVI (Normalize Difference Vegetation Index, por sus siglas en inglés) y las variables climáticas especialmente la precipitación, se debe a que la disponibilidad del agua sobre la vegetación, cambia considerablemente entre sus períodos fenológicos (Ovando. G., 2006).

El NDVI cuantifica la cantidad de radiación fotosintética activa que es absorbida por la vegetación. Así, se ha determinado que entre más radiación absorbe la vegetación esta es fotosintetizada en mayor medida y por ende la vegetación es más productiva y viceversa. (Weier y Herring., 2000)

En este contexto, el presente análisis se ha realizado considerando como base dos estaciones representativas de acuerdo a la zona de producción y se ha correlacionado con datos del sensor MODIS para cada cultivo. Para el caso del cultivo de arroz en el cantón Daule y para el cultivo de maíz amarillo duro en el cantón Mocache.

Las diferentes etapas de madurez de los cultivos tienen un marcado de reflectancia espectral que detectan los diferentes sensores remotos, lo cual nos permite tener un registro, y un seguimiento temporal por medio de índices espectrales y distinguir las diferentes coberturas como se muestra en Gráfico 7 para el cultivo de arroz; y en el Gráfico 9 para el caso del maíz amarillo duro.

**Gráfico 7.** Evaluación de la precipitación y su correlación con el NDVI para el año 2016 del cultivo de arroz.

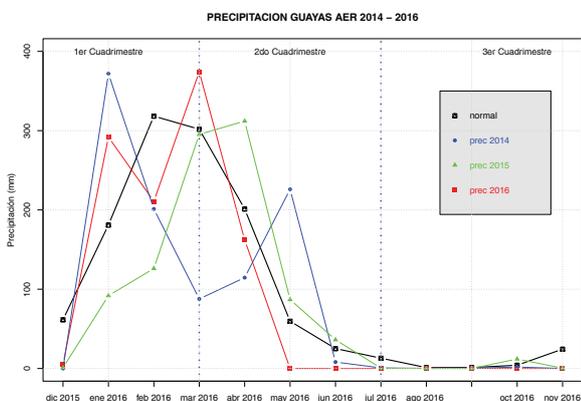


Al relacionar el comportamiento temporal de la precipitación y el comportamiento de la cobertura vegetal se logra identificar la respuesta de la vegetación a los cambios en los regímenes de precipitación, dado que la oferta de agua es el factor fundamental que determina

el inicio de ciclos de producción de los cultivos. Para el cultivo de arroz se evidencia como el NDVI ha decrecido hasta febrero de 2016 como respuesta del ciclo anterior que serían las últimas cosecha del 2015; mientras que para inicios de marzo, con el incremento de las lluvias, se planifica y se toma decisiones para el establecimiento del nuevo ciclo, ya que aquí se define las fechas de siembra para aprovechar de manera integral la presencia de lluvias. El comportamiento del NDVI se encuentra en relación inversamente proporcional con la precipitación, es decir: a medida que las lluvias van disminuyendo el NDVI se va incrementando como se muestra en el periodo que inicia en marzo y termina en julio de 2016 coincidiendo con los datos recolectados en campo por las UZI para el invierno del mismo año, en consecuencia de esto para agosto comenzó el ciclo que lo denominamos de “verano” o segundo período.

Para medir el inicio de la temporada de lluvias se ha utilizado los datos históricos y actuales desde diciembre de 2013 hasta diciembre de 2016 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) determinando la cantidad de lluvia mensual y anual de los años 2014, 2015 y 2016 como se observa en el Gráfico 8, lo que nos han permitido establecer si existieron diferencias anuales y cuál fue su influencia en el NDVI para el año 2016.

**Gráfico 8.** Evaluación de la precipitación en la estación GUAYAQUIL AER para el año 2016.

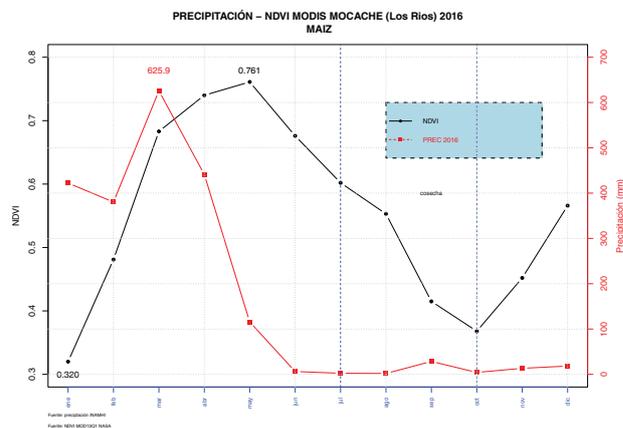


En el caso de Guayas se tomó los datos de la estación GUAYAQUIL AER de los años 2014, 2015, 2016 y con la aplicación de la capa isoyetas se determinó la precipitación sobre un área de influencia. Como se puede observar el comportamiento histórico de las precipitaciones del año 2014 fue menor con respecto a la normal (comportamiento de las precipitaciones desde 1981 hasta 2010). En comparación al año 2015 y 2016 se nota el retraso de los picos de lluvias que influyó directamente en la fecha de siembra de arroz.

En las relaciones entre el NDVI y las variables climáticas, en especial las precipitaciones, debe tomarse en cuenta la estacionalidad de la vegetación, debido a que la disponibilidad de agua sobre la vegetación cambia considerablemente entre sus diferentes periodos fenológicos (Wang et al., 2001).

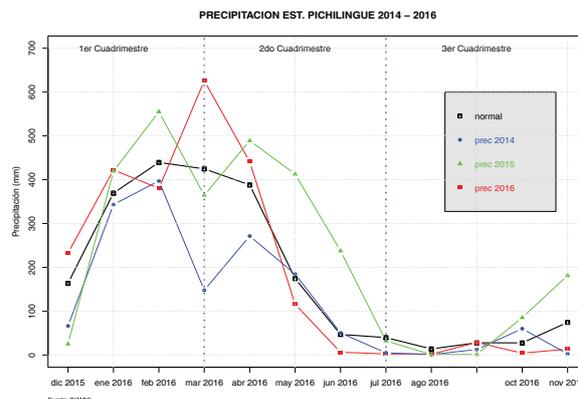
Los resultados que presenta el cantón Mocache en la provincia de Los Ríos fueron cotejados con la estación Pichilingue y se puede apreciar el comportamiento del NDVI, a partir de enero, donde empezaron las siembras mostrando un valor mínimo de 0.320 del NDVI y su proceso de crecimiento hasta alcanzar un valor máximo de 0.720 del NDVI lo que refleja el aumento de materia verde o crecimiento de la planta para el mes de mayo y el claro descenso cuando empiezan las cosechas como se puede observar en el Gráfico 9.

**Gráfico 9.** Evaluación de la precipitación y su correlación con el NDVI para el año 2016 del cultivo de maíz amarillo duro.



Con respecto a las precipitaciones, el año 2016 fue un año atípico con precipitaciones mayores a los 600 mm el mes de abril, sobrepasando su valor con respecto a la normal lo cual repercutió en el retraso de las siembras como se puede observar en el Gráfico 10.

**Gráfico 10.** Evaluación de la precipitación en la estación PICHILINGUE para el año 2016.



## 6. CONCLUSIONES

- Para el cultivo de arroz, la provincia del Guayas es la más representativa, aportando con 246,489 ha anuales y que representa aproximadamente el 68% del total de superficie sembrada durante el 2016. Se evidencia además que en el segundo cuatrimestre se registra su aporte más importante, y que abarca el 39% del total nacional para el año 2016. La provincia de Los Ríos es la subsiguiente en cuanto a área sembrada de arroz se refiere, aportando con el 28% aproximadamente del total de este cereal en el año 2016, siendo su aporte relativamente similar para el primer y segundo cuatrimestre. Las provincias de Manabí, Loja y El Oro tienen aportes menores al 3% del total de la superficie sembrada para el 2016, destacándose el aporte de Manabí para el segundo cuatrimestre con una superficie de 6,048 ha. Para el caso de las provincias de Loja y El Oro su mayor aporte se realiza en el primer cuatrimestre con superficies de 1,710 y 1,945 ha, respectivamente.
- La superficie de siembra del cultivo de arroz, se concentra en las provincias de Guayas y Los Ríos. La dinámica de siembra en la provincia del Guayas es de una menor superficie cultivada (81,694 ha) en el primer cuatrimestre de monitoreo a una mayor superficie en el segundo cuatrimestre (140,999 ha). Esta situación se debe al aprovechamiento de ciertas pozas formadas en invierno y utilizadas en la época de verano, además que para el segundo período el nivel de agua en las zonas anegadas especialmente cantones aledaños al Río Daule desciende de manera que permite la utilización de muchas zonas para el cultivo de este cereal en esta época. Para la provincia de Los Ríos ésta dinámica es inversa para este año, decreciendo la superficie sembrada en 2,347 ha para el segundo período, debido esto principalmente a que muchas zonas son utilizadas para el cultivo de maíz amarillo duro y soya que son usados generalmente como parte de la rotación en esta provincia. Adicionalmente en algunos cantones de las provincias de Guayas y Los Ríos principalmente, por contar con sistemas de riego se realizan más de dos ciclos de producción en el año, aportando de manera conjunta con 28,949 ha y que abarcan el 97% de la superficie sembrada en el tercer período del 2016.
- Para el cultivo de arroz, considerando la superficie sembrada total de este año, Babahoyo, Daule, Samborondón, Santa Lucía y San Jacinto de Yaguachi son los cantones de mayor representación, los mismos que a excepción de Babahoyo, muestran su mayor aporte para el segundo cuatrimestre

favorecidos por el descenso del nivel de agua. En el caso del cantón Babahoyo muestra una superficie relativamente similar para los dos primeros cuatrimestres.

- La superficie estimada de siembra para el cultivo de maíz amarillo duro en el área de estudio para el año 2016 es de 246,367 ha, de las cuales en la época de invierno se sembraron 202,542 ha que representan el 82% del total anual. Esto se debe principalmente a que por la temporada invernal los productores aprovechan las precipitaciones para cultivar sus campos.
- En cuanto a la superficie sembrada de maíz amarillo duro, la provincia de Los Ríos es la más representativa ya que aporta aproximadamente con el 46%, seguida de Manabí que con 58,057 ha aporta con el 24% del total anual de este cereal; Guayas y Loja ocupan los siguientes lugares, aportando el 17% y 12%, respectivamente.
- Los cantones de Palenque, Ventanas, Mocache y Vinces de la provincia de Los Ríos, seguidos de Balzar y Pedro Carbo en Guayas y Tosagua de Manabí lideran la tabla de superficie sembrada de maíz amarillo duro para el año 2016, con lo cual se identifica que la mayor superficie de este cultivo se concentra en la zona norte de las provincias de Los Ríos y Guayas.
- El monitoreo satelital continuo con imágenes RapidEye, ha permitido obtener una mayor cantidad de imágenes de la zona de estudio, solventando con esto gran parte de los problemas presentados por nubosidad, permitiendo además un mejor análisis del ciclo de producción y la oportunidad de seleccionar las imágenes que mejor respuesta espectral de los cultivos en estudio presentan. En las zonas que aún se presentaron problemas con nubosidad y bruma se ha intensificado el trabajo de campo lo que ha permitido mejorar la precisión y calidad del resultado.
- Con el análisis de las precipitaciones y su correlación con la respuesta espectral del cultivo medido a través del NDVI, se puede evidenciar como las precipitaciones condicionan la superficie sembrada de los cultivos en estudio, mostrándose además como los productores se adaptan y modifican sus fechas de siembra de acuerdo a la presencia de lluvias.

## 7. RECOMENDACIONES

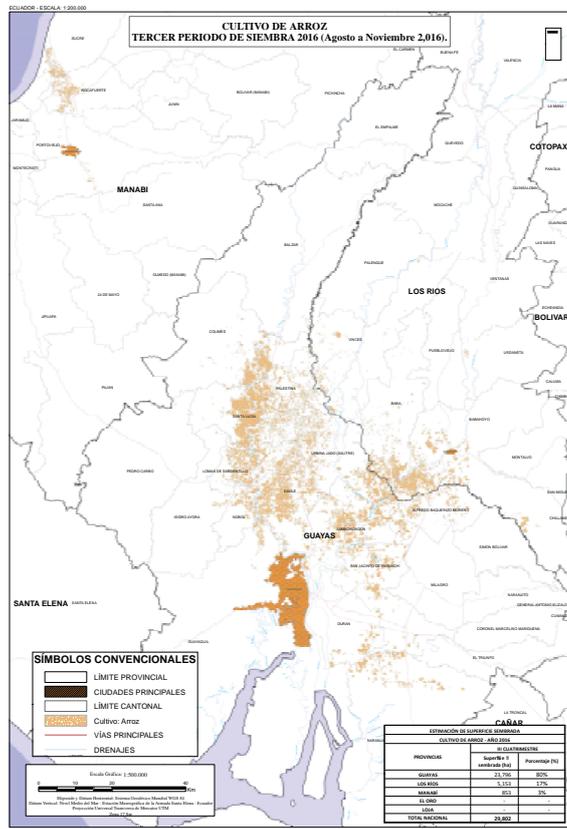
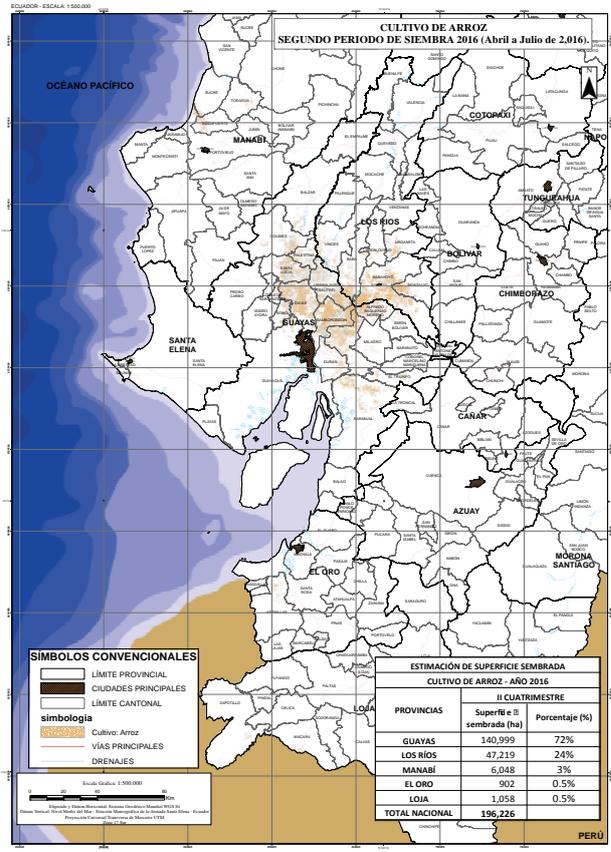
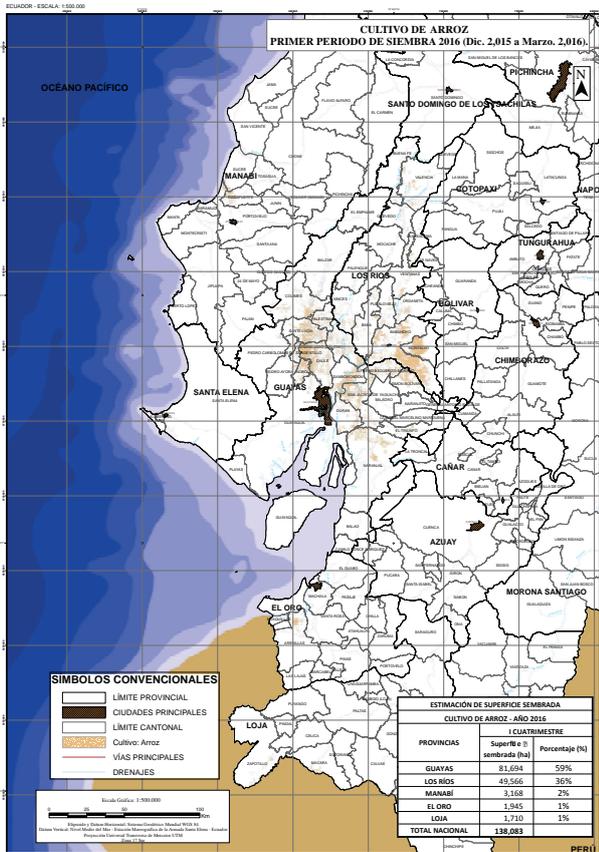
- Mantener un monitoreo satelital continuo del área de estudio que permitiera evaluar cada detalle con respecto a las actividades agrícolas de este sector.

- Continuar con el monitoreo anual de superficies sembradas de arroz, maíz amarillo duro y soya, como línea base para la toma de decisiones en beneficio del desarrollo agropecuario de estos sectores.
- Profundizar en el estudio de índices (vegetación, agua y suelo) y sus relaciones con los cultivos en estudio, para tener una mayor información que coadyuve al análisis espectral y que permita a futuro la incorporación de procesos automatizados dentro de la estimación de superficie sembrada.
- Desarrollar investigación que permita incorporar nuevos procesos dentro de la estimación de superficie sembrada, buscando optimizar el tiempo de respuesta y alternativas para reducir la dependencia de insumos libres de nubes.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. CAMPBELL, TAYLOR & FRANCIS (2002). Introduction to remote sensing. Third Edition. p.465.
2. CHUVIECO, S. EMILIO (2002). Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. Editorial ariel S.A. España.
3. Ovando, G., De La Casa, A., Relación entre la precipitación e índices de vegetación durante el comienzo del ciclo anual de lluvias en la provincia de córdoba, Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias [en línea] 2006, 35 (abril) : [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2017] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86435105>> ISSN 0325-8718.
4. Weier, J. y Herring, D. 2000. Measuring vegetation (NDVI & EVI). Earth Observatory. En línea fecha de consulta 1 de marzo de 2017 disponible en: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/>

# MAPA DE UBICACIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ EN LOS TRES PERÍODOS DE MONITOREO AÑO 2016



# MAPA DE UBICACIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ AMARILLO DURO EN LOS DOS PERÍODOS DE MONITOREO AÑO 2016

