



# Informe resumen del proyecto final

**Proyecto “Clima, Agro y Transferencia del Riesgo” (CAT)  
BMU/Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit  
(GIZ)**

**Empresa consultora:**

**GAF AG**

**Informe Final**

**Munich, noviembre de 2018**

El proyecto Clima, Agro y Transferencia del Riesgo se desarrolla en el marco de la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania.

# “GESTIÓN FINANCIERA INTEGRAL DE RIESGOS CLIMÁTICOS EN EL SECTOR AGRÍCOLA EN EL PERÚ”

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)  
Número de transacción: 81196249  
No. de procesamiento: 12.9220.0-001.00  
País: Perú

## **Informe resumen del proyecto final**



**Gestión financiera integral de riesgos  
climáticos en el sector agrícola en el  
Perú**



*Preparado por*



*Compañía:*

*Dirección:*

Arnulfstr.199, 80634 Múnich, ALEMANIA

*Teléfono:*

+49 (0)89/121528-0

*Fax:*

+49 (0)89/121528-79

*Email:*

info@gaf.de

*Internet:*

<http://www.gaf.de>

*Fecha de emisión:*

Noviembre 2018

## Índice

<b>1</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>LA IMPORTANCIA DE TENER INFORMACIÓN AGRÍCOLA CONFIABLE.....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>RETOS QUE PRESENTA EL ACTUAL SISTEMA DE INFORMACIÓN AGRÍCOLA EN EL PERÚ.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<b>Métodos actuales.....</b>	<b>14</b>
4.1.1	Sectores estadísticos.....	15
4.1.2	Método no probabilísticos (Informantes Calificados).....	18
4.1.3	Método probabilístico.....	19
4.1.4	Resumen de los métodos actuales.....	20
<b>4.2</b>	<b>Actores.....</b>	<b>23</b>
4.2.1	Mapeo de actores .....	23
4.2.2	Resumen de actores.....	29
<b>4.3</b>	<b>Registros administrativos.....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>MÉTODO(S) ALTERNATIVO(S) USANDO TECNOLOGÍA DE TELEDETECCIÓN (MAA &amp; RENDIMIENTO) .....</b>	<b>38</b>
<b>5.1</b>	<b>Enfoque.....</b>	<b>42</b>
<b>5.2</b>	<b>Definición del sector de tierras de cultivo .....</b>	<b>43</b>
<b>5.3</b>	<b>Desarrollo de una Máscara de Tierras de Cultivo – Mapa de Áreas Agrícolas (MAA) .....</b>	<b>43</b>
<b>5.4</b>	<b>Recolección de información sobre la producción agrícola .....</b>	<b>46</b>
5.4.1	Método de Informantes Calificados.....	47
5.4.2	Método de registros administrativos.....	48
5.4.3	Método probabilístico (Marco de Muestreo de Áreas) .....	49
<b>5.5</b>	<b>Máscara de tierras de cultivo mediante el método de teledetección .....</b>	<b>52</b>

5.6	Estimación del rendimiento .....	53
6	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS USANDO DISTINTOS MÉTODOS Y FUENTES DE DATOS.....	56
6.1	Máscara de tierras de cultivo en el Perú – Mapa de Áreas Agrícolas (MAA) .....	56
6.1.1	Establecer la cartografía de base y temática .....	57
6.1.2	Selección y procesamiento de imágenes satelitales .....	58
6.1.3	Validación en campo .....	63
6.2	Resultados – MAA en Chongoyape.....	64
6.3	Resultados – MAA en Kishuará.....	66
6.4	Resultados – MAA en Campoverde .....	75
6.5	Resultados de los modelos estadísticos de rendimiento para el Perú – Rendimiento del maíz amarillo	81
6.5.1	Temperatura .....	81
6.5.2	Precipitación .....	82
6.6	Conclusión de la estimación del rendimiento de cultivo para el maíz.....	83
7	PERSPECTIVA.....	85
8	BIBLIOGRAFÍA .....	86
9	ANEXO .....	87
9.1	Anexo 1.....	87

## Lista de figuras

Figura 1: Sistema de Gestión de Información Agrícola (SGIA) .....	12
Figura 2: Estructura del SGIA .....	13
Figura 3: Distribución del tamaño de los sectores estadísticos por región “natural”, 2016 (Fuente: Sectores Estadísticos, MINAGRI).....	16
Figura 4: Ejemplo de los Sectores de Empadronamiento Agropecuario (SEA) y de los Sectores Estadísticos, 2016.....	17
Figura 5: Sectores estadísticos, cuencas y pueblos en Lambayeque .....	18
Figura 6: Mapa de actores del Sistema de Información Agrario. Fuente: GAF 2016.....	27
Figura 7: Distribución del área irrigada según la Comisión de Chancay-Lambayeque (2015-2016).....	32
Figura 8: Registro creado por un sectorista en Monsefú .....	33
Figura 9: Registro de los cambios del área agrícola en of Chongoyape .....	34
Figura 10: Desventajas del sistema de informantes calificados.....	38
Figura 11: Factibilidad de establecer un Sistema de Registros Administrativos en Perú	39
Figura 12: Uso de un Marco de Muestro estadísticamente válido.....	40
Figura 13: Hoja de ruta para mejorar el Sistema de Información Estadística Agraria.....	41
Figura 14: Elementos del marco maestro .....	42
Figura 15: Máscara de tierras de cultivo en Chongoyape.....	46
Figura 16: Regiones del Perú .....	50
Figura 17: Método de selección de cuadrícula .....	51
Figura 18: Flujograma del modelo empírico de rendimiento (según Gornott y Wechsung, 2016).....	55
Figura 19: Sectores estadísticos en Chongoyape.....	57
Figura 20: Catastro rural en Chongoyape, Elaboración: GAF AG .....	58
Figura 21: Resolución espectral del Sentinel 2A. Fuente: Agencia Espacial Europea.....	59
Figura 22: Resolución espectral y espacial del 2A. Fuente: Agencia Espacial Europea ...	59
Figura 23: Imagen Sentinel 2A del valle Chancay-Lambayeque.....	60

Figura 24. Imágenes Sentinel 2A de Kishuará .....	60
Figura 25: Clasificación supervisada de Chancay-Lambayeque.....	61
Figura 26: Validación en campo.....	64
Figura 27: Versión final del MAA en Chongoyape .....	65
Figura 28. Ubicación del distrito de Kishuará .....	67
Figura 29. Distrito de Kishuará – Imágenes satelitales .....	68
Figura 30. Mapa de elevación de Kishuará .....	69
Figura 31. Cultivos de maíz y papa en Kishuará (noviembre 2017) .....	70
Figura 32. MAA de Kishuará.....	72
Figura 33: MAA de Kishuara– Detalle.....	74
Figura 34. Ubicación del distrito de Campoverde, Fuente: Google Maps.....	76
Figura 35. Distrito de Campoverde – Imágenes satelitales, Fuente: Google Maps, INEI .	77
Figura 36 Cultivo de palma aceitera en Campoverde (Mayo 2018), Fuente: Google Earth .....	77
Figura 37: Campos de arroz en Campoverde.....	78
Figura 38: Árboles de palma aceitera Campoverde .....	79
Figura 39. MAA de Campoverde.....	80
Figura 40: Temperatura promedio en la temporada de cultivo del 2013 al 2017 en Lambayeque .....	82
Figura 41: precipitación promedio en la temporada de cultivo del 2013 al 2017 en Lambayeque .....	82
Figura 42: Resultados del modelo para el departamento de Lambayeque .....	83

## Lista de tablas

Tabla 1: Distribución del ENA por tipo de finca, 2014-2017 .....	20
Tabla 2: Distribución del ENA por tipo de finca, 2014-2017 .....	24
Tabla 3: Grupos de máscaras de cultivo .....	52
Tabla 4: Clasificación del MAA .....	63
Tabla 5: Distribución de la tierra por tipo, versión final .....	65
Tabla 6: Estimación del área agrícola según distintas fuentes, Chongoyape .....	66
Tabla 7. Resultados del MAA para Kishuara .....	73
Tabla 8: Estimación del área agrícola según distintas fuentes, Kishuara .....	75
Tabla 9. Resultados del MAA para Campoverde.....	79
Tabla 10: Área agrícola total según distintas fuentes (ha) .....	81

## 1 Resumen ejecutivo

El sector agrícola es parte importante de la economía peruana y continuará siendo importante en el futuro cercano. El ingreso agrícola es el ingreso más importante si no el único ingreso de la población rural pobre del país. Por lo tanto, es una herramienta importante para reducir la pobreza rural.

Las últimas estadísticas censales indican que alrededor del 26% de toda la fuerza laboral tiene que ver con la agricultura. Asimismo, la agricultura representa 6% del PBI del país. Sin embargo, muchos sistemas de producción agrícola continúan siendo vulnerables a los impactos, especialmente a los eventos climáticos extremos asociados con el fenómeno de El Niño y el cambio climático a largo plazo, tal como lo indica el Banco Mundial<sup>1</sup>. Pero la cobertura del seguro agrícola en el Perú aún es muy limitada. Una de las principales razones por las que no existe un sistema agrario comercial en el Perú es la falta de información agrícola confiable. Esto ha sido recalcado en varias ocasiones por las compañías comerciales de seguros, y también en las distintas plataformas durante nuestro trabajo en Perú. La falta de información confiable tiene un impacto negativo sobre el costo del seguro agrícola y por lo tanto la gran mayoría de agricultores no puede usar este sistema.

El método estadístico agrario que actualmente usa el Ministerio de Agricultura del Perú se basa en estimaciones hechas por los informantes calificados. Sin embargo, este método es completamente subjetivo y por lo tanto produce resultados parcializados. Además, las estimaciones no son replicables y no incluyen ninguna medida de error. El equipo GAF comparó los resultados producidos por el sistema de Informantes Calificados con los resultados obtenidos de imágenes satelitales de la Costa, Sierra y Selva. Adicionalmente, se compararon los resultados del método de Informantes Calificados con estadísticas producidas por otras fuentes como las Asociaciones de Usuarios de Agua, Asociaciones de Agricultores y Encuestas Agropecuarias. Se puede ver que las estadísticas producidas por el método de Informantes Calificados están constantemente muy por debajo de los resultados producidos por las imágenes satelitales y otras fuentes. Esto indica que las estadísticas sobre la producción agrícola no están reflejando la realidad del suelo peruano y pueden ser mucho más que las estimaciones; de hecho, el uso que se le da a la tierra cambia regularmente en el Perú. Según el informe del Banco

---

<sup>1</sup> Tomando impulso en la agricultura peruana:

Oportunidades para aumentar la productividad y mejorar la competitividad, Banco Mundial, 2017

Mundial mencionado anteriormente, aproximadamente 14.3 millones de nuevas áreas agrícolas se desarrollaron entre 1972 y 2012. Adicionalmente, la topografía peruana representa un reto, por lo que es casi imposible que un informante calificado pueda estimar la cantidad de producción agrícola dentro de un área específica.

Cualquier sesgo en las estimaciones de las estadísticas agrícolas tiene un impacto negativo no solo en el sector de seguros sino también en los cálculos del PBI y la participación del sector agrícola en el PBI total. En general, es muy posible que las estrategias sobre la política agrícola del país estén siendo decididas usando información poco confiable como base. Las políticas agrícolas erróneas causan altas tasas de migración de las áreas rurales a las áreas urbanas. De hecho, el último censo de población indica que 78% de toda la población vive en las áreas urbanas del Perú.

Por lo tanto, es importante cambiar el método para calcular/estimar las estadísticas agrícolas en el Perú. Este sería el primer paso para desarrollar un marco de muestreo agrícola georreferenciado que todavía no se encuentra disponible. Se necesita urgentemente un marco de este tipo, no solo para las encuestas agropecuarias sino también para el próximo censo agrario, tal como lo indicó la gerencia del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Por ello, antes que nada, el equipo GAF sugiere desarrollar un marco de muestreo agrícola georreferenciado haciendo uso de imágenes satelitales actuales junto con Sistemas de Información Geográfica. La actual tecnología satelital permite producir el mapa de áreas agrícolas (MAA) a un menor costo que hace algunos años atrás, ya que las imágenes satelitales Sentinel están ampliamente disponibles y son gratuitas. Adicionalmente, el Perú tiene su propio satélite. Por lo tanto, no hay razón para no desarrollar un marco de muestreo agrícola de alta calidad con imágenes satelitales en el Perú.

El siguiente paso es desarrollar la metodología estadística para estimar las estadísticas agrarias usando el marco de muestreo agrícola georreferenciado. El muestreo probabilístico es el mejor método para el Perú. El uso de una metodología de estimación basada en una cuadrícula permitirá producir estadísticas agrarias en cualquier límite administrativo o geográfico (cuencas, valles, etc.).

En general, es crucial que Perú produzca estadísticas agrarias confiables y precisas para aumentar el uso del seguro agrícola comercial. El uso del seguro agrícola es muy importante para los agricultores de bajos ingresos ya que ellos son más vulnerables a los impactos negativos del cambio climático. Actualmente existe una oportunidad única para que los resultados promisorios de este proyecto de la GIZ, elaborado por un equipo de expertos nacionales e internacionales, sea integrada en el programa de inversión PIADER. De llevarse esto a cabo, dentro de algunos años, el Perú tendría un sistema de información agrícola moderno y de alta calidad que cubra la necesidad de información de los crecientes sectores agrícola, financiero y de seguro.

## 2 Introducción y contexto

En 2013, se creó el proyecto Clima, Agro y Transferencia de Riesgo (CAT) para diseñar un sistema de transferencia de riesgo sostenible (STRS) para mejorar la adaptación de la agricultura peruana a eventos climáticos extremos dentro del contexto del cambio climático. En ese sentido, los sistemas de información agraria proveen información crucial no solo sobre el alcance del evento climático negativo, sino también sobre las características de la población objetivo para diseñar productos de seguro nuevos y más precisos.

Dentro del alcance el proyecto GIZ CAT, se identificó que la información agrícola en el Perú tiene severas limitaciones y que la asistencia técnica internacional podría proveer soluciones y mejores métodos al usar enfoques estadísticos modernos y tecnologías de teledetección.

En un primer momento, se analizó el sistema de información agrícola que se usa actualmente (ver Capítulo 4) y se elaboró una hoja de ruta hacia un Sistema de Información Agrícola (ver Capítulo 5.1).

Más adelante se le dio un énfasis especial a las áreas agrícolas y tierras cultivadas, pues esta es la información base más importante sobre la cual se genera otro tipo de información como el rendimiento y la producción agrícola. El Mapa de Áreas Agrícolas se tuvo lugar en tres áreas piloto (“Chongoyape”, “Kishuará” y “Campoverde”) que se encuentran en las tres principales regiones naturales del Perú: la costa, la sierra y la selva.

El último paso fue lidiar con la complejidad de hacer las estimaciones de rendimiento. Para todo el Perú, los rendimientos del maíz fueron estimados utilizando un modelo estadístico de cultivo.

La GIZ asignó las tareas antes mencionadas a una compañía de teledetección internacionalmente reconocida que se especializa en aplicaciones de teledetección para la agricultura llamada GAF AG. Dicha compañía formó un equipo de expertos nacionales e internacionales (estadísticas agrícolas, análisis de teledetección, TI y bases de datos) y además integró la experiencia del Instituto de Potsdam para el Clima (PIK) en el modelamiento de cultivos y de la Compañía de Reaseguros de Múnich en gestión de riesgos agrícolas.

### 3 La importancia de tener información agrícola confiable

Contar con información agrícola confiable tiene una importancia estratégica a nivel nacional e internacional. En las últimas décadas, las grandes potencias, EE.UU. y China, han invertido en recursos humanos y grandes cantidades de dinero para poder establecer sistemas de información para estimar la producción agrícola a escala mundial. A diferencia de estos grandes esfuerzos, los sistemas de información agrícola en muchas economías en desarrollo se han paralizado o incluso eliminado, lo que ha llevado a contar con información poco confiable sobre la producción agrícola a nivel nacional. Este también es el caso del Perú (ver Capítulo 4).

Este es un hecho sorprendente si se considera el dinámico desarrollo y crecimiento que ha tenido la producción agrícola durante la última década en el Perú. Por lo tanto, en este país apremia la necesidad de contar con información agrícola confiable para una gran variedad de beneficiarios, que son:

Sector público:

- Ministerio de Agricultura (MINAGRI): para definir políticas agrícolas, asignar recursos humanos y financieros, planificar inversiones, p. ej. sistemas de riego, evaluar pérdidas en caso de catástrofes
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF): planificar inversiones, asignar recursos financieros para la gestión de riesgos y pagos por desastres

Sector privado:

- Agricultores de distintos tamaños y condiciones socio-económicas: planes de cultivo, estrategias de marketing, inversiones
- Proveedores de entrada: estrategias de marketing y planificación de redes regionales
- Compradores y procesadores de materias primas agrícolas: planear las instalaciones de almacenamiento y procesamiento, transporte y logística
- Bancos: asignar recursos financieros y planificar créditos agrícolas (específicos al sector y región)
- Seguro: estrategia de marketing, redes de ajuste de pérdidas, desarrollo de productos

Los sistemas de información agrícola son elementos clave de toda economía que cuente con un importante sector agrario. En lugar de un conjunto fijo de componentes que proveen información, los sistemas de información agrícola pueden ser conceptualizados como procesos donde los agricultores, actores, investigadores, minoristas y el gobierno

interactúan y comparten información para la toma de decisiones. La información agrícola es crucial no solo para diseñar políticas dirigidas a garantizar la seguridad alimentaria, un uso sostenible de los recursos naturales o proveer herramientas de protección social dirigidas a la población rural, sino de manera más amplia, para todo el funcionamiento de la actividad agrícola del país. Por lo tanto, los sistemas de información agrícola son multidireccionales, en el sentido de que la información es recogida y utilizada por varios actores al mismo tiempo. Un sistema agrícola integral donde se presenten las decisiones y resultados de los agentes, en vez de uno donde solo se consulten las entradas y salidas de manera contable representa un enfoque moderno hacia un sistema de información agrícola que ayudaría de manera adecuada al diseño de políticas para el sector agrícola.

La manera ideal de recolectar estadísticas agrarias es a través del desarrollo de un Sistema de Gestión de Información Agrícola (SGIA) en el país. Sin embargo, para poder desarrollar dicho sistema, se necesita la cooperación y el trabajo conjunto de varias organizaciones gubernamentales relevantes.



Figura 1: Sistema de Gestión de Información Agrícola (SGIA)

Los beneficios del SGIA se pueden resumir en:

- Aumento en la productividad e ingreso de los agricultores

- Aumento en los ingresos del Gobierno
- Proteger a los agricultores con la ayuda de un sistema de seguros bien establecido
- Permite al Gobierno diseñar mejores políticas agrarias
- Proporciona alertas tempranas sobre la producción y calidad
- Permite un uso mejor y más eficiente del agua y fertilizantes
- Permite a los usuarios acceder a datos a través del portal web
- Permite al Gobierno establecer un sistema electrónico (E-system) para los agricultores/usuarios
- Tener un SGIA establecido también aumenta la eficiencia y la productividad de la producción animal
- Servicios más eficientes y mejores para el cuidado de animales
- Alertas tempranas sobre posibles problemas relacionados a la producción animal
- Mejor desarrollo de políticas
- Monitoreo a tiempo
- Mejor monitoreo de los impactos del cambio climático

Se requiere que las organizaciones relevantes desarrollen varias bases de datos para poder establecer un Sistema de Gestión de Información Agrícola eficaz y eficiente. La figura a continuación representa la estructura del SGIA.

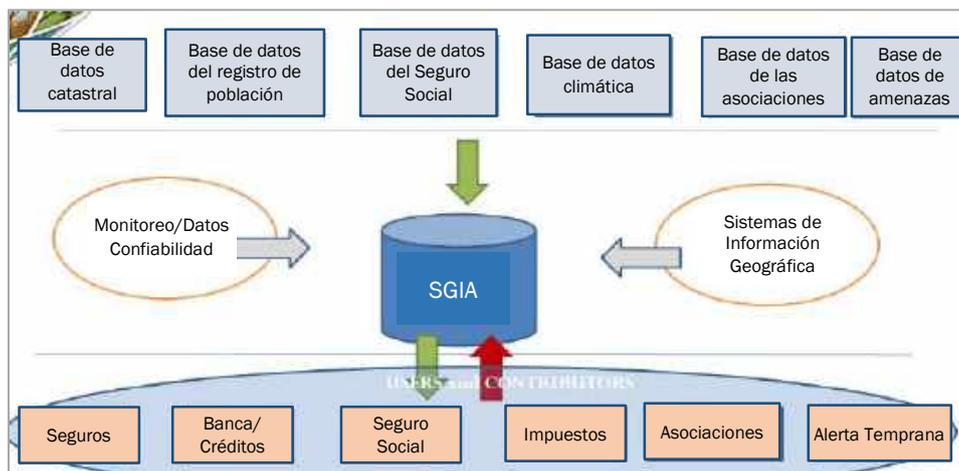


Figura 2: Estructura del SGIA

Establecer un sistema SGIA eficiente requiere de tiempo y un gran presupuesto. Sin embargo, la rentabilidad de la inversión es muy alta y el periodo de recuperación es bastante corto. La recuperación del dinero invertido para establecer un SGIA es rápida y visible.

## 4 Retos que presenta el actual sistema de información agrícola en el Perú

### 4.1 Métodos actuales

La Dirección de Estadística Agraria (DEA) es la oficina del Ministerio de Agricultura responsable por la recolección, procesamiento y difusión de las estadísticas agrícolas en el país. La DEA es la oficina gubernamental que garantiza el correcto funcionamiento del Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA) y coordina con cada uno de los socios del SIEA la generación y entrega de información agrícola.

En los últimos 20 años, la DEA ha utilizado varios métodos para poder encontrar la mejor metodología de recolección de datos que esté alineada con la realidad del suelo del país. Actualmente el SIEA recoge información sobre las áreas cultivadas, la producción y los precios siguiendo un método no probabilístico que depende de la información proporcionada por los informantes calificados (IC). Adicionalmente, la DEA recibe información de grandes fincas sobre cultivos específicos, como caña de azúcar, palma aceitera entre otros. Sin embargo, en los últimos años, la DEA junto con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) han aplicado métodos probabilísticos para recoger un mayor conjunto de variables, las cuales incluyen: áreas cosechadas, rendimiento, escalas, mercados principales, autoconsumo, entre otros<sup>2</sup>. Estos métodos probabilísticos, si bien son muy útiles y rentables para proporcionar estadísticas a nivel regional, no proveen información a niveles más bajos, y lo más importante, carecen de un marco de muestreo basado en áreas de donde se puedan bosquejar las fincas y parcelas.

Una característica importante de los métodos aplicados por la DEA es el uso de sectores estadísticos agrícolas. Estas áreas eran consideradas como unidades de observación para el método no probabilístico y proporcionan la mayoría de la información para el seguro agrícola catastrófico (SAC). Asimismo, tenían el potencial de ser consideradas como unidades primarias de muestreo para los métodos probabilísticos. Esta sección incluye una breve descripción sobre los métodos actuales y la definición de las áreas agrícolas estadísticas.

---

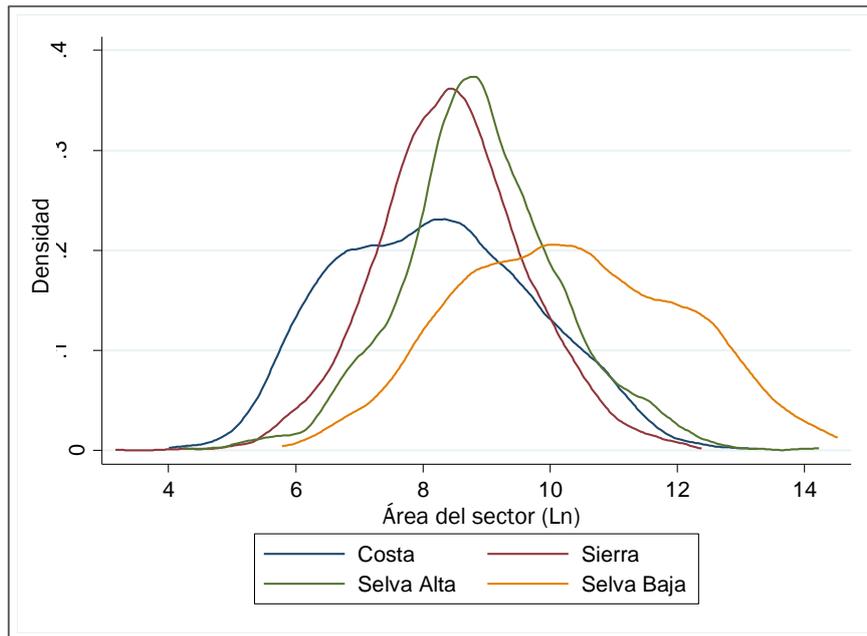
<sup>2</sup> Anteriormente se implementó una encuesta probabilística llamada ENAPROVE en la Costa y la Sierra en el 2000, que usaba un marco basado en áreas. Sin embargo, varios grupos dentro del MINAGRI cuestionaron su utilidad. El Anexo 1 presentan mayores detalles sobre la ENAPROVE.

#### 4.1.1 Sectores estadísticos

Un sector estadístico es la unidad de territorio más pequeña sobre la que se recoge información agrícola. Según las disposiciones del SIEA (MINAGRI, 2012), un sector estadístico es el territorio formado por tierras agrícolas y no agrícolas dentro de un distrito, delimitado por fronteras naturales y “culturales”. Las colinas, cadenas montañosas, ríos, carreteras, vías férreas, quebradas o cualquier otro elemento “observable” puede ser usado como límite, con la condición de que el área delimitada sea medible y se encuentre dentro de los límites del distrito. Con la excepción de la zona urbana, todos los usos del suelo deben ser considerados dentro de un sector estadístico, incluyendo la tierra sin uso.

El procedimiento para establecer sectores estadísticos varía significativamente entre regiones y toma en consideración las peculiaridades del área. En la Costa, debido a que el riego es esencial para la agricultura, los límites del área irrigada perteneciente a una asociación de usuarios de agua en particular son usados como referencia para establecer el sector estadístico. Las grandes fincas también pueden ser consideradas como un solo sector estadístico. Sin embargo, en la Sierra, la agricultura mayormente es de secano. Es así que los límites de las comunidades agrícolas y los pueblos a lo largo de los elementos naturales y culturales son usados como referencia para los sectores estadísticos. Finalmente, los límites de los pueblos y los elementos naturales son usados como referencias en la Selva. Toda la cartografía disponible es usada para crear las fronteras de los sectores estadísticos.

Los sectores estadísticos son los cimientos de la recolección de datos agrícolas para la Evaluación Mensual de la Dinámica Agrícola – EMDA (no probabilística). Desafortunadamente, además de los criterios antes mencionados, no se utiliza ninguna característica sobre los agricultores o el tipo de agricultura que se realiza para delimitar las fronteras de los sectores estadísticos. Por ello, algunos sectores podrían tener un área de 10 ha, mientras que otros podrían llegar a las 200 ha. Como se muestra en la Figura 3, el tamaño de los sectores estadísticos varía significativamente y esta variabilidad es diferente en cada región “natural”. De hecho, la varianza del tamaño de los sectores estadísticos en la Costa es muy alta y similar a la varianza del tamaño de los sectores estadísticos en la Selva baja. Naturalmente, por motivos estadísticos, el tamaño del área agrícola y no el área total es la variable relevante de análisis. Sin embargo, el tamaño del sector estadístico refleja el área total que maneja un IC en particular y sobre la cual este puede dar una opinión experta. Además, no considera la variabilidad de fincas y cultivos.



**Figura 3: Distribución del tamaño de los sectores estadísticos por región “natural”, 2016 (Fuente: Sectores Estadísticos, MINAGRI)**

Este problema podría resolverse si existiera un marco de muestreo actualizado. El Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) fue implementado en 2012 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Con el censo, se creó un marco de muestreo actualizado que pudo haber sido una interesante oportunidad para diseñar nuevos métodos de recolección de datos ya fueran probabilísticos, no probabilísticos o una combinación de ambos; sin embargo, el marco de muestreo obtenido en el Censo tiene sus desventajas, ya que los Sectores de Empadronamiento Agropecuario (SEA) no fueron diseñados considerando fronteras naturales u observables como sectores estadísticos. En lugar de ello, el INEI usó las áreas rurales enumeradas del Censo de Población 2007. Además, el número de fincas fue tomado como una referencia para la creación de los SEA del Censo en lugar de usar el tamaño de las parcelas o los límites naturales. Por ello, claramente existe una discordancia entre los sectores estadísticos y los SEA del Censo como se muestra en la Figura 4. En 2016 el MINAGRI inició la reformulación de los sectores estadísticos usando cartografía actualizada e imágenes satelitales. Esta reformulación la lleva a cabo el proyecto PIADER mediante imágenes satelitales. Al momento de escribir este informe, no se había proporcionado mayor información sobre los resultados de esta reformulación.

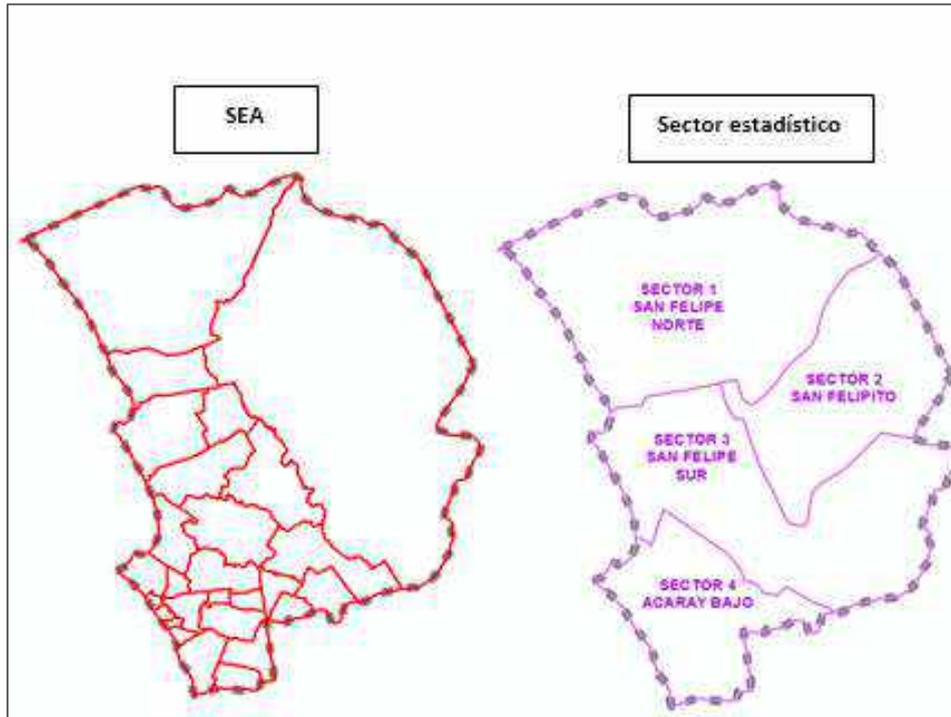


Figura 4: Ejemplo de los Sectores de Empadronamiento Agropecuario (SEA) y de los Sectores Estadísticos, 2016

Finalmente, es importante tomar en consideración una definición de sector estadístico que sea consistente con los límites del distrito y la cuenca. Debido a la importancia que está ganando en el Perú el contar con un enfoque sobre la gestión integrada de cuencas (GIC) para las actividades económicas (la definición de zonas económicas y ecológicas – ZEE es el ejemplo más claro), poder definir los sectores estadísticos teniendo en cuenta los límites de cuenca, garantizará que los sectores perduren en el largo plazo, particularmente porque los límites distritales son modificados constantemente. Los sectores estadísticos consideran parcialmente los límites de cuenca como se puede ver en el mapa presentado en la Figura 5.

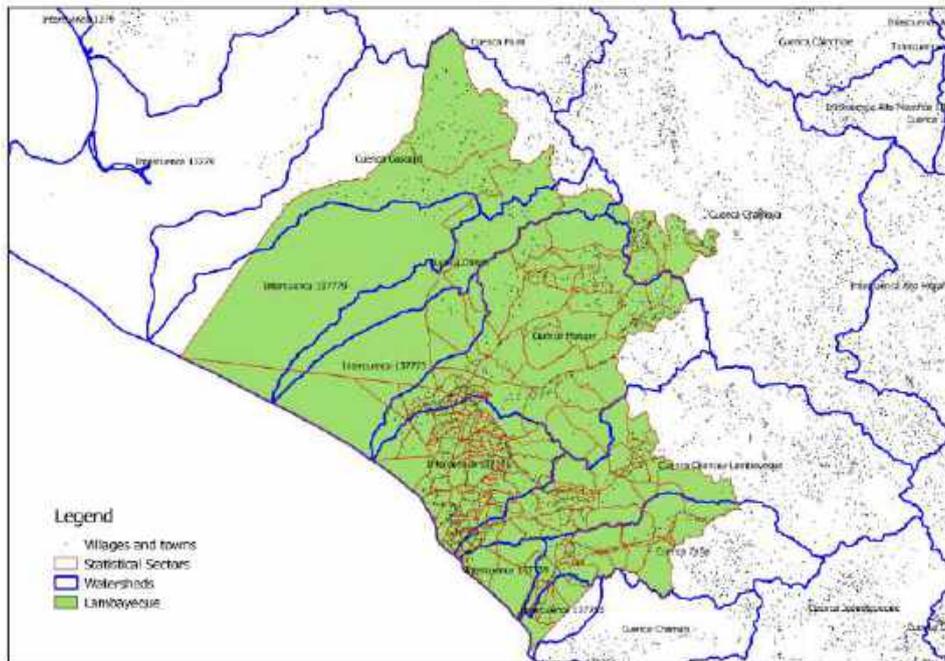


Figura 5: Sectores estadísticos, cuencas y pueblos en Lambayeque

#### 4.1.2 Métodos no probabilísticos (Informantes Calificados)

La EMDA depende de la información recolectada con métodos no probabilísticos por los Informantes Calificados (IC). La información que recogen los IC se basa en la opinión de “expertos agrarios” que están familiarizados con la actividad agrícola de un distrito (en el Perú hay 1837 distritos). Un distrito está conformado por varios sectores estadísticos.

La información es recogida por agentes agrarios y cada uno selecciona y entrevista mínimo a dos y máximo a cuatro IC. Luego, el agente agrario sigue un proceso de revisión y validación utilizando datos de otras fuentes para poder garantizar la consistencia de los datos recogidos. La DEA realiza un segundo proceso de validación de datos.

Según las disposiciones del SIEA (MINAGRI 2012), los datos de cada sector estadístico dentro de un distrito son recogidos mensualmente y luego agregados a nivel del distrito. Por lo tanto, en este método, la unidad de observación es el sector estadístico, no la finca o parcela. Los sectores estadísticos son priorizados según su importancia económica para la actividad agrícola del distrito y se recoge información sobre el área, la producción y el rendimiento. Con este método no se visita a los agricultores. El IC proporciona la información sobre el sector estadístico donde él o ella es un experto.

El SIEA entrega varios formularios que deben ser llenados con la información proporcionada por los IC. Según los procedimientos del SIEA, el agente estadístico llena

el formulario F-1 (Ver Anexo 1) con la información provista por el IC en el sector estadístico y luego se agregan los datos al nivel del distrito y se llena el formulario F-2.

Sin embargo, según las conversaciones que se tuvieron con los agentes estadísticos de varios Gobiernos Regionales, muchos agentes llenan el formulario F-2 directamente, sin recolectar información sobre los sectores estadísticos. Debido a que es difícil acceder a algunos sectores o no se encontraron IC para todos los sectores, el agente estadístico también usa la información de los IC que fueron entrevistados para inferir el área y la producción de cada cultivo a nivel distrital.

Varias oficinas se encuentran involucradas en el desarrollo de la EMDA: Las oficinas agrarias son responsables de recolectar los datos y estimar las variables. Las agencias agrícolas son responsables de la consistencia de los datos y de recogerlos de las oficinas agrarias. La Oficina Regional es responsable de reunir los datos de todas las agencias agrarias y presentarlos a la DEA. La DEA procesa toda la información y publica el informe mensual de estadística agraria. Esta información es recolectada, procesada y comunicada mensualmente.

#### *Ventajas*

- Bajo costo
- Poco tiempo
- Alta frecuencia

#### *Desventajas*

- Los datos no son confiables ya que dependen de la opinión de un “experto”. Este método era más confiable cuando se proporcionaba la extensión agraria a lo largo de las áreas rurales del Perú. El técnico tenía una buena idea de la situación de un sector específico porque visitaba constantemente a los agricultores para darles servicios de extensión. Una vez que se eliminaron los servicios de extensión en el Perú, ya no hubo técnicos ni expertos disponibles. Por lo tanto, la opinión de los expertos se basa en su propia percepción de lo que está ocurriendo en el sector. Cada IC tiene su propio método de estimación. En otras palabras, no existe un método estándar para la recolección de datos. El área y los datos de producción, y por ende el rendimiento, podrían estar completamente sesgados dependiendo de quién proporciona la información. Por lo tanto, no es posible medir el error en la estimación. Esto es fundamental para dar intervalos de confianza en las estadísticas.

### **4.1.3 Método probabilístico**

#### **Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), 2014-2018**

En el 2013, el Ministerio de Economía y Finanzas y el MINAGRI solicitaron al INEI realizar la ENA con el objetivo de proporcionar información para estimar y hacer seguimiento a varios indicadores de los programas presupuestales agropecuarios.

La ENA provee estimados a nivel nacional y regional de estadísticas de distintas variables, incluyendo producción, rendimiento, prácticas agrícolas entre otros. El cuestionario aplicado en la ENA se encuentra en el Anexo 1.

El marco utilizado para la implementación de la ENA se basa en el marco de lista del Censo Agropecuario 2012. Está compuesto por dos submarcos, uno para fincas pequeñas y medianas (menos de 50 ha) y otro para las fincas grandes, granjas de aves, granjas de ganado y otras granjas agrícolas comerciales. Las unidades de investigación de la ENA son las fincas (unidad agropecuaria), la parcela, el agricultor y su familia.

La ENA implementa un método de muestreo estratificado de dos etapas. El muestreo primario es el conglomerado. Un conglomerado o clúster está formado por varios SEA, varios conglomerados forman un distrito, varios distritos forman una provincia y varias provincias un departamento; el Perú tiene 24 departamentos. En promedio, existen entre 100 y 150 fincas por cada conglomerado. La unidad de muestreo secundario es la finca.

Las fincas están estratificadas por diversas variables reportadas en el Censo 2012, incluyendo el área agraria reportada, el área irrigada, el tamaño del ganado, prácticas agrícolas, etc. Todas las fincas están estratificadas usando el Análisis de Componentes Principales (ACP). La Tabla 1 muestra la distribución de la muestra entre 2014 y 2017.

**Tabla 1: Distribución de la ENA por tipo de finca, 2014-2017**

Tipo de finca	Año			
	2014	2015	2016	2017
<i>Menos de 50 ha</i>	26,177	27,885	28,164	28,177
<i>50 ha o más</i>				
Finca comercial	0	388	431	450
Finca individual	0	0	273	291
Granja de aves	0	276	251	256
Granja de ganado	0	440	462	436
<b>Total</b>	<b>26,177</b>	<b>28,989</b>	<b>29,581</b>	<b>29,610</b>

Fuente: ENA 2014-2017

#### 4.1.4 Resumen de los métodos actuales

El MINAGRI ha aplicado varios métodos de recolección de datos durante los últimos 40 años. El sistema actual de estadísticas agrarias se basa en el “Método de Informantes Calificados” (IC) para recoger datos. Si bien este método ha sido implementado por más de 20 años, presenta varias dificultades que cuestionan su aplicabilidad y la posibilidad

de obtener información de calidad para las estadísticas agrarias. Los principales problemas que este método supone son:

- Se basa en informantes calificados, quienes presentan su propia visión de la dinámica agrícola dentro de su área de trabajo.
- No es probabilístico. Por lo tanto, no se puede calcular el error de estimación.
- No existen métodos estandarizados para recolectar información de los agricultores, lo que lo convierte en un método no replicable.
- No cubre todas las áreas, solo aquellas a las que pueden acceder los informantes calificados.
- Aunque los límites de los sectores estadísticos están definidos, los informantes calificados no tienen mapas ni ninguna referencia del área de la cual están recolectando información.
- No se basa en un marco maestro.

Todos estos problemas fueron mencionados y confirmados en conversaciones con los informantes calificados de Lambayeque, Apurímac y Ucayali. Además, los informantes calificados señalaron que no existen incentivos adecuados para reportar buenos datos, ya que ni los agricultores ni ellos reciben ninguna compensación por el tiempo que dedican a estas actividades. También se ha observado que podría haber problemas con el reporte de los datos ya que los datos recolectados por los agentes agrarios podrían no ser los mismos que lo reportada por la Dirección Regional Agraria y la Dirección de Estadística Agraria. Es evidente que todos estos problemas afectan significativamente la calidad de la información. Actualmente, el método predominante es el no probabilístico o el método de los “Informantes Calificados”, el cual depende de la información proporcionada por expertos sobre la actividad agrícola que se desarrolla en áreas específicas llamadas sectores estadísticos. La información recogida con este método es el aporte más importante para la EMDA, la fuente oficial de estadísticas agrarias del Perú.

Como se mencionó anteriormente, cuando se analiza el método IC surgen varios problemas. Actualmente, el MINAGRI está planeando mejorar el método mediante la recomposición o redefinición de los sectores estadísticos. Por otra parte, uno de los componentes del proyecto PIADER es mejorar el método actual basado en los IC. Aunque todavía no se han especificado las actividades que se desarrollarán para mejorar el método, la redefinición de los sectores estadísticos es un componente importante del proyecto.

Además de la incertidumbre que depende de la afirmación de los expertos sobre la actividad agrícola en un área específica, un gran problema es que los IC no necesariamente son capaces de localizar los límites de los sectores estadísticos en el campo. El área agrícola y la producción considerada dentro un sector estadístico por un IC podría ser confundida o incluso duplicada si otro IC considera a esa misma área y producción como parte de otro sector estadístico.

El método IC es el método preferido por el MINAGRI debido a su simplicidad y a que ha sido aplicado tradicionalmente. Existe una fuerte dependencia a seguir el mismo camino dentro del MINAGRI, en particular a nivel regional, que favorece la aplicación de este método no probabilístico. Es así que modificar la implementación de este método y mejorar el SIEA con métodos complementarios supone un gran reto para el MINAGRI. Esto se vuelve evidente cuando la DEA trató de desarrollar la ENAPROVE. Aunque este método presentaba procedimientos más rigurosos para obtener datos estadísticos (con las limitaciones que el método supone), no tuvo aceptación dentro el MINAGRI porque no podía proporcionar información a nivel distrital (solo a nivel de valle o región), y la información era proporcionada solo dos o hasta tres veces al año, mientras que la EMDA proporciona información mensualmente. Adicionalmente, existían algunas preocupaciones sobre la calidad del marco, por lo que la ENAPROVE no continuó. Sin embargo, los métodos probabilísticos proveen estimaciones estadísticamente más robustas y pueden entregar estimaciones a nivel distrital dependiendo del método preferido y el tamaño de la muestra. Este es caso de la ENA, que proporciona estimados robustos a nivel regional. Sin embargo, el marco usado por la ENA es un marco de lista que crea conglomerados basados en el número de fincas en vez del área agrícola. Las dudas sobre el marco de muestreo pueden despejarse fácilmente usando imágenes satelitales y tecnología GIS.

Si bien el método CI es más barato entrega estimaciones a nivel distrital, no es muy confiable ya que el sistema de recolección de datos es totalmente subjetivo en vez de objetivo. Pareciera que los usuarios (y los generadores) de la información estadística “compartieran la idea” de que tener información agrícola frecuente a un nivel muy específico (p. ej. distrito) implica un buen sistema de información estadística. Sin embargo, existe una gran cantidad de incertidumbre incluida en los datos proporcionados por el método IC; y más importante aún, no es posible tener una idea de la cantidad de incertidumbre. Con los métodos probabilísticos es posible obtener un estimado del error involucrado en las estimaciones, algo que no es posible con la EMDA. Ni siquiera los IC saben qué tanto sus estimados reflejan la realidad. Finalmente, tampoco queda muy claro para el equipo del proyecto que los IC recolecten información a nivel de sector estadístico, ya que no se ve todavía evidencia de dicha recolección de

datos, porque la información recolectada a nivel de sector estadístico no se encuentra disponible en las oficinas principales ni en las Oficinas Regionales de Estadística Agraria.

## 4.2 Actores

El Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA) es la autoridad peruana en materia de estadísticas agrarias. Está dirigido por la Dirección de Estadística Agraria (DEA) y compuesto por las Direcciones Regionales Agrarias (DRA), los gobiernos locales y el Servicio Nacional Forestal (SERFOR).

Adicionalmente, para completar el sistema, este también debe contar con actores del sector privado. Las asociaciones de productores, compañías de seguros, instituciones financieras, asociaciones de usuarios de agua y las comunidades también deben ser parte del sistema, no solo como usuarios de la información sino también como generadores de esta. Incluir al sector privado en el sistema de información agraria es crucial no solo porque el sector privado (incluyendo a los mismos agricultores) son usuarios clave de la información, sino porque también esto garantiza la autosostenibilidad del sistema.

Este informe presenta las conclusiones de la revisión de la literatura y de entrevistas con varios actores del sistema de información agrícola en el Perú. El principal objetivo de este informe es presentar a las principales organizaciones involucradas en el sistema de información agraria y señalar su rol y requerimientos de información. Además, el informe presenta los vínculos entre las instituciones según los flujos de información. Este análisis es crucial para establecer un sistema de información agraria completo. Finalmente, el informe también presenta los hallazgos relacionados con los registros administrativos.

### 4.2.1 Mapeo de actores

Una de las principales observaciones que se puede inferir del mapeo de actores es que no existe un sistema integrado de información agrícola. En otras palabras, no existe un repositorio de datos donde los agentes puedan tener acceso a descargar o subir información que pueda ser compartida. En el caso del Perú, la mayoría de agentes tienen y manejan su propia información, y esta normalmente es compartida a través de acuerdos bilaterales. Solo en el caso de algunas asociaciones de usuarios de agua la información es compartida a través de una aplicación web. Sin embargo, como se explica más adelante, esta iniciativa está en una fase inicial y no ha sido implementada a lo largo de la Costa. Además, en algunos casos, la información viaja de los niveles inferiores a los superiores, pero no regresa, como es el caso de la información recolectada por las DRA y compartida al MINAGRI-DEA.

La Tabla 2 muestra la lista de actores involucrados en la generación, recolección, procesamiento y uso de datos agrícolas. Cada actor tiene un rol diferente y procesa información distinta. Los actores también pueden agruparse por el sector al que pertenecen (privado – público), su alcance (nacional-regional-cuenca-local) y su rol en el sistema (generadores-recolectores-administradores-usuarios). La Tabla 2 además muestra la fuente y el tipo de información que cada institución maneja.

Tabla 2: Distribución de la ENA por tipo de finca, 2014-2017

Nombre de la institución	Alcance	Tipo de información recogida	Fuente	Sector	Rol
MINAGRI – Dirección de Estadística Agraria (DEA)	Nacional	Sectores estadísticos	Informantes Calificados	Público	Administrador
MINAGRI – Fondo de Garantía para el Campo y del Seguro Agropecuario (FOGASA)	Nacional	Agropecuaria (Área, producción), sectores estadísticos	Compañías de seguros, Informantes calificados	Público	Usuario
Asociaciones de Usuarios de Agua (Junta de usuarios, comisión de regantes)	Cuenca	Agropecuaria (Área), infraestructura de riego	Intención de siembra, riego	Privado	Generador, recolector, administrador, usuario
Dirección Regional Agraria (DRA)	Regional	Sectores estadísticos	Informantes Calificados	Público	Recolector
Compañías de seguros (La Positiva, Mapfre)	Nacional	Agropecuaria (Área, producción), sectores estadísticos	Cientes propios, Informantes Calificados	Privado	Generador, usuario
Agrobanco	Nacional	Agropecuaria (Área, producción, crédito), sectores de agencia, sectores estadísticos	Cientes propios, clientes de seguros	Privado/ Público	Generador, recolector, administrador, usuario
Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)	Nacional	Agropecuaria (Censo 2012), Agropecuaria (Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA)	Agricultores	Público	Generador, recolector, administrador
Instituto Meteorológico - SENAMHI	Nacional	Estaciones meteorológicas	Estaciones meteorológicas	Público	Generador, recolector, administrador

Oficina catastral - COFOPRI/MINAGRI	Nacional	Información catastral	Catastro	Público	Generador, administrador
Instituto de Geografía Nacional - IGN	Nacional	Topografía	Cartografía propia	Público	Generador, administrador
Servicio Nacional Forestal - SERFOR	Nacional	Cobertura boscosa	Satélite	Público	Generador, administrador
Autoridad Nacional del Agua - ANA	Nacional	Poblaciones vulnerables/amenazas naturales, riego	Análisis propio, Asociaciones de Usuarios de Agua	Público	Generador, administrador, usuario
Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA	Nacional	Uso del suelo	Varias fuentes	Público	Colector, manager, usuario

Fuente: GAF 2016

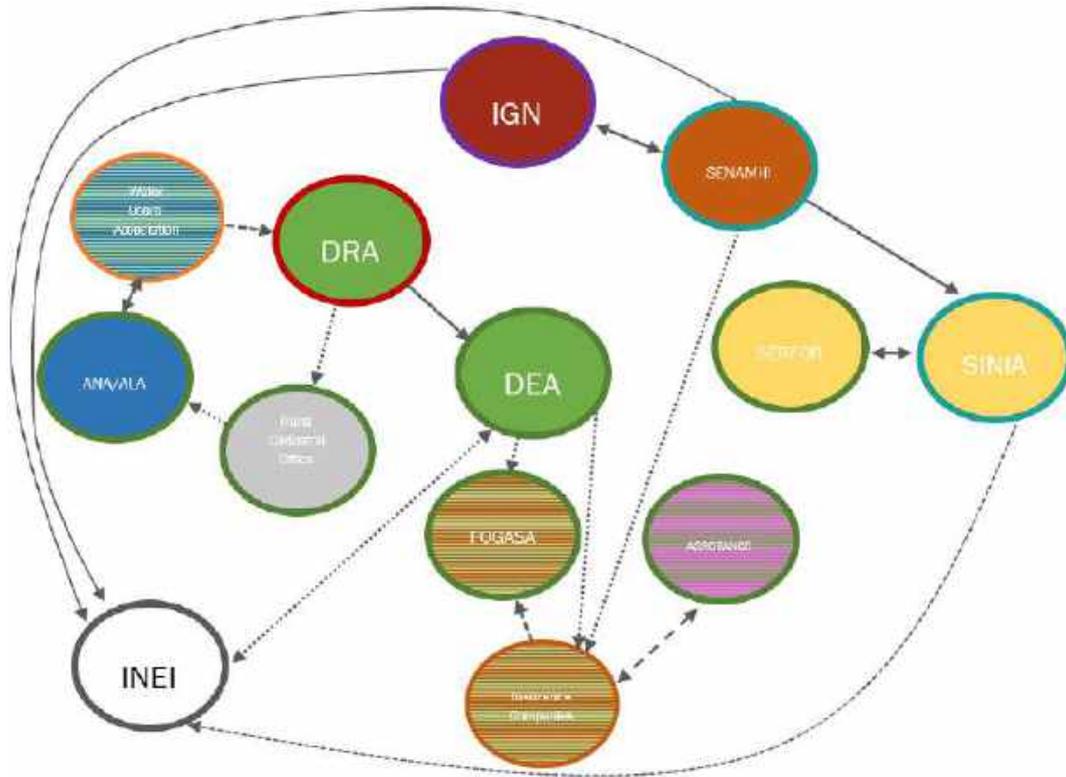
Dependiendo del tipo de información utilizada, se pueden establecer algunos vínculos entre los actores. La Figura 6 muestra los vínculos entre los actores según la información que requieren, así como el tipo de datos que cada actor genera/administra/usa y el sector del cual depende.

Según la legislación, la DEA es la cabeza del SIEA. Por ello, la DEA debería tener el mayor número de conexiones entre todos los actores involucrados en el sistema de información agraria. Sin embargo, hay cuatro instituciones que tienen el mayor número de conexiones: DEA, INEI, SENAMHI y las compañías de seguros, y la calidad de las relaciones que tienen estas instituciones varía significativamente entre los cuatro actores más conectados.

La DEA tiene cuatro vínculos con las otras instituciones. El vínculo más fuerte que tiene la DEA es con las DRA, que son quienes recogen la información agraria en la región. Sin embargo, la información solo viaja en una dirección: la DEA recoge y procesa la información recogida por las DRA, pero las DRA no reciben la información procesada para difundirla en la región, esto según afirmaciones del personal de la DRA de Lambayeque. La relación entre la DEA y las DRA es fuerte porque interactúan con frecuencia. Sin embargo, como lo manifestó el personal de la DRA de Lambayeque, la presencia de la DEA no es muy fuerte y se requiere de más apoyo de la DEA para mejorar la recolección de datos agrarios en las regiones. Por ejemplo, el personal de la DRA cree que la DEA debería brindar capacitaciones sobre métodos, entregar mapas para enseñárselos a los informantes calificados e incluso proveer un mejor equipamiento y software.

La DEA también tiene vínculos con el FOGASA y las compañías de seguros. Su relación se basa en la provisión de información a nivel de sector estadístico (de ser posible) para estimar los rendimientos de línea base que serán usados para calcular las compensaciones de los seguros catastróficos. Con esta información, las compañías de seguros obtienen una línea base que será comparada con sus propias estimaciones de rendimiento después de un evento climático adverso en cada sector estadístico. Luego, esta información es compartida con el FOGASA, quien calcula el total de la compensación.

Finalmente, la DEA tiene un vínculo bidireccional con el INEI. Las cifras agrícolas oficiales que produce la DEA son compartidas con el INEI para calcular el PBI. Estos números son obtenidos mensualmente a través de la EMDA y el INEI calcula el PBI agrario a nivel nacional. Por otro lado, el INEI comparte con la DEA la información que no se puede obtener directamente a través de otros actores: SENAMHI, SINIA e IGN.



Leyenda		
Tipo de información	Depende del (esquema)	Flujo de información
Agrícola (área, producción)	MINAGRI	Fuerte
Uso del Agua	MINAM	Medianamente fuerte
Meteorológica	Defensa	Medianamente débil
Uso del suelo	PCM	Débil
Topografía/cartografía	Privado	
Catastro	Descentralizado	
Crédito		
Otros		

Figura 6: Mapa de actores del Sistema de Información Agrario. Fuente: GAF 2016

El INEI, como autoridad en estadística peruana, tiene fuertes vínculos con la mayoría de instituciones que generan información como el IGN, SENAMHI y SINIA. Si bien la fortaleza de los vínculos varía entre todas las instituciones, es importante enfatizar que la autoridad en estadística del Perú está bien conectada. De manera similar, la institución responsable de la información meteorológica, el SENAMHI, también está bien conectada y muestra vínculos relativamente fuertes con todas las instituciones salvo las compañías de seguros. La información meteorológica es crucial para que las compañías de seguros puedan estimar el riesgo de los clientes ubicados en distintas áreas y calcular las primas. Sin embargo, como se afirmó en las entrevistas con La Positiva, el SENAMHI no provee pronósticos del clima y raras veces brinda información a tiempo. Por lo general, la

información climática se entrega después de ocurrido el evento climático adverso. Además, pareciera que el SENAMHI no cuenta con suficientes estaciones meteorológicas para cubrir de manera precisa al Perú. Por lo tanto, se necesitan técnicas de extrapolación para calcular las primas en pequeñas áreas o regiones. Sin embargo, el SENAMHI se muestra poco colaborativo con esta iniciativa e incluso cobra por la información y los servicios que provee.

Finalmente, las compañías de seguro también están bien conectadas y cuentan con fuertes lazos con FOGASA y Agrobanco. Las compañías de seguros son quienes proveen el seguro catastrófico, que es subsidiado por el gobierno y entregado de manera gratuita a la institución gubernamental que administra los fondos para el seguro catastrófico. De esta manera, las dos instituciones se comunican frecuentemente una con la otra. Por otra parte, las compañías de seguros también brindan un seguro “comercial”, el cual es un requisito para que los agricultores puedan acceder a un crédito de Agrobanco o de otras instituciones financieras. El seguro es pagado por el agricultor y cubre el crédito, no la producción. Agrobanco y las compañías de seguros interactúan constantemente porque el seguro se ofrece como porcentaje del crédito y por lo tanto se paga a través de los pagos anuales que los agricultores realizan a Agrobanco. En caso de un evento climático, las compañías de seguro deben hacer los desembolsos a Agrobanco para cubrir el crédito que los agricultores ya no pueden pagar.

En ese sentido, Agrobanco solo está vinculado con las compañías de seguros; sin embargo, tiene información valiosa sobre sus clientes. Para obtener un crédito, Agrobanco debe recoger información sobre la finca y la familia del solicitante, incluyendo el área, los cultivos, rendimientos, ubicación exacta de las parcelas, costos de producción, demografía, posesión de bienes y otras variables más. Esto le da mucho potencial a Agrobanco para liderar el SIEA. Sin embargo, Agrobanco aún no ha desarrollado un buen sistema interno de administración de datos. Tiene bases de datos aisladas que solo se usan dependiendo de la necesidad del momento, pero todas estas bases de datos no están integradas ni geocodificadas. Este es un cambio importante que Agrobanco debería realizar en su sistema de administración de datos.

Los miembros clave del sistema son las asociaciones de usuarios de agua. Tal como se mencionó en los informes previos, las JU deben recoger las intenciones de siembra para cada parcela de los agricultores ubicados en la cuenca para calcular la demanda de agua y asignarla a todos los miembros de la asociación. Por lo tanto, las JU tienen la capacidad de recoger datos a nivel de parcela de todos los agricultores que reciben agua de riego a través de sus subdivisiones, los Comités de Usuarios. Si un agricultor no declara sus intenciones de siembra, no recibirá agua para riego y, en el caso de la Costa, es casi imposible producir sin agua para riego (ver la Sección 3). Además, el personal de los Comités de Usuarios usualmente es seleccionado como informantes calificados por

las DRA para entregar información mensual sobre el área y la producción para la EMDA. Por lo tanto, existe un vínculo entre las JU y las DRA, pero su nivel de coordinación es débil.

Las JU están fuertemente ligadas a la Autoridad Nacional del Agua (ANA), que provee los permisos de uso de agua a cada miembro de la JU. Para brindar agua a nivel de parcela, la ANA usa el catastro, administrado y manejado por la Ofical Rural Catastral (ORC). Sin embargo, el vínculo entre estas dos instituciones es débil debido a que el catastro usado por la ANA está siendo actualizado por las JU unilateralmente y no por la ORC. LA ORC ha sido implementada recientemente como parte de la estructura del MINAGRI, pero anteriormente era parte de COFOPRI. Sin embargo, no se encuentra todavía a su máxima capacidad ya que su mejora es considerada parte del nuevo Proyecto de Titulación de Tierras (PTRT-III). Por otro lado, la actualización del registro de tierras y del catastro rural depende de las DRA; sin embargo, la mayoría de estas no tienen la capacidad ni el presupuesto para realizar estas tareas.

Finalmente, dos instituciones que deberían incluirse en el sistema debido a su rol potencial en la generación de datos pero que no están incluidas en el análisis porque actualmente se encuentran aisladas son el SENASA y el INIA.

El SENASA es el Servicio Nacional de Sanidad Agraria y su rol es prevenir cualquier tipo de enfermedades en los cultivos y el ganado. Ellos dan asesoramiento a los agricultores sobre enfermedades y realizan actividades de control de enfermedades en las zonas donde se ha activado alguna alarma. El SENASA también tiene un registro de fincas orgánicas. Por otro lado, el INIA es el Instituto Nacional de Innovación Agraria. Este realiza actividades de investigación para desarrollar nuevas variedades de cultivos y tiene un registro particular de todos los proveedores de semillas en el Perú.

Actualmente, estas instituciones no están conectadas con ninguna de las instituciones que brindan información al sistema. Sin embargo, dada la infraestructura que poseen (ambas tienen oficinas en todas las regiones del Perú) y el tipo de información que pueden recoger, ambas instituciones tienen un gran potencial como generadoras de datos y deberían ser parte del sistema. Además, considerando los objetivos del proyecto CAT, es imperativo mejorar los vínculos con el SENASA y fortalecer la colaboración con las compañías de seguro ya que las enfermedades son una de las principales fuentes de riesgo para la agricultura.

#### 4.2.2 Resumen de actores

Esta sección presenta un análisis de la situación actual de los actores con un rol en el sistema de estadística e información agraria y del Perú. Como se muestra, la información no fluye con facilidad entre los actores. Todos los actores tienen su propia información, la cual rara vez es compartida con otras partes. El intercambio de información, de existir, es

bilateral y no se centraliza como sería en un sistema ideal. La DEA, que por ley es la cabeza del sistema, no es el actor más conectado y los vínculos que posee son débiles. Otros actores como el INEI y las compañías de seguros muestran igual cantidad de conexiones y son más fuertes. Para que un sistema de información funcione correctamente, los actores deben poder acceder rápidamente a la información. Asimismo, esta información debe ser confiable y constantemente actualizada solo por la institución que recoge los datos y no por varias instituciones al mismo tiempo. Por ello es imperativo cambiar la estructura del sistema y establecer claramente el rol de sus miembros. Este rol debe determinarse según el tipo de información que cada institución puede generar, así como la infraestructura de la institución y su capacidad para recolectar y manejar la información. La siguiente sección brinda algunas ideas sobre la información que algunas de las instituciones analizadas recogen y procesan, y se enfoca en un sistema de registros administrativos que podría ser usado para obtener estadísticas agrarias para el Perú.

### 4.3 Registros administrativos

Una fuente importante de datos que pueden ser usados para generar estadísticas agrarias son los registros administrativos. Debido al alto nivel de informalidad en el sector, el área agrícola y la producción usualmente no son documentadas en los registros del gobierno y son registradas por separado por distintas instituciones. Sin embargo, si estas instituciones fueran parte de un sistema integrado con roles bien definidos y protocolos de intercambio de información, sería posible establecer un sistema de estadísticas agrarias basado en registros administrativos.

Esta sección presenta y versa sobre el estado de los registros administrativos que tienen los principales actores que se encontraron y que podrían ser contribuyentes importantes al sistema de registros administrativos para la estadística agraria. El análisis realizado en esta sección se enfoca en la región de la Costa peruana. Sin embargo, es imperativo realizar un análisis minucioso a futuro también para la Sierra y la Selva.

El equipo entrevistó a varios actores y, cuando fue posible, accedió a los registros que cada institución tiene para analizar la estructura de sus bases de datos y el software que utilizan. Además, nuestro análisis se centró en la cuenca Chancay-Lambayeque, que fue escogida como la región piloto para nuestro estudio.

#### Junta y Comisiones de Usuarios

Se encontró que el actor más importante que puede proveer información confiable sobre los registros administrativos es la Junta de Usuarios de la cuenca Chancay-Lambayeque y sus Comisiones de Usuarios. Como se mencionó anteriormente, las JU recogen las declaraciones de los agricultores sobre las intenciones de siembra cada año para

planificar la asignación de agua. Aunque el sistema fue creado para administrar el agua, incluyendo su asignación y el pago por ella, también puede ser usado para recoger la información requerida para las estadísticas agrarias.

Todos los agricultores deben acercarse a la Comisión de Usuarios a la que pertenecen e indicar sus intenciones de siembra para obtener agua para la temporada de producción. La Comisión tiene una lista de todos los agricultores (padrón) con todas las parcelas que cada uno de ellos posee. En el caso de Lambayeque, la mayoría de las parcelas están registradas en la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP) y están incluidos en el catastro con un código catastral. Basados en el área de cada parcela y el cultivo que el agricultor desea producir en la temporada<sup>3</sup> “larga” los técnicos de la Comisión calculan el agua total que será asignada a cada parcela.

La demanda total de agua para cada Comisión, el área y los cultivos que será producidos en la temporada larga son presentados en el Plan de cultivo y riego (PCR). El PCR es entregado a la autoridad local del agua (ALA), que analiza la propuesta obtenida de cada Comisión. Una vez que la ALA obtiene todos los PCR, calcula la cantidad de agua que se entregará a cada Comisión según el nivel de agua que hay en el reservorio y la eficiencia del sistema de riego.

No todas las parcelas del padrón son consideradas en el PCR. La Comisión determina a qué parcelas se les asignan licencias y permisos. Las parcelas con licencia son consideradas en el PCR y es 100% seguro que recibirán agua para la temporada larga. Una vez que se han distribuido todas las licencias, la Junta de Usuarios evalúa la posibilidad de asignar agua a las parcelas restantes. Estos son los llamados permisos de agua. Por lo tanto, el PCR solo presenta el área agrícola y los cultivos de las parcelas licenciadas y no el área total. La Figura 7 muestra la distribución del agua en todas las Comisiones de la cuenca Chancay-Lambayeque para la temporada agrícola 2015-2016.

---

<sup>3</sup> En la cuenca Chancay-Lambayeque existen dos temporadas de producción, la “larga” de octubre a abril y la “corta”, de mayo a setiembre.

COMISION DE REGANTES	NRO. USUARIOS	NRO. PREDIOS	AREAS (HA)			
			TOTAL	BAJO RIEGO	LICENCIA	PERMISO
SASAPE	2,405	3,088	5,041.56	5,041.56	3,142.30	1,899.26
MOCHUMI	1,831	2,292	4,137.02	4,107.48	3,840.94	266.55
MUY FINCA	3,339	4,098	11,077.12	10,784.92	8,100.12	2,684.80
TUCUME	912	1,114	1,746.09	1,877.57	1,532.02	145.56
MORROPE	5,217	8,285	14,338.55	12,351.59	3,615.95	8,735.64
LA RAMADA	96	109	314.74	314.23	314.23	0.00
CHONGOYAPE	1,865	2,276	10,072.37	10,064.02	7,235.80	2,828.22
FERREÑAFE	4,267	5,082	18,139.57	18,135.57	16,444.66	1,690.90
CAPOTE	577	903	3,880.36	3,877.79	2,349.02	1,528.78
LAMBAYEQUE	1,864	2,550	8,227.38	7,447.19	5,432.60	2,014.59
CHICLAYO	1,733	2,374	7,424.54	7,424.54	6,419.80	1,004.74
REQUE	728	923	2,128.52	2,027.85	837.20	1,190.65
MONSEFU	3,742	4,277	6,635.80	6,446.28	4,841.20	1,605.08
ETEN	493	622	632.02	617.62	223.11	394.51
E.A. PUCALA	1	4	5,997.00	5,997.00	5,997.00	0.00
PITIPO	723	951	3,706.72	3,706.72	3,439.54	267.18
E.A. POMALCA	1	6	11,153.00	11,153.00	11,153.00	0.00
E.A. TUMAN	1	4	7,900.00	7,900.00	7,900.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>29,793.00</b>	<b>38,958.00</b>	<b>122,552.33</b>	<b>119,074.92</b>	<b>92,818.48</b>	<b>26,256.45</b>

Figura 7: Distribución del área irrigada según la Comisión de Chancay-Lambayeque (2015-2016)

En este caso, esta persona tiene dos parcelas licenciadas, una con código catastral y otra sin él. Como se puede ver, cada PCR tiene un código único y muestra la información de la infraestructura de riego, el nombre y número de DNI del usuario (agricultor), así como un código interno para el usuario, nombre y código catastral de la parcela (en caso esté disponible), área irrigada, tecnología de riego en la parcela, la demanda total del agua y su distribución mensual, y el cultivo. La información es guardada en una base de datos y los formularios son generados automáticamente. La Junta y las Comisiones usan MS Access y un software llamado SIRIG para administrar la base de datos. Todos los formularios están en formato digital y son compartidos con todas las Comisiones, quienes distribuyen el PCR a los agricultores.

Para que los agricultores reciban agua todos los meses deben ir a la Comisión con su PCR y pagar por el agua que les será distribuida en ese momento. Por lo general, los agricultores se acercan a la Comisión dos o tres veces al mes, dependiendo del número de solicitudes de agua que requieran para el cultivo que están produciendo.

Todas las Comisiones cuentan con varios sectoristas (administradores del canal del sector) quienes distribuyen el agua según el cronograma y monitorean el área bajo producción. La Figura 8 muestra un ejemplo del registro creado por el Sectorista en la Comisión de Monsefú. Como se puede ver, el sectorista registra manualmente el código y nombre del usuario, el sector del canal donde se ubica la parcela, el área total, el área con la licencia y el permiso, el código catastral, el código interno de parcela y el nombre de la parcela. Esta información es constantemente

actualizada, por lo que todas las comisiones mantienen un registro de cómo cambian las áreas agrícolas en el tiempo. Sin embargo, esta información no es entregada formalmente al sistema de la Junta porque no es obligatorio hacerlo. La

Figura 9 presenta un ejemplo de los datos de monitoreo generados por la Comisión de Chongoyape.

CANAL		S U T T O M					
COTIJO	USUARIO	TOTAL NAS	NAS LECTIVAS	NAS PERMANENTES	U.C. D. A. I.	NO. PERSONAS	NUMERO DE PERIODO
<b>SUB RAMA ALAMO I</b>							
700	CONDICION MURRAY COTIJO	0.50					
701	MURRAY COTIJO COTIJO	1.16					
699	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
702	MURRAY COTIJO COTIJO	0.50					
703	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
704	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
705	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
706	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
707	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
708	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
709	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
710	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
711	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
712	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
713	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
714	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
715	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
716	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
717	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
718	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
719	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
720	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
721	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
722	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
723	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
724	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
725	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
726	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
727	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
728	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
729	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
730	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
731	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
732	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
733	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
734	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
735	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
736	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
737	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
738	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
739	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
740	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
741	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
742	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
743	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
744	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
745	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
746	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
747	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
748	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
749	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
750	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
751	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
752	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
753	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
754	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
755	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
756	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
757	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
758	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
759	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
760	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
761	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
762	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
763	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
764	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
765	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
766	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
767	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
768	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
769	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
770	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
771	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
772	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
773	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
774	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
775	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
776	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
777	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
778	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
779	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
780	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
781	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
782	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
783	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
784	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
785	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
786	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
787	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
788	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
789	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
790	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
791	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
792	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
793	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
794	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
795	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
796	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
797	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
798	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
799	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
800	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
801	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
802	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
803	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
804	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
805	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
806	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
807	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
808	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
809	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
810	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
811	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
812	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
813	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
814	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
815	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
816	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
817	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
818	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
819	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
820	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
821	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
822	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
823	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
824	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
825	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
826	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
827	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
828	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
829	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
830	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
831	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
832	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
833	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
834	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
835	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
836	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
837	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
838	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
839	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
840	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
841	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
842	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
843	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
844	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
845	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
846	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
847	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
848	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
849	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
850	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
851	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
852	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
853	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
854	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
855	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
856	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
857	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
858	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
859	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
860	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
861	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
862	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
863	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
864	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
865	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
866	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
867	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
868	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
869	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
870	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
871	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
872	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
873	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
874	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
875	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					
876	MURRAY COTIJO COTIJO	0.75					



Usuarios mejor organizadas, entonces la implementación de un sistema de registros administrativos basado en información proveniente de las comisiones a lo largo de la Costa requerirá un fuerte componente de desarrollo de capacidades e instalación de equipos de manera que todas comisiones puedan acceder y alimentar el sistema.

Asimismo, todas las comisiones entrevistadas mencionaron que no es posible recolectar información sobre las fincas comerciales, mayormente los productores de caña de azúcar. Estas fincas reciben agua incluso sin un PCR y tampoco es posible conocer su área agrícola.

Otro problema identificado es que las comisiones y la Junta no recogen información sobre la producción. Como su principal objetivo es proveer información precisa para planificar el riego, en sus planes no está recolectar información sobre la producción y el rendimiento. Si bien las comisiones entrevistadas mencionaron que no sería un problema recoger dicha información, simplemente no lo hacen porque no es obligatorio.

Además, tal como se mencionó antes, el PCR recoge información sobre las intenciones de siembra en la temporada “larga”. Sin embargo, el área agrícola y los cultivos de la temporada “corta” no son registrados. A pesar de que se supone que el agua es distribuida solo para la producción en la temporada “larga”, pareciera que los parámetros de riego considerados en las comisiones toman en cuenta el hecho de que los agricultores usan agua durante la temporada “corta”. No obstante, esta información no está registrada en el PCR.

Finalmente, como se mencionó en las entrevistas, muchos agricultores riegan informalmente otras parcelas que poseen pero que no son consideradas en el PCR o incluidas en la información de monitoreo. Si bien los técnicos de las comisiones dicen que el porcentaje de agricultores que hace esto es bajo, es importante estimar el área que no es considerada en el PCR para obtener estadísticas agrarias precisas.

### **Agrobanco**

Otro actor importante que podría contribuir significativamente al sistema de registros administrativos para la estadística agraria es Agrobanco. Actualmente, Agrobanco provee financiamiento a más de 100 000 agricultores. Para darles crédito, Agrobanco sigue un riguroso proceso de evaluación del agricultor. En este proceso se recoge información sobre el área agrícola, los cultivos, el distrito donde se encuentra la finca, los costos de producción e información personal del agricultor que luego la institución procesa. Además, como parte del proceso para solicitar el crédito, se le solicita al agricultor mostrar una copia de su título. Hay más de 800 campos incluidos en todos los formularios que Agrobanco recoge. Agrobanco también recoge información sobre el rendimiento de todos los cultivos de los sectores donde se encuentra. Cada agencia de Agrobanco tiene un sector delimitado, y el rendimiento y los precios son tomados de los

agricultores de cada sector<sup>4</sup>. Con el rendimiento estimado, los precios y el área de los productores, Agrobanco calcula la rentabilidad potencial del agricultor y el riesgo de la cartera.

Agrobanco es consciente de la cantidad de información que posee y actualmente está pasando por un proceso de organización de bases de datos donde todos los formularios y subbases de datos estarán integradas en una sola gran base de datos disponible para todos los departamentos de Agrobanco. En las entrevistas, el personal de Agrobanco mencionó que se desconoce la ubicación exacta de las parcelas de los agricultores, solo el distrito donde se encuentra el agricultor. Sin embargo, ya que el código catastral se encuentra en el título de propiedad, es posible para Agrobanco ubicar el código catastral en la base de datos geoespacial y enlazar la información geográfica de la parcela con la información recolectada en todos los formularios.

Una gran desventaja de considerar a Agrobanco como proveedor de datos para el sistema de estadística agraria es que la base de datos que maneja está restringida solo a sus clientes, que no es necesariamente una muestra representativa de la actividad agrícola de una localidad en particular. No obstante, puede proveer información buena y detallada sobre un sector específico de la población agrícola.

### **Compañías de seguro y Fogasa**

Finalmente, otros actores importantes que poseen registros administrativos que podrían ser usados por el sistema de estadística agraria son las compañías de seguros y FOGASA. La Positiva y Mapfre son las dos compañías de seguros que administran el seguro catastrófico en las áreas pobres. Actualmente existen más de 150 000 agricultores registrados en el seguro catastrófico. Estas compañías son responsables de medir el daño cuando ocurre un evento climático o un siniestro. Una vez que se reporta un siniestro, las compañías de seguros visitan el lugar y toman muestras de los rendimientos en varios puntos del sector estadístico reportado. Estos rendimientos son comparados con el rendimiento histórico en el sector estadístico seleccionado y se estima un daño promedio para cada cultivo. Si se determina que existió un evento catastrófico, las compañías de seguro crean una lista de los agricultores ubicados en el sector estadístico que será compensado. Los datos que se recogen son información sobre el agricultor (DNI), área sembrada y cultivos. Con esta información y los rendimientos estimados, es posible calcular los pagos que recibirán los agricultores por el evento catastrófico. Una vez que se ha calculado el pago para cada agricultor, las compañías de seguros desembolsan los pagos a los agricultores en sus cuentas bancarias. Si el agricultor no posee una cuenta bancaria, la compañía de seguros abre

---

<sup>4</sup> Estos sectores no corresponden a los sectores estadísticos creados por la DEA.

una. Esta información es compartida con FOGASA, que es la agencia gubernamental que aprueba los pagos para las compañías de seguros. FOGASA está utilizando esta información para evaluar si el seguro catastrófico está bien direccionado hacia los agricultores pobres.

Si bien la información recolectada por las compañías de seguros es valiosa, una gran desventaja es que solo representa a los agricultores de las áreas pobres. Además, solo se recoge información si hay evidencia de un evento catastrófico. Por lo tanto, esta información no necesariamente representa de manera precisa la actividad agraria dentro del área de análisis.

## 5 Método(s) alternativo(s) usando tecnología de teledetección (MAA & rendimiento)

La información agrícola oficial actualmente es recolectada a través del método de los Informantes Calificados. Como se mencionó en el capítulo anterior, este método tiene varias deficiencias que se podrían solucionar con un marco estadístico apropiado. De manera similar, la ENA es una encuesta probabilística que provee estimados confiables a nivel regional pero que podría mejorar si el marco de muestreo incluyese un marco basado en áreas que limite la muestra a solo las áreas agrícolas.

El actual sistema de recolección de información estadística agraria se basa en los datos recogidos por los informantes calificados (IC) en cada sector estadístico. El método IC es menos costoso, pero es de baja confiabilidad y no se puede estimar el error proveniente de declaraciones subjetivas. Además, si bien la información es recogida de los sectores estadísticos, los resultados solo están disponibles a nivel distrital. Finalmente, este método no provee información georreferenciada, que necesitan las compañías de seguros agrícolas, Agrobanco y otras organizaciones relevantes.

La figura a continuación presenta las desventajas del Método de los Informantes Calificados



Figura 10: Desventajas del sistema de informantes calificados

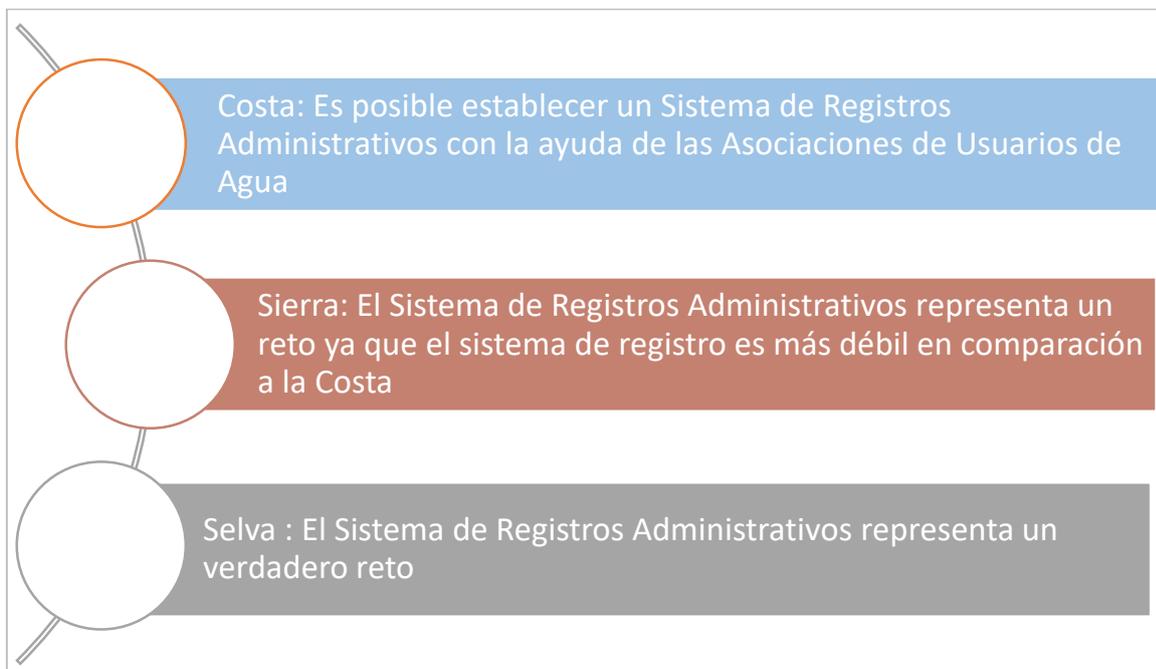
Asimismo, hace falta un marco de muestreo agrícola confiable y estadísticamente aceptable para el Perú. Sin dicho marco, no es siquiera posible saber si el área agrícola total reportada para cada distrito por los informantes calificados refleja la realidad o no. Es imposible desarrollar cualquier método de muestreo de probabilidades para estimar el área de cultivo sin un marco de muestreo confiable para el Perú.

El objetivo final es establecer un sistema de registros administrativos en el país. Sin embargo, para poder establecer dicho sistema, los registros administrativos deben estar disponibles. La información más importante y necesaria es:

- Área de cultivo
- Producción y rendimiento
- Información climática

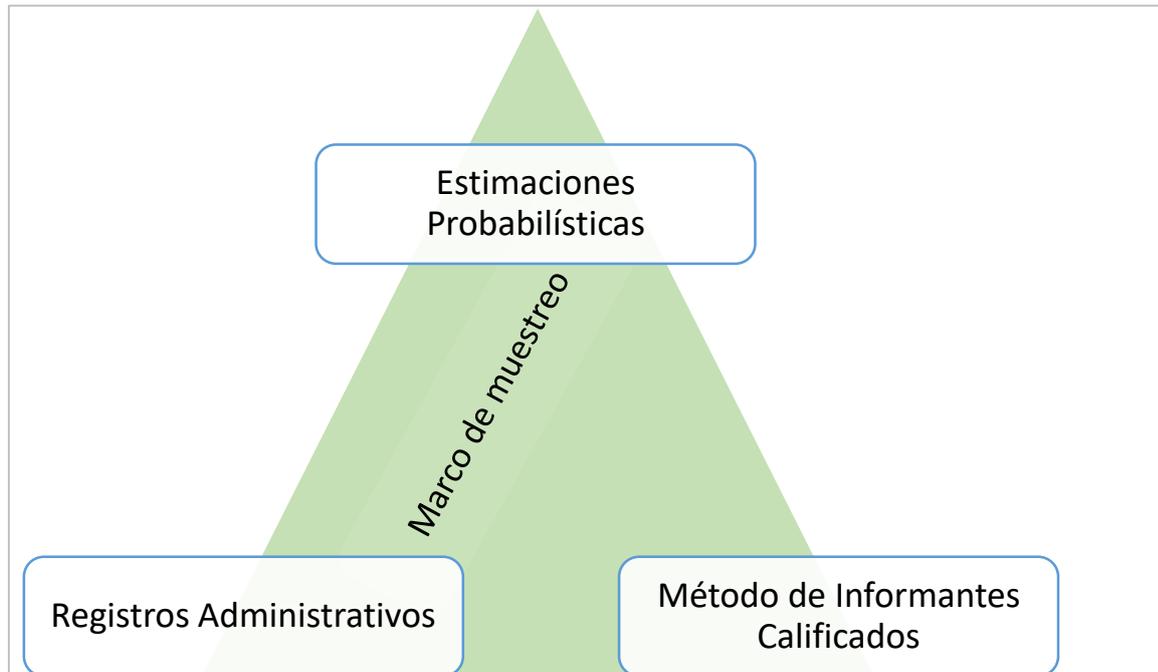
En la Costa, las asociaciones de usuarios de agua son las principales fuentes de información para el sistema de **registros administrativos**. Sin embargo, la situación es diferente en la Sierra y la Selva, ya que son las áreas de secano y no las irrigadas las que predominan en estas dos regiones. Adicionalmente, el sistema de registro de agricultores es débil y el catastro está incompleto debido a la importancia de las comunidades en estas dos regiones.

La figura a continuación representa la factibilidad de establecer un Sistema de Registros Administrativos en el Perú. En líneas generales, un sistema como ese sí puede ser desarrollado, pero requiere de tiempo y gran coordinación entre los actores.



**Figura 11: Factibilidad de establecer un Sistema de Registros Administrativos en Perú**

Por lo tanto, el paso más importante para desarrollar un sistema de estadística agraria es crear un marco de muestreo agrícola para el Perú. Un marco de muestreo bien desarrollado y estadísticamente válido es esencial para el método de los informantes calificados y otras posibles alternativas (método probabilístico y Registros Administrativos).



**Figura 12: Uso de un Marco de Muestro estadísticamente válido**

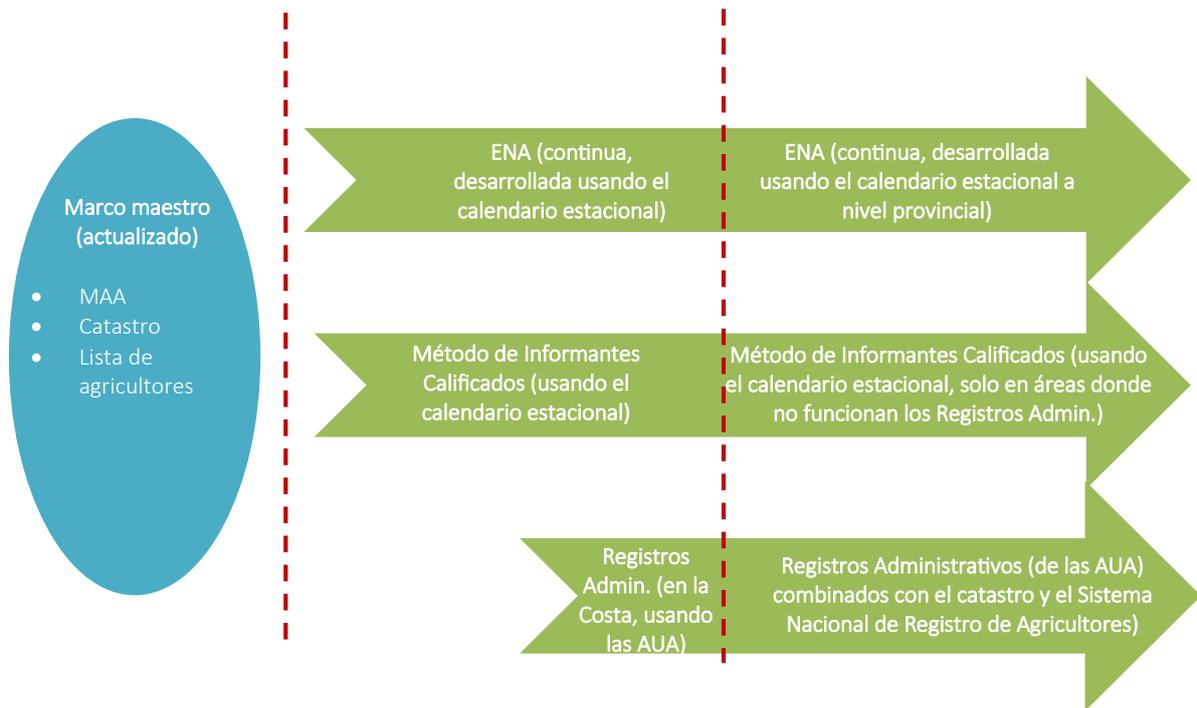
Se puede desarrollar una máscara de tierras de cultivo mediante imágenes satelitales y Sistemas de Información Geográficos. Dicha máscara de tierras de cultivo puede servir como un excelente marco de muestreo agrícola.

La manera de recolectar información agrícola que se propone se basada en el sistema establecido, incorpora un marco con base geográfica que se modifica en un proceso evolutivo y puede adaptarse a las tres principales regiones del Perú.

Los principios del método presentado a la DEA en octubre de 2016 consisten en los siguientes elementos: Definición del Sector de Tierras de Cultivo, Definición de la Máscara de Tierras de Cultivo, Información sobre la Producción de Cultivos y Estimación del Rendimiento de los Cultivos.

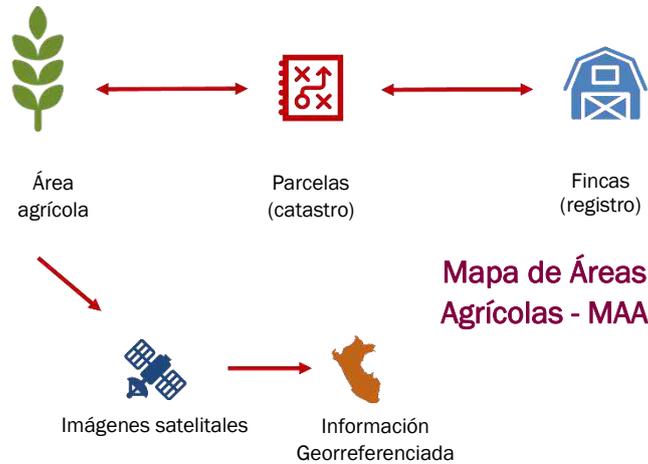
Para cumplir con los requerimientos de las compañías de seguros y, en general, para mejorar la provisión de servicios agrícolas, queda claro que el sistema de estadística agraria debe ser mejorado. Una mejora de este tipo involucra no solo un cambio significativo en los métodos de recojo de información, sino también del marco usado para diseñar e implementar el método de recolección de datos.

La Figura 13 propone la hoja de ruta a seguir para poder implementar un nuevo sistema de información estadística agraria en el Perú.



**Figura 13: Hoja de ruta para mejorar el Sistema de Información Estadística Agraria**

La hoja de ruta presentada implica el uso de un marco maestro constantemente actualizado. El marco maestro puede estar compuesto de varios elementos, incluyendo una máscara de tierras de cultivo, que en el caso peruano llamaremos, Mapa de Áreas Agrícolas (MAA) detallado líneas abajo, el catastro y una lista de agricultores, que puede ser obtenida a través de la implementación de un sistema de registro de agricultores. (Figura 14). De esta manera, el objeto de estudio queda cubierto en tres niveles: terreno, parcelas y fincas. Si se implementa el marco maestro, entonces se conocerá el escenario de cualquier método de recolección de datos. Un marco maestro sólido mejora significativamente la precisión de las estimaciones.



**Figura 14: Elementos del marco maestro**

Geográficamente es posible combinar el MAA con el catastro, como se muestra en la Figura 14. Si el catastro es accesible y actualizado constantemente, entonces la combinación de estas herramientas proporciona un marco poderoso, aun sin la implementación del sistema de registro de fincas. Los detalles sobre cómo se creó el MAA y su utilidad se encuentran en el Capítulo 5.3. Una vez implementado el sistema de registro de fincas, dichos registros pueden ser fácilmente relacionados con el catastro, y proporcionarían una imagen muy detallada de la finca, la tierra agrícola y los cultivos sembrados. La combinación de estas tres fuentes también es esencial para una temprana gestión de riesgos en caso de desastres.

## 5.1 Enfoque

El Perú tiene tres regiones diferentes: Costa, Sierra y Selva. Las características de cada región son distintas tal como se explicó en las secciones anteriores. Adicionalmente, es esencial probar cualquier metodología alternativa antes de reemplazar la que se aplica actualmente (Método de Informantes Calificados). El proyecto propone que el método de Informantes Calificados, actualmente en uso, y otro método alternativo sean aplicados al mismo tiempo por lo menos durante dos años para poder comparar los resultados y probar su robustez.

Las imágenes satelitales de alta resolución están ampliamente disponibles a bajo costo o incluso gratuitamente. Adicionalmente, algunos países tienen sus propios satélites, Perú incluido. El PeruSat-1 fue recientemente lanzado y pronto se entregarán las primeras imágenes.

Si se toman en cuenta los muy diversos patrones de uso de la tierra que tiene el Perú, para poder usar los datos de observación terrestre disponibles, considerando su eficiencia en cuanto al costo, y como las tecnologías de teledetección y GIS son

internacionalmente aceptadas y utilizadas en el sector agrario, se propone desarrollar una metodología basada en el siguiente enfoque:

1. Extracción de los Sectores de Tierras de Cultivo dentro de los Sectores Estadísticos
2. Desarrollo de una Máscara de Tierras de Cultivo para todo el Perú
3. Mejora del Método de Informantes Calificados
4. Probar otros posibles métodos (Probabilístico y Registros Administrativos) en varias provincias de la Costa, Sierra y Selva.
5. Seleccionar la metodología más apropiada regionalmente

## 5.2 Definición del sector de tierras de cultivo

Los sectores de tierras de cultivo (SC) son propuestos como áreas cultivables dentro de los sectores estadísticos (SE) existentes. Los sectores de tierras de cultivo definen los límites externos del uso predominante de la tierra dentro de un SE. Los sectores de tierras de cultivo pueden heredar áreas no agrícolas como cuencas o áreas urbanas o forestales (Ver la Figura 15).

Los sectores de tierras de cultivo redefinen las áreas de investigación primaria de los informantes calificados para las observaciones agrícolas, proveen una primera aproximación de la tierra agrícola y discriminan las áreas no agrícolas. Además, dibujan fronteras donde se requiere información adicional, p. ej. información catastral, de cuenca o datos satelitales (PeruSat1, Sentinel o Rapideye).

## 5.3 Desarrollo de una Máscara de Tierras de Cultivo – Mapa de Áreas Agrícolas (MAA)

Por motivos estadísticos y siguiendo el objetivo general de establecer un sistema de información agrícola basado en un GIS, se puede considerar que el sistema de referencia de áreas agrícolas sea un prerrequisito.

La calidad de un sistema de referencia depende de cuán completo sea, cuánto abarque (todas las áreas relevantes del mundo real son cubiertas por conjuntos de datos en el sistema catastral) y su precisión. La precisión nuevamente está influenciada por dos factores: a) la exactitud geométrica (y alfanumérica) original del registro, incluyendo la ubicación correcta y la forma del área a ser representada, y b) que los datos geométricos y alfanuméricos estén actualizados y por ende representen las parcelas catastrales incluso cuando estas han cambiado.

La capacidad de identificar y localizar áreas agrícolas en un sistema de referencia dependerá del tipo de sistema y su calidad. Las unidades base del catastro legal, que

podría ser una fuente para capturar geoinformación de las áreas agrícolas en el Perú, representa áreas continuas que son propiedad de un solo dueño o entidad. Sin embargo, usar las parcelas catastrales como referencia tiene ciertas desventajas, siendo la principal que con frecuencia estas no reflejan los verdaderos patrones de cultivo por diversos motivos. Por ejemplo, debido al alquiler de tierras, que resulta en una desviación de la unidad de gestión territorial de la unidad que se posee/parcela catastral, el hecho en general de que los límites reales de los campos muchas veces no siguen los límites de propiedad de las parcelas catastrales, o debido a información catastral poco precisa y/o desactualizada.

Las evaluaciones previas de las muestras de la información catastral en el Perú respecto a su idoneidad para servir como referencia para las áreas agrícolas dentro del sistema de información/seguros agrarios reveló condiciones regionales diversas sobre su integridad, actualidad y sostenibilidad. En resumen, la evaluación de la información disponible en el catastro peruano mostró que esta no es consistente ni apropiada para este propósito debido, entre otras cosas, a una cobertura incompleta de las áreas cultivadas.

Es por ello que, para poder habilitar la identificación y localización de las áreas agrícolas discretas dentro de los sectores de tierras de cultivo, se sugiere implementar una máscara de tierras de cultivo.

Mientras que los sectores de tierras de cultivo definen los límites externos de las tierras de uso predominantemente agrícola dentro de los sectores estadísticos, la máscara de tierras de cultivo excluye las áreas no agrícolas, así como las cuencas y las zonas urbanas o forestales. Además, discrimina y asigna las principales clases de uso agrícola de la tierra.

Se propone hacer una diferenciación de las áreas agrícolas para discriminar las siguientes clases (ver también):

- Cultivos Transitorios (CT),
- Cultivos Permanentes (CP)
- Especies Forrajeras (EF)
- Áreas Agrícolas Heterogéneas (AH)

Como tal la MTC solamente identifica sus elementos, define geométricamente su ubicación, extensión y clase agraria, y cuantifica correctamente su área a través de la provisión del área bajo cada clase de uso de la tierra.

La implementación de la Máscara de Tierras de Cultivo a nivel del estado peruano es un enfoque significativo, con miras al futuro y tecnológicamente factible que cumple con los

requerimientos subyacentes relativos a las capacidades, flexibilidad y costo-eficiencia del futuro sistema.

En consecuencia, la MTC sirve como un sistema de referencia para las áreas de clase agrícola agregadas y por lo tanto proporciona información aglomerada valiosa para propósitos estadísticos y una referencia de ubicación para contratos de seguros y contratos financieros.

A través de las identificaciones únicas establecidas por clase MTC, se provee una mejor base para el sistema de registros administrativos.

La distinción entre los distintos tipos de áreas agrícolas podría hacerse de dos maneras dependiendo de los requisitos de exactitud, frecuencia temporal y consideraciones económicas:

- Delimitación mediante la interpretación de fotos asistida por computadora (mayor exactitud y costo)
- Enfoques de clasificación automática (menor precisión y costo)

En las regiones con una alta estabilidad geométrica del uso de las tierras agrícolas y alta relevancia económica, es decir, las áreas irrigadas de la costa, podría preferirse un enfoque interpretativo, mientras que en la Sierra, por ejemplo, debido a las frecuentes actualizaciones (mensuales) o por consideraciones de costos, un enfoque de clasificación automático podría ser considerado más ventajoso.

Adicionalmente, la MTC puede servir como un marco de muestreo estadísticamente válido para un enfoque de muestreo estratificado. La información sobre la producción agrícola podría basarse en un análisis probabilístico dentro de la Máscara de Tierras de Cultivo.

En un acuerdo entre la GIZ y el MINAGRI, se escogió el distrito de Chongoyape en la provincia de Lambayeque como la región piloto para la Costa, el distrito de Kishuará en Apurímac para la Sierra y el distrito de Campoverde en Pucallpa para la Selva.

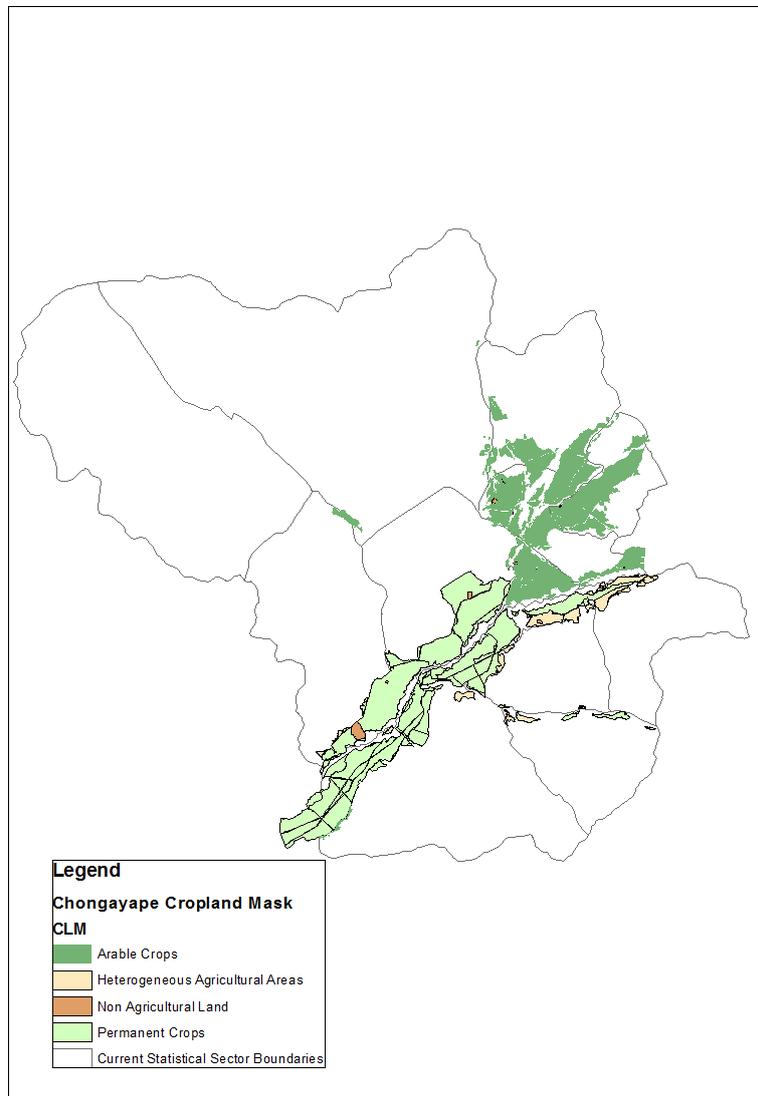


Figura 15: Máscara de tierras de cultivo en Chongayape

## 5.4 Recolección de información sobre la producción agrícola

El enfoque señalado permite desarrollar máscaras de tierras de cultivo confiables y precisas, las que sirven de base común para múltiples enfoques a fin de derivar la recolección de información sobre la producción agrícola tomando en cuenta su idoneidad para la región, consideraciones económicas o condiciones marco relevantes.

Una máscara de tierras de cultivo precisa y confiable puede servir para múltiples propósitos, como:

- Delinear fronteras precisas de los terrenos agrícola. De esta manera se puede calcular el área agrícola total en cualquier nivel administrativo, incluyendo los sectores estadísticos.
- Los límites de los sectores de las tierras de cultivo tal como fueron delimitados individualmente o a través de las fronteras externas de la máscara de la tierra de cultivo pueden ayudar a redefinir los límites de los Sectores Estadísticos.
- Se puede desarrollar un marco de muestreo georreferenciado y la información puede ser almacenada en un sistema GIS.
- La información georreferenciada de las tierras de cultivo puede ser usada por otras organizaciones como la Oficina Nacional de Estadísticas, Agrobanco, compañías de seguros, Asociaciones de Usuarios de Agua y otras organizaciones relevantes.
- La información sobre las tierras de cultivo se puede actualizar fácilmente y con frecuencia. De esta manera, el marco de muestreo puede presentar la situación actual de las tierras agrícolas en el país.
- Se puede recolectar fácilmente información y datos sobre las fincas comerciales.
- La información de las tierras de cultivo ayuda a proporcionar estimaciones agrarias confiables, a tiempo y georreferenciadas.

#### 5.4.1 Método de Informantes Calificados

Como se explicó anteriormente, existen varios retos respecto a la aplicación de la Metodología de los Informantes Calificados, que se basa en un informe subjetivo de los informantes calificados para cada sector estadístico. Además, en algunas regiones o distritos, el área de cada sector estadístico es bastante extensa, por lo tanto, no es fácil para los informantes calificados estimar el área total sembrada por cultivo. Eso significa que a medida que el tamaño del sector estadístico crece, el nivel de subjetividad y el riesgo de incurrir en posibles errores aumenta. Adicionalmente, es difícil para los informantes calificados conocer los límites de cada sector estadístico sin un mapeo claro del área.

En general, el método de informantes calificados puede mejorar:

- Si se redefinen los límites de los sectores estadísticos utilizando la máscara de tierras de cultivo producida con imágenes satelitales y enfocándose solamente en las áreas agrícolas.
- También es esencial que la DEA y el Instituto Nacional de Estadística usen los mismos sectores estadísticos para producir estadísticas agrarias. Por lo tanto, se

sugiere que las dos instituciones se involucren en el proceso de redefinición de los sectores estadísticos.

- Se debe entregar mapas tanto los agentes estadísticos como a los informantes calificados.
- Los informantes calificados también deben recolectar información sobre el rendimiento de cada tipo de cultivo.
- La información provista por los informantes calificados debe ser registrada en una base de datos en línea que le permita a la DEA en el Perú y a las agencias regionales acceder a los datos al mismo tiempo a nivel de sector estadístico.
- En caso el presupuesto lo permita, sería útil si los informantes calificados estuvieran equipados con un GPS y una Tablet.

Se pueden realizar estimaciones a nivel de sector estadístico. Actualmente, la DEA recoge y comparte las estadísticas agrarias mensualmente; sin embargo, en lugar de esto, dos estimaciones al año podrían ser suficiente (una para la temporada larga y otra para la corta).

#### 5.4.2 Método de registros administrativos

Es imprescindible tener un sistema de registro agrícola confiable y actualizado para producir estadísticas agrarias utilizando el Método de Registros Administrativos. Conjuntamente, las Asociaciones de Usuarios de Agua (AUA) son una fuente importante de datos, particularmente para la Costa. Todos los agricultores deben registrarse en el sistema para poder obtener agua para riego; sin embargo, esa información no es recogida de forma estandarizada por todas las AUA del país. No obstante, la Asociación de Usuarios de Agua de Chancay-Lambayeque desarrolló un software basado en la web para recolectar información de registro de los agricultores de cada subusuario de agua. De esta manera, la información será recogida de manera estándar y centralizada en la cuenca Chancay-Lambayeque.

En la Costa, la agricultura se basa en el riego; por lo tanto, establecer ahí un sistema de estadísticas agrarias basado en el Método de Registros Administrativos es más fácil a comparación de la Sierra y la Selva, donde la agricultura no irrigada es más común. En otras regiones existen diferentes estructuras de registro de agricultores que también deben ser estudiadas y probadas.

Una tarea que supone un mayor reto es la creación de registros administrativos en la Sierra y la Selva. En la Sierra, las comunidades tienen registros de todos sus miembros, pero estos no están sistematizados. No obstante, es posible extender el registro e incluir información sobre la tenencia de tierras y la producción agrícola ya que los miembros de la comunidad se reúnen por lo menos dos veces al año. Este trabajo debe realizarse

conjuntamente con las Municipalidades y las DRA. Por otra parte, no existen instituciones confiables que posean información de forma centralizada. La información está en poder de todos los programas y proyectos que trabajan con agricultores. Una posibilidad es trabajar con Cooperativas de Producción, que registran un poco de información sobre las actividades agrícolas de sus miembros. Sin embargo, no todos los registros están sistematizados y actualizados.

El proceso que se presenta a continuación es una propuesta para establecer el Sistema de Registros Administrativos:

- Se debe desarrollar un software de recolección de datos basado en la web y entregarlo a todas las Asociaciones de Usuarios de Agua y otras organizaciones similares en el país. De esta manera, la recolección de datos puede estandarizarse y centralizarse. Adicionalmente, la DEA podría acceder a la información a tiempo.
- Desarrollar acuerdos de colaboración entre la DEA y organizaciones relevantes como las Asociaciones de Usuarios de Agua, el Instituto Nacional de Estadística, Meteorología, Catastro Nacional, compañías de seguros, Agrobanco, etc.
- Además de información sobre el cultivo, las Asociaciones de Usuarios de Agua deben recoger información sobre el rendimiento y la producción.

Las estimaciones pueden ser provistas a nivel distrital con el Método de Registros Administrativos y pueden repetirse a medida que se actualizan los registros.

### 5.4.3 Método probabilístico (Marco de Muestreo de Áreas)

Para desarrollar un método de estimación probabilístico es indispensable tener un marco de muestreo. Por lo tanto, como primer paso, se sugiere que la DEA desarrolle una máscara de tierras de cultivo lo antes posible. Los detalles de la metodología sugerida y el proceso para desarrollar la máscara han sido descritos en las secciones anteriores.

Se sugiere usar un muestreo estratificado para estimar el área agrícola en el Perú. El primer parámetro de clasificación es la región y el segundo es la máscara de tierras de cultivo:

Parámetro de estratificación 1: Según las regiones: Costa, Sierra y Selva

Parámetro de estratificación 2: Tierras de cultivo (Tierra cultivable, Cultivos Permanentes, Especies Forrajeras, Cultivos Heterogéneos)

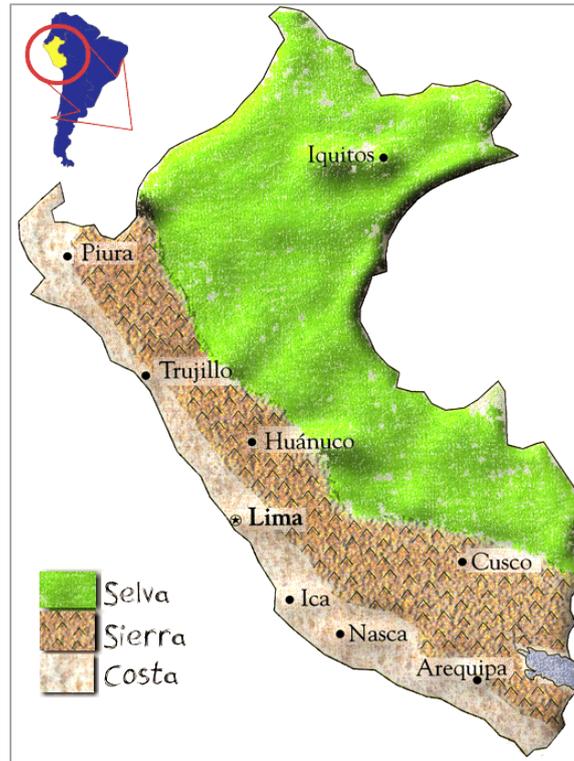


Figura 16: Regiones del Perú

Existen un total de 12 estratos:

	Regiones		
Tipo de cultivo	Selva	Sierra	Costa
Tierras cultivables	Estrato 1	.....	Estrato 3
Cultivos permanentes	Estrato 4	...	...
Forrajes	...	..	
Cultivos heterogéneos		..	Estrato 12

El Método Probabilístico puede ser usado para todo el país. El diseño final de muestreo puede ser desarrollado una vez que se haya generado el marco de muestreo. Las estimaciones pueden ser dos veces al año y a nivel distrital dependiendo del tamaño de la muestra.

*Selección de la muestra*

Las unidades de muestra serán cuadrículas de 500 m x 500 m colocadas sobre las áreas agrícolas. En cada cuadrícula se identificará el área total de cada cultivo mediante las visitas de campo.

Para seleccionar las cuadrículas se deben seguir los siguientes pasos:

- i- Crear cuadrículas de 500 m x 500 m para todo el país empezando por la esquina superior izquierda. El tamaño de la cuadrícula se puede cambiar por uno más pequeño. Esto se decidirá después de realizar pruebas pilotos en distintas provincias de las tres regiones.
- ii- Definir el tamaño de la muestra. El presupuesto, las limitaciones de tiempo y el nivel de precisión serán parámetros para decidir el tamaño de la muestra.
- iii- Las cuadrículas serán seleccionadas dentro de cada estrato mediante el método de Probabilidad Proporcional al Tamaño (PPT).
- iv- Los encuestadores visitarán cada campo dentro de la cuadrícula y recogerán la información.
- v- Se realizarán estimaciones a nivel distrital por cultivo.

La figura a continuación presenta el sistema de selección de cuadrícula.

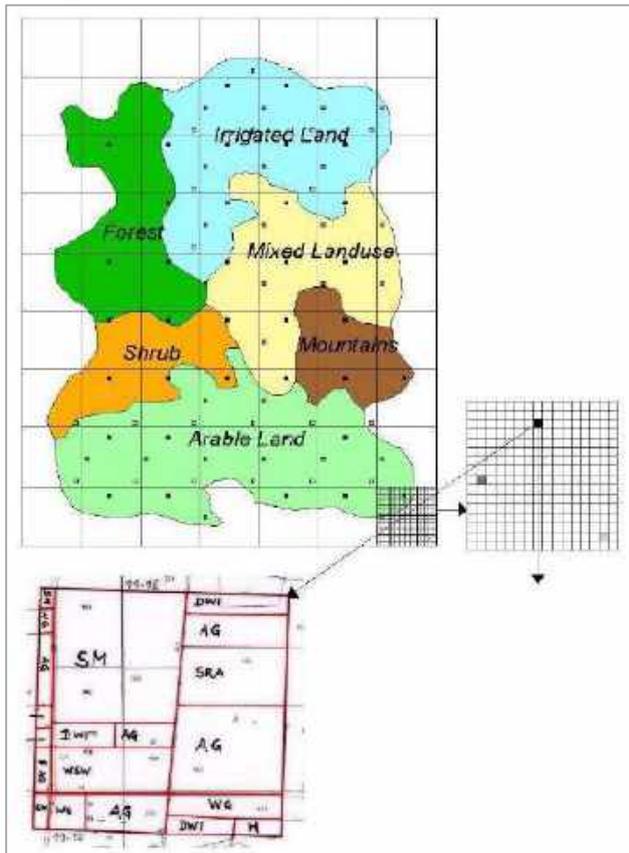


Figura 17: Método de selección de cuadrícula

## 5.5 Máscara de tierras de cultivo mediante el método de teledetección

Los esfuerzos necesarios para identificar, localizar y delinear parcelas agrícolas individuales en el sistema de referencia dependen de la calidad del sistema. Mientras mejor sea la calidad, más fácil será realizar estas tareas y más precisos serán los resultados. Un sistema de baja calidad que no represente suficientemente las condiciones reales podría no permitirle a los usuarios realizar estas tareas.

En particular, si la MTC fue establecida por interpretación de imágenes, esta proporcionará una base viable para una clasificación automática de parcelas, con pocos errores de clasificación debido a la reducción de varianza según su enfoque inherente de estratificación.

Los límites de la Máscara de Cultivos dentro de cada MTC podrán ser observados por medio de la interpretación visual para tener fronteras estables para los cultivos permanentes y estos podrían clasificarse por medio de una clasificación automática de imágenes de datos Sentinel o PeruSat para las otras clases. La clasificación podría proporcionar actualizaciones regulares de estimados durante la temporada basadas en el análisis de imágenes y podría realizarla un grupo de personas entrenadas y equipadas dentro del MINAGRI/DEA.

Los cultivos o grupos de cultivos que se sugiere determinar se detallan en la Tabla 3:

**Tabla 3: Grupos de máscaras de cultivo**

Sector de Tierras de Cultivo (STL)	Máscara de Tierras de Cultivo (MTC)	Máscara de Cultivos (MC)
	Cultivos transitorios	Arroz, cereales, oleaginosas, leguminosas, papas (y otras raíces y tubérculos), algodón (y otros cultivos textiles) vegetales
	Cultivos permanentes	Vid, caña de azúcar, café, banano, especias, frutas y bayas, cacao
	Especies forrajeras	Especies forrajeras anuales, pastizales y pastos naturales

Áreas agrícolas heterogéneas

Cultivos anuales asociados a los cultivos permanentes, patrones complejos de cultivo

Las metodologías de teledetección junto con las herramientas del marco de muestreo de áreas también pueden ser usadas para estimar el área de cultivo.

Este método se basa en imágenes satelitales y tiene tres etapas:

- I- **Fase Uno:** Desarrollo del Marco de Muestreo: El área agrícola total activa se define al usar imágenes de resolución satelital todos los años. Las imágenes satelitales de baja resolución son gratuitas y es fácil acceder a ellas a través de Internet. Las áreas agrícolas se extraen mediante los métodos de clasificación. Este proceso debe repetirse todos los años ya que las áreas agrícolas activas pueden cambiar dependiendo de distintos factores.
- II- **Fase Dos:** Basado en el enfoque del marco de muestreo de áreas, se utilizan imágenes multiespectrales de muy alta resolución (menos de 1 metro) para identificar el tipo de cultivo en las zonas seleccionadas. Los límites de los distintos tipos de cultivos son delineados mediante la técnica de interpretación visual. Además, dentro de cada zona donde se usan las imágenes de alta resolución, se recogen datos de muestra *verdad terreno*. La *verdad terreno* se usa para la interpretación de imágenes.
- III- **Fase 3:** Los mapas de probabilidad de cultivo a nivel país se producen al combinar los límites de cultivo (producidos en la fase II) con imágenes de baja resolución.

De esta manera se pueden realizar las estimaciones del área de cultivo para todo el país en cualquier nivel administrativo con una mínima recolección de datos. Este método puede ser tan económico como otros. Sin embargo, la desventaja es que se debe cubrir todo el país con baja resolución y el área de muestra seleccionada con imágenes de alta resolución todos los años por los menos dos veces al año. La cantidad de nubes que cubren el Perú puede ser un reto para implementar esta metodología.

## 5.6 Estimación del rendimiento

El equipo GAF realizó un estudio piloto sobre la estimación del rendimiento junto con el Instituto Potsdam para la Investigación del Impacto Climático (PIK) en la provincia de Lambayeque en 2018. Los resultados de este estudio piloto (presentados en el siguiente

capítulo) serán usados para desarrollar un modelo de estimación de rendimiento para diferentes cultivos.

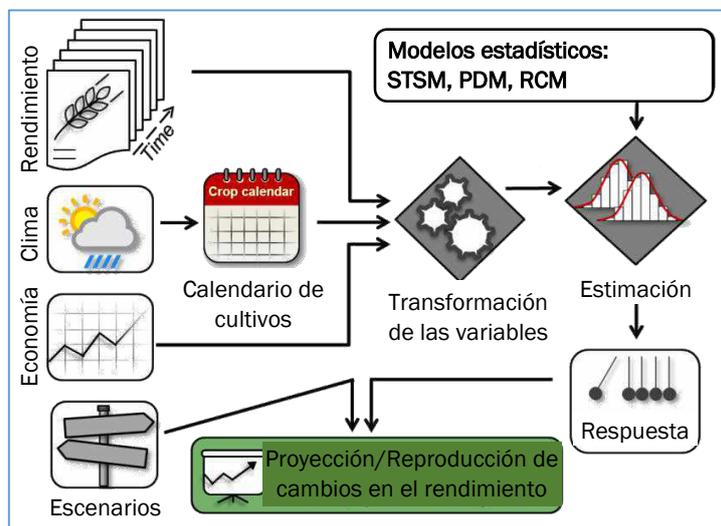
Sin embargo, adicionalmente, se sugiere recoger estadísticas sobre el rendimiento o la producción a través de las Asociaciones de Usuarios de Agua. Finalmente, también se sugiere que los informantes calificados recojan las estadísticas de producción (y rendimiento) de manera más objetiva. Los informantes calificados pueden recoger con regularidad información y datos sobre las enfermedades de las plantas y su impacto, condiciones climáticas, instalaciones de riego y el rendimiento potencial y obtenido. De esta manera, se pueden recolectar estadísticas semisubjetivas de producción y rendimiento a través de los informantes calificados. El mismo tipo de recolección de datos también se puede incluir en el método probabilístico.

Finalmente, para una estimación más científica y mejor del rendimiento, se deben monitorear y registrar regularmente varios parámetros incluyendo las condiciones climáticas, instalaciones de riego y enfermedades de plantas. Adicionalmente, dicha información debe ser compartida entre las organizaciones relevantes.

La pieza central del proyecto es el uso de modelos de cultivos para evaluar los rendimientos particulares de cada región. Los modelos estadísticos son una opción para evaluar los rendimientos; estos tienen la ventaja de estar basados en relaciones simples entre clima y las entradas sobre los rendimientos de la finca. Estos modelos requieren información menos detallada sobre la gestión aplicada y las condiciones climáticas predominantes. Estos modelos consideran tanto factores climáticos como económicos, utilizan variables climáticas, que son los principales agentes para el potencial crecimiento y la provisión de agua. Debido al cambio climático, la ocurrencia de eventos extremos aumentará en el futuro. El calor extremo tendrá un efecto negativo sobre el rendimiento de los cultivos, particularmente en las regiones tropicales. Debido a la parametrización individual, nuestro modelo estadístico es capaz de capturar eventos extremos que ocurren de manera sistemática (como las olas de calor) o dentro de una región. Como parte del proyecto agregaremos las variables climáticas en toda la temporada de cultivo y consideraremos las diferentes fechas de siembra y cosecha, así como las distintas duraciones de estos periodos dentro del Perú.

La información del clima es provista por PIK, mientras que los rendimientos de los cultivos, la duración de la temporada de cultivo, el área y otras variables de gestión relacionadas son provistas por fuentes externas (p. ej. el Ministerio de Agricultura). Si bien el rendimiento y su área son variables necesarias, las otras variables de gestión son deseables. Para la estructura de panel se requieren las variables de rendimiento; esto quiere decir que por lo menos se necesitan más de 10 registros de rendimiento temporal y 10 de rendimiento espacial. Sin embargo, para que el modelo sea lo suficientemente robusto sería beneficioso contar con más de 1000 registros de rendimiento.

Los modelos estadísticos de rendimiento brindan como resultado cambios relativos del rendimiento, que es un índice de 100 rendimientos promedio. Este índice es fácil de interpretar sin necesidad de requerir mayor información sobre el nivel de rendimiento o los rendimientos anteriores. Estos modelos pueden evaluar qué parte de la variabilidad del rendimiento es causada por el clima, los insumos agronómicos o los impactos socio-económicos. Basado en estos distintos factores de impacto sobre el rendimiento, se pueden seleccionar los cambios regionales en el rendimiento relacionados al clima y ser utilizados para calcular reclamos de seguros. El índice de rendimiento relacionado al clima se basa en una gestión agronómica promedio específica a la región. Las decisiones particulares de cada agricultor (riesgos de idiosincrasia) son filtrados.



**Figura 18: Flujograma del modelo empírico de rendimiento (según Gornott y Wechsung, 2016)**

## 6 Comparación de los resultados usando distintos métodos y fuentes de datos

El enfoque sugerido y presentado en sistema descrito en el Capítulo anterior depende fuertemente de dos características:

- i. Información espacial de alta calidad de imágenes satelitales
- ii. Gran colaboración entre los actores

Con respecto al primer punto, se sugirió incluir una máscara de tierras de cultivo en el marco de muestro para el Perú. Para poder asegurar la consistencia de la información, es crucial asegurarnos de que el marco de muestreo sea el mismo para los tres métodos de recolección de datos y, específicamente, se obtenga una lista actualizada de todos los agricultores (probablemente a través del registro de agricultores). La máscara de tierras de cultivo para el Perú ha sido denominada Mapa de Áreas Agrícolas o MAA. GAF desarrolló pilotos en la Costa, Sierra y Selva. Los distritos seleccionados para los pilotos fueron Chongoyape, Lambayeque (Costa), Kishuará, Apurímac (Sierra) y Campoverde, Ucayali (Selva).

### 6.1 Máscara de tierras de cultivo en el Perú – Mapa de Áreas Agrícolas (MAA)

El MAA permite identificar áreas agrícolas basado en la interpretación de imágenes satelitales. Las áreas agrícolas pueden ser estratificadas después según el tipo de cultivo.

Existen dos métodos de interpretación que se complementan uno con el otro: digital y visual. La clasificación digital permite desarrollar procedimientos de interpretación de forma automatizada, algo imposible de hacer con la interpretación visual. Provee una clasificación rápida del área de estudio, manteniendo la coherencia sobre la clasificación en áreas aledañas. Por otro lado, la interpretación visual es una buena alternativa para extraer información bastante precisa, actualizar la cartografía o hacer un inventario en distintas escalas. Sirve de apoyo a la interpretación digital cuando algunas coberturas muestran el mismo espectro, pero la temática es diferente.

Para hacer la interpretación de imágenes y obtener el MAA, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Establecer la cartografía base y temática
2. Seleccionar y procesar las imágenes satelitales (corrección geométrica, ajustes)
3. Validación en campo
4. Corrección y ajustes

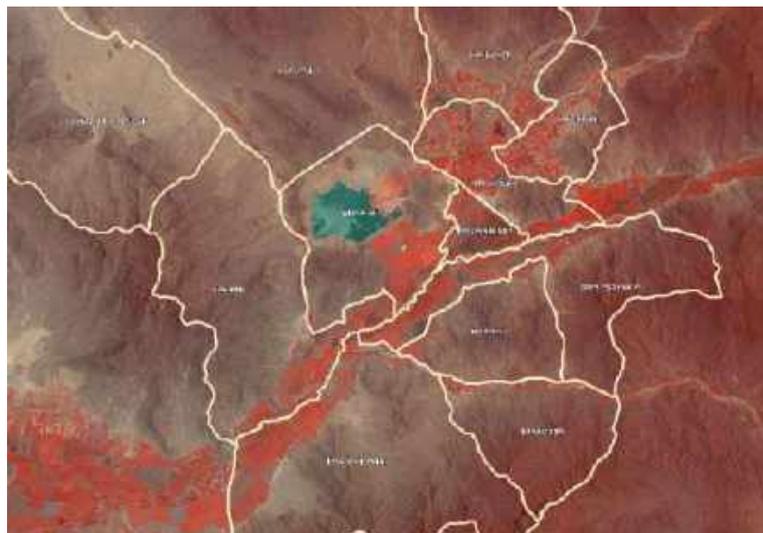
## 5. Información final

### 6.1.1 Establecer la cartografía de base y temática

La proyección de la cartografía de base fue modificada al sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) con dato WGS 84. La cartografía se limitó al área de los distritos piloto, incluyendo las capas de datos de los siguientes elementos:

- Límites administrativos
- Asociaciones de Usuarios de Agua
- Sectores estadísticos
- Infraestructura de riego
- Catastro rural
- Carreteras
- Áreas Naturales Protegidas
- Uso de la tierra
- Áreas urbanas
- Topografía

Algunas de estas características están presentes en las Figura 19 y Figura 20.



**Figura 19: Sectores estadísticos en Chongoyape**

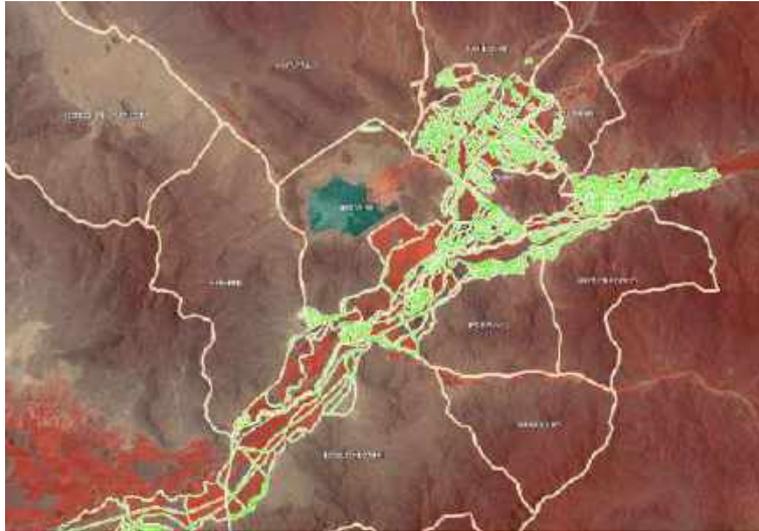


Figura 20: Catastro rural en Chongoyape, Elaboración: GAF AG

## 6.1.2 Selección y procesamiento de imágenes satelitales

### Selección

Con base en la ubicación de los distritos, algunas características fueron tomadas en consideración antes de seleccionar las imágenes, como nubes, disponibilidad, frecuencia y diversidad de las imágenes. Las imágenes fueron seleccionadas entre noviembre 2016 y abril 2018. Sin embargo, ya se habían obtenido imágenes previas de Kishuará y Campoverde (ver más abajo). Se realizó una primera revisión y análisis de las imágenes disponibles y se seleccionaron aquellas sin distorsiones radiométricas, considerando la distribución espacial de las nubes y la proporción del área cubierta.

Las imágenes usadas incluyen:

#### *Sentinel 2A*

Imágenes gratuitas

Esta fuente garantiza una cobertura sistemática y frecuente:

Resolución temporal : Un satélite cada 10 días. Constelación final cada 5 días.

Resolución espacial : Depende de la resolución espectral, 10 metros.

Resolución radiométrica : 12 bits (rango entre 0 y 4095).

Detalles de Espacial y Espectral de Sentinel-2

Bandas	Resolución Espacial (m)	Resolución Espectral (nm)
Banda 1 (Aerosol)	60	443
Banda 2 (Azul)	10	490
Banda 3 (Verde)	10	560
Banda 4 (Rojo)	10	665
Banda 5 (Infrarrojo cercano - NIR)	20	705
Banda 6 (Infrarrojo cercano - NIR)	20	740
Banda 7 (Infrarrojo cercano - NIR)	20	783
Banda 8 (Infrarrojo cercano - NIR)	10	842
Banda 8a (Infrarrojo cercano - NIR)	20	865
Banda 9 (Vapor de Agua)	60	9945
Banda 10 (Cirrus)	60	1375
Banda 11 (Infrarrojo Lejano - SWIR)	20	1610
Banda 12 (Infrarrojo Lejano - SWIR)	20	2190

Figura 21: Resolución espectral del Sentinel 2A. Fuente: Agencia Espacial Europea

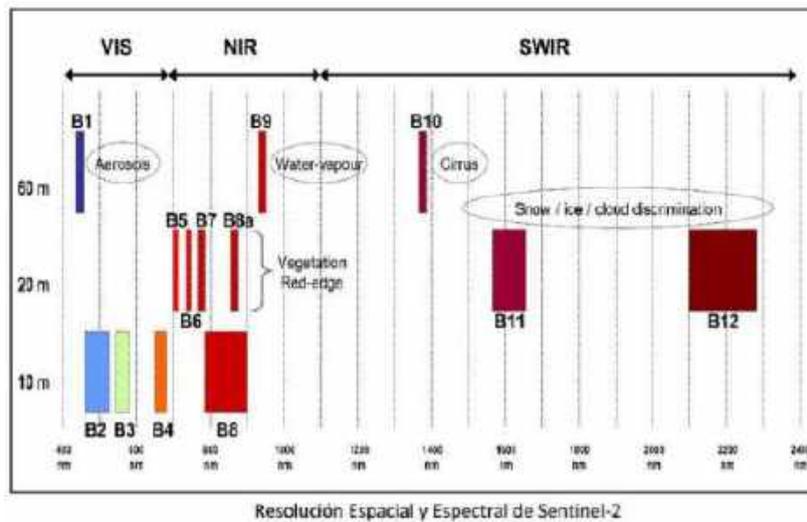


Figura 22: Resolución espectral y espacial del 2A. Fuente: Agencia Espacial Europea



**Figura 23: Imagen Sentinel 2A del valle Chancay-Lambayeque**



**Figura 24. Imágenes Sentinel 2A de Kishuará**

### *Google Earth*

Aplicación gratuita (para usos no comerciales) que provee y permite usar múltiple cartografía basada en imágenes satelitales.

### Procesamiento de imágenes

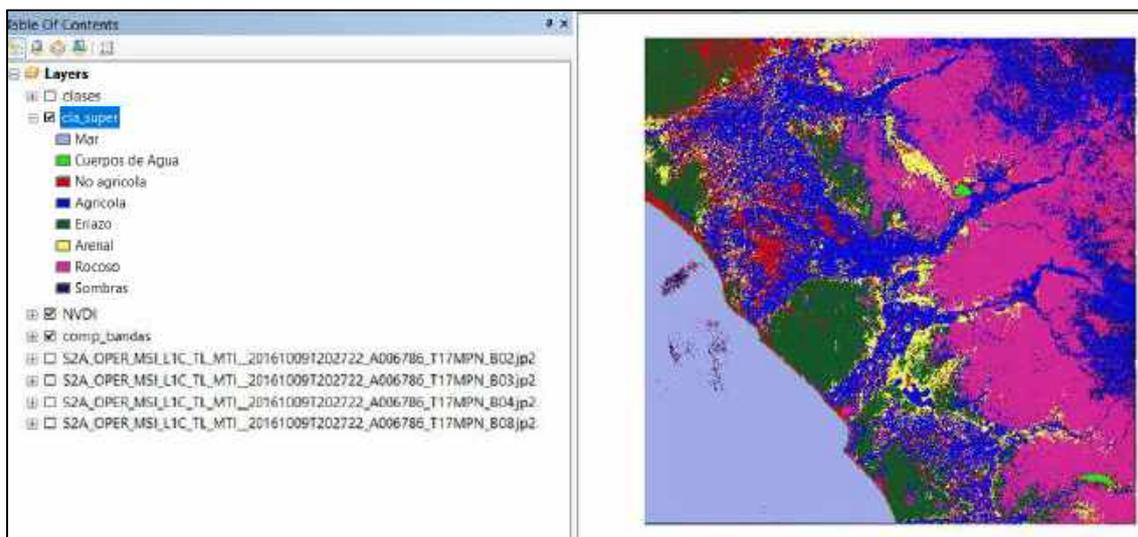
### *Clasificación digital*

Este proceso fue aplicado en las imágenes previamente procesadas para los distritos. Se utilizaron imágenes Sentinel 2A en el procedimiento de clasificación supervisada con una delimitación vectorial de las áreas de entrenamiento, donde se identificó el área agrícola y de ser posible algunos cultivos como uvas, caña de azúcar y arroz. Luego, por la densidad de las áreas agrícolas, se establecieron áreas de entrenamiento de distintos tamaños para cada clase, ajustadas al uso de la tierra del distrito.

Se usaron tres bandas para la combinación: una en la región del infrarrojo cercano del espectro electromagnético, que permite identificar el suelo expuesto, mientras que la infraestructura se visualiza en tonos rosados y azules, respectivamente, y la vegetación se muestra en diversas tonalidades de verde y rosa, que varían en función del tipo y de las condiciones de la misma. Y 2 bandas que pertenecen a la parte visible del espectro electromagnético.

Adicionalmente, las imágenes de Google Earth se usaron a manera de ejemplo para resaltar las capacidades del Peru-Sat1, permitiendo visualizar la imagen hasta una resolución espacial de 60 cm. Con estas imágenes se pudo identificar las áreas agrícolas y el uso de tierra, lo que complementó y validó la cartografía temática del MAA. La leyenda del MAA tiene las mismas categorías, en nombre y número, que las del mapa de uso de tierra del distrito.

**Figura 25: Clasificación supervisada de Chancay-Lambayeque**



*Interpretación visual*

Se encontraron algunas inconsistencias en el proceso de clasificación digital, especialmente en los límites y asignación de clases. Por lo tanto, se complementó la clasificación visual con la clasificación visual con una escala de representación del MAA

de 1:10 000. Considerando la resolución de las imágenes Sentinel 2A, se eliminaron aquellos polígonos que presentaban inconsistencias.

La interpretación visual permitió la discriminación de áreas agrícolas cuya clasificación digital no era clara. Para esas áreas se asignó una categoría de estrato. Luego se realizó una comparación visual usando la composición de color al sobreponer el catastro rural con las capas de uso de tierra y se analizó la correspondencia cromática de la imagen.

Adicionalmente se usaron otras fuentes de información. Estas son:

- i. Información agrícola (tipos de cultivo, temporadas, etc.)
- ii. Mapas del suelo
- iii. Mapas forestales
- iv. Mapas/información catastral
- v. Datos GPS recolectados durante las visitas en campo
- vi. Imágenes Goggle Earth
- vii. Imágenes Bingmap
- viii. Mapas base ARCGIS

Se consideró a las carreteras y otros elementos artificiales como límites de los polígonos, así como elementos naturales como divisorias de agua, ríos y riachuelos para definir las fronteras de los polígonos. Se consideraron los bordes de las parcelas para definir y construir los polígonos según ciertas características y similitudes de las zonas contiguas. Esta información fue complementada con información sobre los cultivos y la producción obtenida de las comunidades campesinas. Se consultó información complementaria para identificar áreas agrícolas, estas son:

- Curvas de nivel
- Límites políticos, comunidades campesinas
- Límites de los sectores estadísticos
- Centros poblados
- Marcos de área de la región natural montañosa
- Catastro rural
- Cobertura vegetal
- Imágenes de diferentes visores para realizar un análisis multitemporal y detectar cambios para ver la expansión y la variabilidad agrícola.

Las imágenes Sentinel 2A fueron interpretadas y se definieron/delinearon los límites de las categorías del MAA con la ayuda de la información y datos mencionados antes.

**Tabla 4: Clasificación del MAA**

ID	MAA (Estrato)	Mapeo de Áreas de Cultivos (MAC)
1	Cultivos transitorios	Arroz, Cereales, Oleaginosas, Leguminosas, Tubérculos, Algodón, Vegetales
2	Cultivos permanentes	Vid, Caña de Azúcar, Café, Banano, Especies, Frutas y bayas, Cacao
3	Pastos y forraje	Forraje anual, Pastos naturales
4	Área agrícola heterogénea	Patrones complejos de cultivo,
5	Área no agrícola	Bosque, cuerpos de agua, área urbana, otros

Fuente: GAF

### 6.1.3 Validación en campo

La validación en campo tuvo lugar en los tres distritos y se realizaron las siguientes actividades:

- Coordinación con la AUA y la DRA para dar a conocer las actividades que se iban a realizar durante la visita de campo y recolectar información sobre la distribución del agua, infraestructura, tenencia de tierras de los miembros y zonificación de los cultivos.
- Desarrollo de mapas y carga de trabajo. Dos equipos participaron del trabajo de campo y se le asignaron distintas áreas a cada uno.
- Verificación de los resultados preliminares del MAA in situ. Pueden existir diferencias entre los resultados preliminares y la validación en campo debido a:
  - Diferencias en tonos y texturas debido a diferencias en las fechas entre la captura de las imágenes y el trabajo de campo. Estas diferencias pueden explicarse a través de las diferencias en las condiciones de los cultivos.
  - Rotación de cultivos, que consiste en cambiar los cultivos sembrados de un periodo a otro. Estos cambios crean diferencias en la coloración y los patrones entre imágenes.
  - Nuevas áreas agrícolas, que se vuelven productivas según la disponibilidad del agua.
  - Tipo de finca. En el trabajo de campo se incluyeron cinco fincas grandes en el MAA. El equipo coordinó con cada una de las firmas una visita para analizar sus campos. Esto mejora la robustez del análisis
- Registro de la ubicación GPS: Todos los lugares visitados fueron geocodificados usando un dispositivo GPS. Debido a que se encontraron diferencias entre las imágenes y la visita de campo, se preguntó a los productores sobre el uso actual y previo de la tierra.



Figura 26: Validación en campo

Se realizaron ajustes a la versión preliminar del MAA basados en las observaciones encontradas durante el trabajo de campo, los tipos de cultivos y patrones. Estas correcciones implicaron cambios en los límites del MAA y el registro de algunas áreas agrícolas.

## 6.2 Resultados – MAA en Chongoyape

En el proceso de corrección, se encontraron ligeras diferencias en la identificación de los terrenos cultivables y las áreas con cultivos permanentes entre el MAA preliminar y el final. En la validación en campo se verificó que se había sembrado caña de azúcar joven (menos de 8 meses) en las áreas que fueron clasificadas incorrectamente. Luego, considerando que las imágenes satelitales fueron tomadas en diciembre 2016, una posible explicación para esta clasificación errónea es que la caña de azúcar era muy joven en el momento en que se tomó la imagen y se asemejaba al patrón de los terrenos cultivables. Por lo tanto, la validación en campo es crucial para la interpretación de las imágenes satelitales y, de implementarse el MAA en el Perú, se pueden desarrollar procedimientos para minimizar el error en la clasificación. Asimismo, es posible encontrar el tamaño de muestra óptimo de parcela que se debe tomar durante la validación en campo para poder minimizar el error en la clasificación de imágenes y el costo de la visita a campo.

La Figura 27: Versión final del MAA en Chongoyape presenta la versión final y corregida del MAA. Esta versión final incluye la identificación del área agrícola de las grandes fincas. Las diferencias de área entre las dos versiones (preliminar y final) se calcularon según el tipo de cultivo. La distribución de la tierra por estratos en la versión preliminar

se encuentra en ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., mientras que la Tabla 5 presenta la misma distribución para la versión final.

**DISTRITO CHONGOYAPE: RESULTADOS MAPEO DE ÁREAS AGRÍCOLAS**

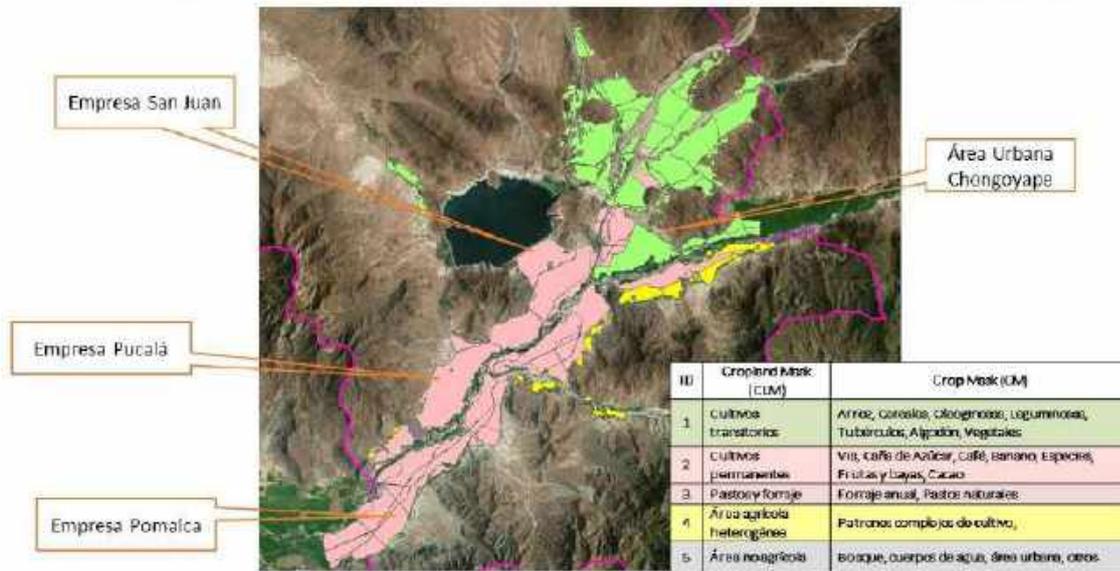


Figura 27: Versión final del MAA en Chongoyape

Tabla 5: Distribución de la tierra por tipo, versión final

COD	CLM	ÁREA Ha	% Agrícola
1	Cultivos transitorios	3304.82	38.52
2	Cultivos permanentes	4792.03	55.85
4	Áreas agrícolas heterogéneas	482.99	5.63
5	Tierra no agrícola	71.01	-
	<b>Total</b>	<b>8650.85</b>	<b>100.00</b>
Área Total 8650.85 Ha			
Área Agrícola 8579.83 Ha			

Fuente: GAF AG

La Tabla 6 presenta una comparación del cálculo del MAA con otras fuentes en Chongoyape. Estos datos claramente indican que existe una alta variación entre los

resultados del MINAGRI y otras fuentes en términos del área agrícola total en Chongoyape. Según los reportes de los informantes calificados, existen 2750 hectáreas agrícolas en el distrito de Chongoyape. Sin embargo, según el censo del 2012, el área agrícola total es de 7352 hectáreas. Los registros de la Asociación de Usuarios de Agua sugieren que el área agrícola total es de 8700 hectáreas. GAF usó el método MAA (Mapeo de Áreas Agrícolas) y el área agrícola total es de 8580 hectáreas.

**Tabla 6: Estimación del área agrícola según distintas fuentes, Chongoyape**

Fuente	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanentes	Cultivos Heterogéneos	Tierra sin uso	Agricultura total
MAA (2017)	3,305	4,792	483	-	8,580
AUA (2017)*	3,873	4,096	730	-	8,700
DEA - EMDA (2016)*	2,250	2,500	-	-	4,750
Censo (2012)	5,791	242	-	1,319	7,352
Catastro	-	-	-	-	7,501

\* Se añadieron 2,000 ha de fincas comerciales.

La diferencia entre los datos del MAA y la Asociación de Usuarios de Agua es poca. Esto indica que las Asociaciones de Usuarios de Agua pueden ser una buena fuente para desarrollar el Método de Registros Administrativos en la Costa. De igual manera, se comprueba la confiabilidad del MAA.

### 6.3 Resultados – MAA en Kishuará

El área total de Kishuará es 310 km<sup>2</sup>. La altura mínima es de 1550 y la máxima 4950 m.s.n.m. en el distrito. La población total es de aproximadamente 8000 personas.



Figura 28. Ubicación del distrito de Kishuará

Kishuará tiene un clima diverso que permite producir una variedad de productos agrícolas. Es posible producir cultivos tropicales como palta, mango, naranjas y plátano a una altura de 2000 metros y, al mismo tiempo, cultivar papas hasta los 4000 metros.

Las siguientes imágenes satelitales presentan una impresión general del panorama en el distrito de Kishuará.



Figura 29. Distrito de Kishuará – Imágenes satelitales

Los cultivos como la papa y el maíz son principalmente de secano y cultivados sobre los 2800 metros, mientras que los cultivos en los valles son irrigados.

Como se muestra en el mapa a continuación, la mayoría de la tierra en Kishuará se encuentra sobre los 3000 metros. Existen varias áreas sobre los 4000 metros, la mayoría no apta para la producción agrícola. Hay algunos lugares agrícolas sobre los 4000 metros, pero mayormente son para el ganado.





**Figura 31. Cultivos de maíz y papa en Kishuará (noviembre 2017)**

Para el caso de Kishuará, se consideró la siguiente información sobre la estructura de los cultivos para la interpretación:

**a. CULTIVOS TRANSITORIOS**

- Estos cultivos se encuentran en la parte superior y media de la cuenca. El riego es escaso en esta área durante el año, mayormente es seco.
- En la parte media de la cuenta, los cultivos son diversos y de un ciclo vegetativo corto. Es muy común hacer una mixtura y es posible producir más de un cultivo por campaña agrícola.
- En la parte superior, la papa es el principal cultivo, sembrada en áreas entre los 3500 y 4000 metros sobre el nivel del mar.
- Otros cultivos que se pueden encontrar son tubérculos como oca, mashua y olluco.
- En la parte superior de la cuenca, se han observado áreas agrícolas que permanecen sin cultivar por un periodo de 3 a 5 años, lo que dificulta identificar el límite de las parcelas o cualquier vestigio de agricultura debido al crecimiento del pasto y de las especies naturales de dicha área.

**b. CULTIVOS PERMANENTES**

- El cultivo predominante es la palta. Los paltos se encuentran en la parte baja de la cuenca, donde el riego es clave. El sistema de canales es artesanal y desafortunadamente la Junta de Usuarios de Agua no tiene presencia en esta zona.

- Existen otras especies como manzanos y duraznos, pero están dispersas y en algunos casos asociadas a la palta.
- La palta crece en una distribución de 5x5, y entre los espacios se asocia otro cultivo, como el zapallo, aprovechando que es una planta trepadora y tiene un periodo vegetativo corto.
- Por el momento se ha observado que en parte baja de la cuenca está aumentando la siembra de paltos, por lo que se recomienda actualizar el MAA a mediano plazo.

### c. ÁREAS AGRÍCOLAS HETEROGÉNEAS

- Al conformar los polígonos se tomó en cuenta la variabilidad de los cultivos, los cuales mayormente están separados por árboles de eucalipto dispersos. Esto hace que sea difícil formar un polígono limpio en el MAA.
- Las áreas agrícolas se encuentran en medio de la cuenca, los cultivos son de periodos vegetativos cortos y de secano. Puede haber hasta dos cultivos en la misma temporada.
- Las áreas agrícolas están sobreexplotadas, en algunas áreas el periodo de descanso es muy corto, pudiendo ser de tan solo unos meses.

La siguiente figura presenta el MAA resultante para Kishuará.

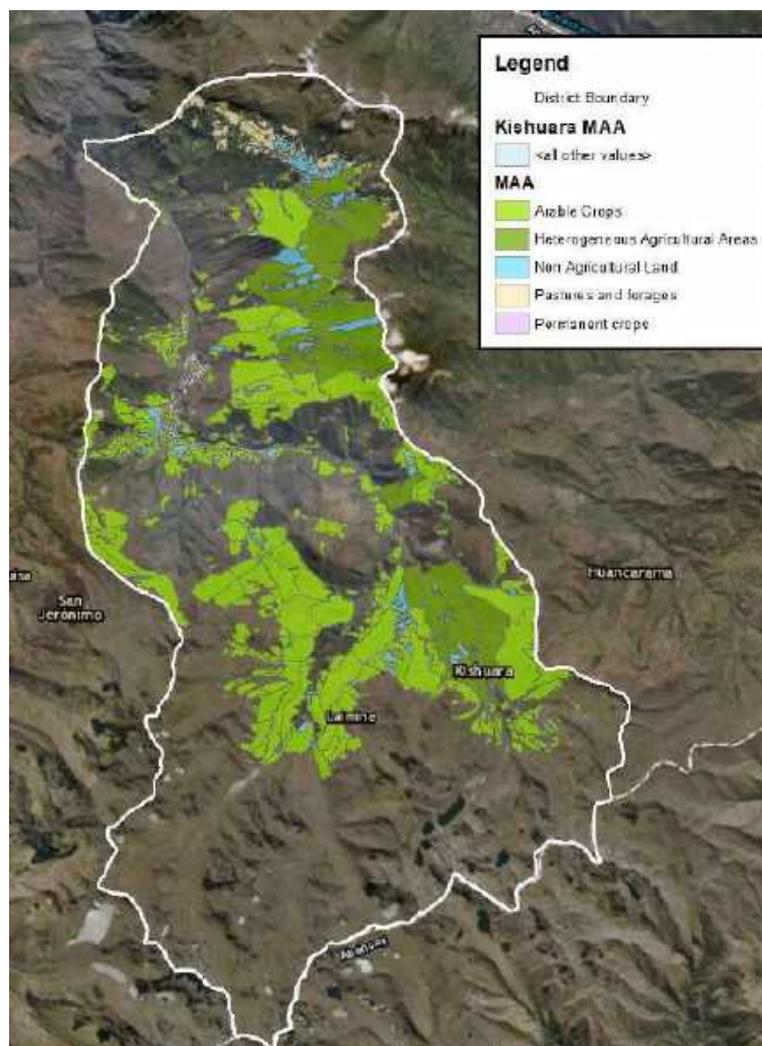


Figura 32. MAA de Kishuará

Se calcula que el área agrícola de Kishuará es de 9,003 hectáreas (Tabla 7)

**Tabla 7. Resultados del MAA para Kishuará**

MAA Clase	Área (Hectáreas)	% in Total
Cultivos transitorios	4,874	54.1%
Áreas agrícolas heterogéneas	1,951	21.7%
Cultivos permanentes	140	1.6%
Tierra agrícola sin usar	2,038	22.6%
<b>Área Agrícola Total</b>	<b>9,003</b>	<b>100%</b>

Fuente: GAF AG

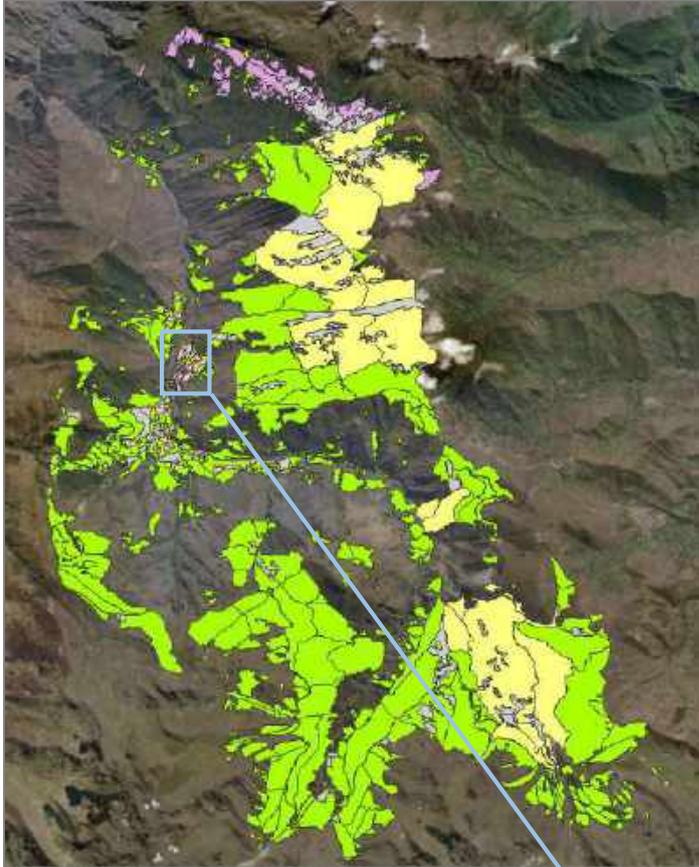


Figura 33: MAA de Kishuara– Detalle

La Tabla 8 presenta una comparación del cálculo del MAA con otras fuentes en Kishuará. En este caso, los resultados del MAA difieren de los del censo, la DEA y la DGA. Según los reportes de los informantes calificados, en 2016 existían 2185 hectáreas agrícolas en el distrito de Kishuará. Sin embargo, según el censo de 2012, el área total agrícola es de 3557 hectáreas, mientras que la DGA consideraba 2994 para el 2017 solo para cuatro cultivos: Frijoles, maíz, papa y quinua. GAF usó el método MAA (Mapeo de Áreas Agrícolas) y área agrícola total es de 9003 hectáreas. También se compararon los resultados del MAA con aquellos del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal desarrollado por el MINAM (2012, 2015). Si bien los resultados del 2012 se acercan a los del censo y diferentes a los del MAA, los resultados del 2015 se asemejan a los obtenidos por el MAA.

**Tabla 8: Estimación del área agrícola por diversas fuentes, Kishuará**

Fuente	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes	Cultivos Heterogéneos	Tierra sin uso	Agricultura Total
MAA (2017)	4,874	140	1,951	2,038	9,003
Censo (2012)	1,158	65	-	2,334	3,557
DEA - EMDA (2016)	1,642	542	-		2,185
DGA – Frijoles, maíz, papa, quinua (2017)	2,994	-	-	-	-
MINAM (2012)					4,019
MINAM (2015)					9,779

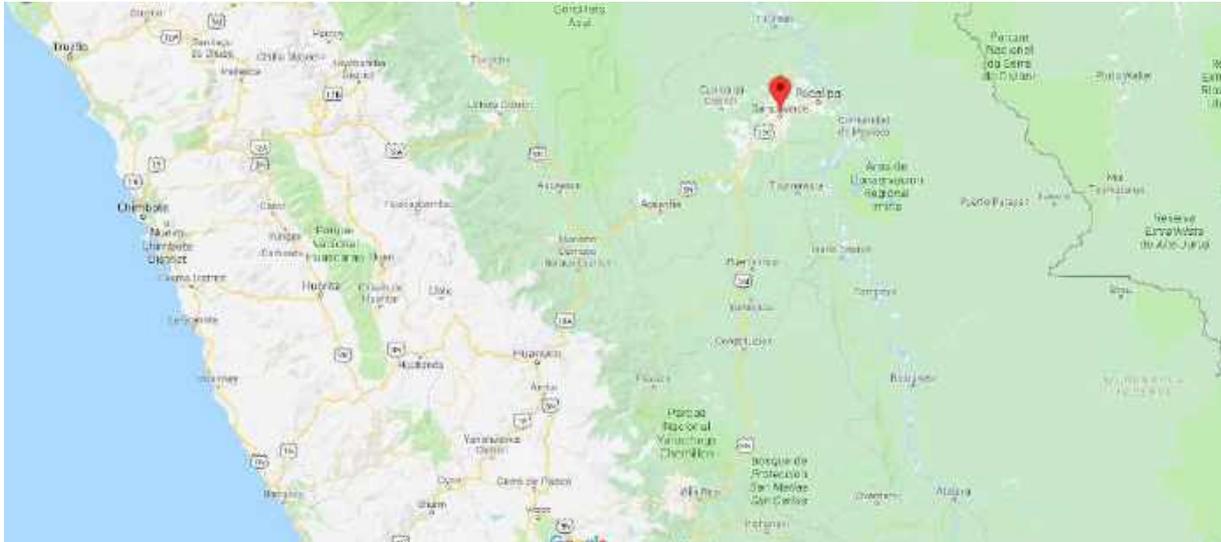
Elaboración: GAF AG

Tres hipótesis son consideradas para explicar estas diferencias. Primero, las áreas agrícolas abandonadas que se identificaron en el MAA como potenciales no fueron contabilizadas en el censo agropecuario 2012 ya que el cuestionario solo consideraba las tierras gestionadas. Segundo, es difícil identificar barbecho con un análisis estático. Es importante destacar que en el distrito abunda la tierra sin uso, lo que dificulta su identificación; por ende, se debe realizar un análisis intertemporal. Tercero, un aumento en el área agrícola podría ser el resultado de un mayor desarrollo agrícola en el área debido al acceso al riego. Evidencia de esto es el cambio en el área agrícola del MINAM.

## 6.4 Resultados – MAA en Campoverde

Campoverde se encuentra ubicado en la provincia Coronel Portillo provincia en el departamento de Ucayali. El distrito de Nueva Requena se encuentra en el norte; los distritos de Callería, Manantay y Yarinacocha al este, y el departamento de Huánuco al sur y al oeste. El área total de Campoverde es de 1331 km<sup>2</sup>. La altura máxima en el

distrito es 253 m y la mínima 150 m. La población total del distrito es de aproximadamente 13 000 habitantes.



**Figura 34. Ubicación del distrito de Campoverde, Fuente: Google Maps**

Campoverde tiene un clima tropical, lo que permite la producción de varios productos agrícolas como el arroz, maíz, yuca, café, cacao, árboles de palma y diversas frutas (siendo el plátano y el camu-camu las principales)

Las siguientes imágenes satelitales nos dan una impresión general del panorama del distrito de Campoverde.



Figura 35. Distrito de Campoverde – Imágenes satelitales, Fuente: Google Maps, INEI



Figura 36 Cultivo de palma aceitera en Campoverde (Mayo 2018), Fuente: Google Earth

Para el caso de Campoverde se consideró la siguiente información sobre la estructura de los cultivos para la interpretación:

#### a. CULTIVOS TRANSITORIOS

- Estos cultivos son escasos, la mayoría se encuentra en la parte occidental del distrito y al sureste de la ciudad de Campoverde.
- Los cultivos transitorios más importantes son: arroz, maíz y yuca. También se puede encontrar ají en esta área, pero a menor escala.
- La mayoría de la producción es secano. Sin embargo, los campos de arroz son regados.
- El maíz se cosecha dos veces al año, entre noviembre-diciembre y julio-agosto, mientras que el arroz y la yuca se producen todo el año



**Figura 37: Campos de arroz en Campoverde**

#### **b. CULTIVOS PERMANENTES**

- Los principales cultivos permanentes en el distrito son el cacao, palma aceitera y plátano.
- La producción de estos cultivos también está concentrada en la parte occidental del distrito.
- La producción mayormente es irrigada por goteo (cacao).



Figura 38: Árboles de palma aceitera Campoverde

**c. ÁREAS AGRÍCOLAS HETEROGÉNEAS**

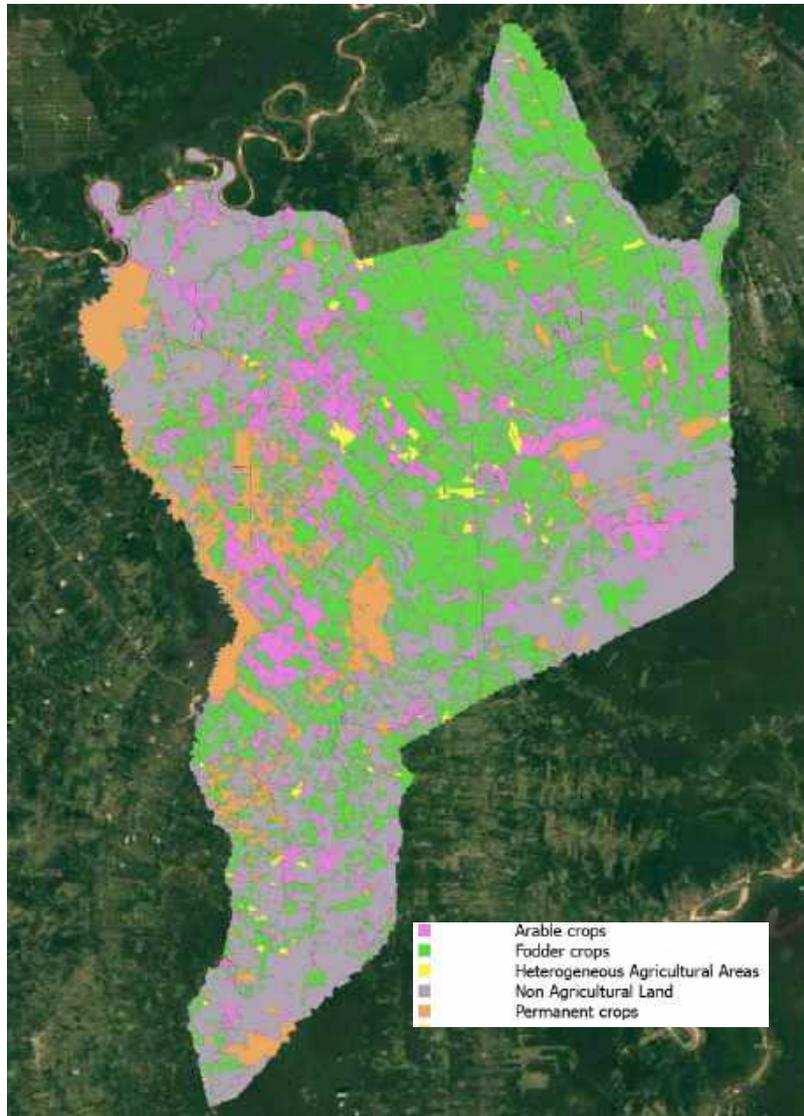
- La mayoría de parcelas se desarrollan sin ningún otro cultivo asociado, salvo cuando la tierra cultivable está rodeada de algún cultivo permanente, como la guaba o el plátano, así como otros árboles.

La tabla y figura a continuación muestran el área del MAA y el mapeo de Campoverde. En el caso de Campoverde se cubrió todo el distrito. Se calcula que el área agrícola total para Campoverde es de 27,408 hectáreas

**Tabla 9. Resultados del MAA para Campoverde**

<b>MAA Clase</b>	<b>Área (Hectáreas)</b>	<b>% en Total</b>
Cultivos transitorios	13,952	10%
Cultivos permanentes	12,199	9%
Áreas agrícolas heterogéneas	1,256	1%
<i>Área agrícola total</i>	<i>27,408</i>	<i>20%</i>
<i>Pastos y forraje</i>	<i>46,214</i>	<i>35%</i>
<i>Tierras no agrícolas</i>	<i>59,490</i>	<i>45%</i>

Área total del distrito	133,112	100%
-------------------------	---------	------



**Figura 39. MAA de Campoverde**

El tamaño promedio de las parcelas de producción de cultivos transitorios es de 10.7 ha, siendo el tamaño mínimo 0.05 ha y el máximo 670.78 ha, mientras que el tamaño promedio de las parcelas de producción de cultivos permanentes es de 21.2 ha, siendo el tamaño mínimo de 0.16 ha y el máximo 1,774.4 ha.

De acuerdo al censo agropecuario (INEI 2012), el área agrícola total es de 17 784 ha, mientras que las estadísticas agrarias oficiales del MINAGRI para el 2017 arrojan un área agrícola total de 10 345 ha. Sin embargo, según los resultados de MAA, el área agrícola total disponible es de 27 408 ha en Campoverde. Además, según la información sobre el uso de la tierra presentada por GEOBOSQUES (MINAM 2018), el área agrícola

total se calcula en 51 850 ha para el 2016, tal como se presenta en la siguiente tabla. Esto indica que el método de los informantes calificados subestima el área agrícola total disponible en Campoverde.

**Tabla 10: Área agrícola total de distintas fuentes (ha)**

Fuente de información	Cultivos transitorios	Cultivos permanentes	Tierra agrícola heterogénea	Tierra agrícola sin uso	Tierra agrícola total	Forrajes	Total
MAA (2018)	13,952	12,199	1,256	-	27,408	46,214	73,622
Censo (2012)	3,122	7,266	-	7,396	17,784	14,239	32,023
DEA - EMDA (2017)	3,253	7,092	-	-	10,345	-	-
Geobosques (2016)	-	-	-	-	51,850	40,451	92,301

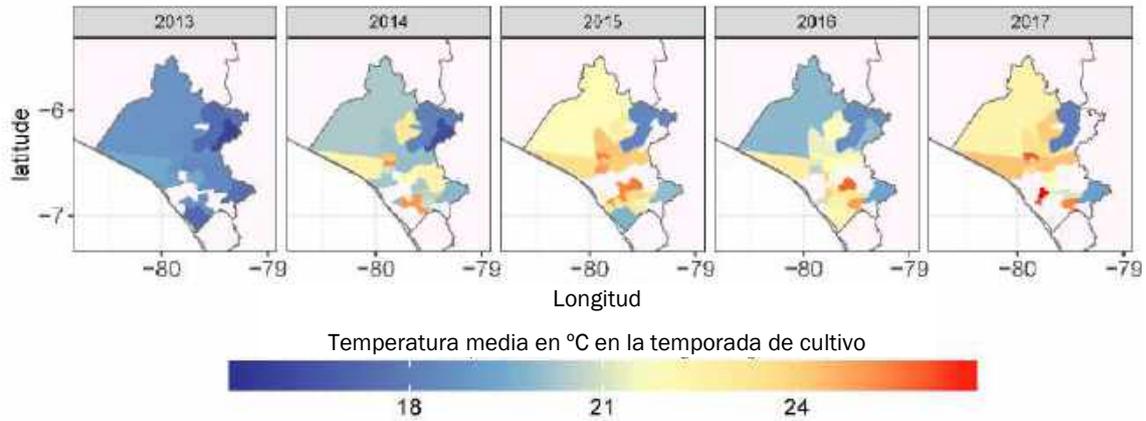
Elaboración: GAF AG

Es importante considerar que la tierra con potencial para la agricultura puede haber sido clasificada como forraje o no-agrícola ya que la vegetación y el bosque secundario crece en áreas donde no se han instalado parcelas agrarias. Estas son áreas deforestadas que nunca se convirtieron en áreas agrícolas o que fueron abandonadas. Según Geobosques (MINAM 2016), la tierra cubierta por vegetación “secundaria” representa 9676 ha en Campoverde. Este hecho, además de la identificación de las áreas de silvicultura, demanda el desarrollo de métodos complementarios para tener mayor precisión en la información.

## 6.5 Resultados de los modelos estadísticos de rendimiento para el Perú – Rendimiento del maíz amarillo

### 6.5.1 Temperatura

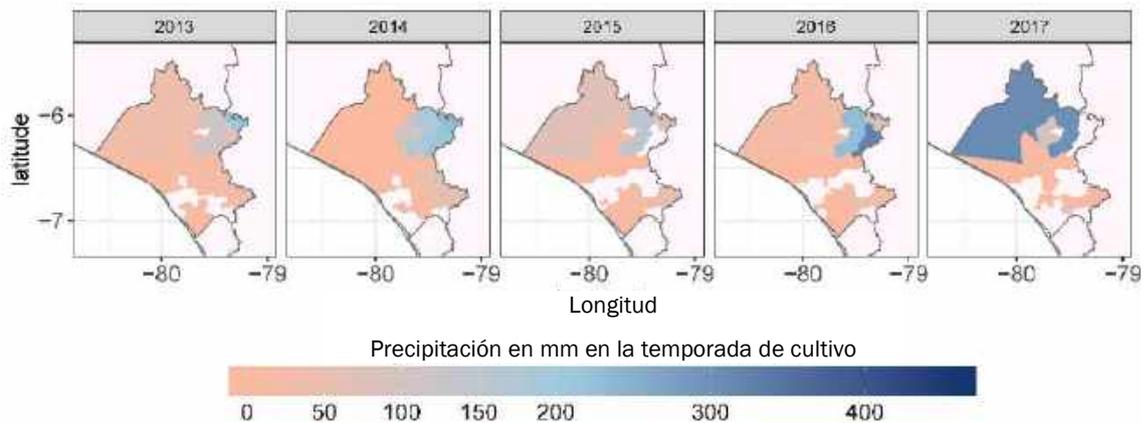
En Lambayeque, la temperatura promedio en la temporada de cultivo varía entre 19.3 °C (1er trimestre) en las áreas de mayor elevación y aproximadamente 23.9 °C (3er trimestre) en la región costera. La temperatura promedio es aproximadamente 21.5 °C (ver Figura 40).



**Figura 40: Temperatura promedio en la temporada de cultivo del 2013 al 2017 en Lambayeque**

### 6.5.2 Precipitación

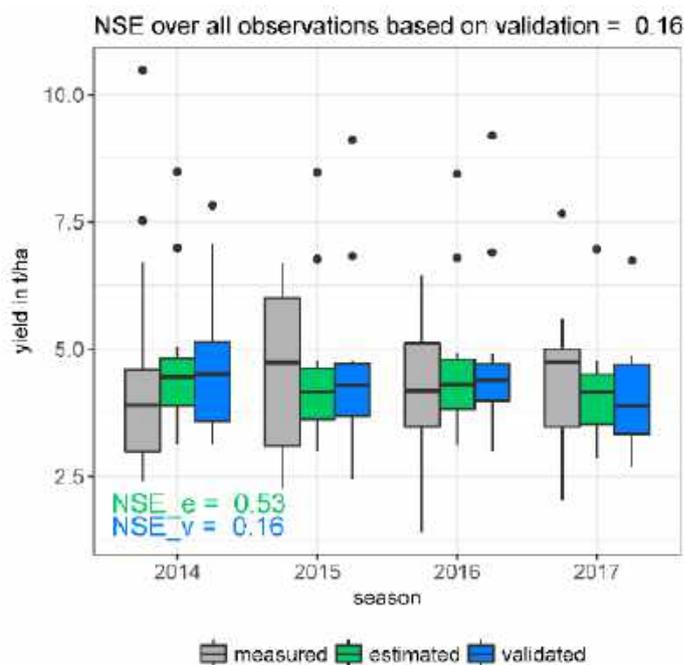
En Lambayeque, la cantidad de precipitaciones durante la temporada de cultivo varía considerablemente (ver Figura 41). Las áreas más elevadas reciben alrededor de 200mm en la temporada de cultivo, mientras que las áreas costera son mucho más secas y algunos distritos no reciben lluvia por años. La precipitación promedio en la temporada de cultivo es 30mm.



**Figura 41: precipitación promedio en la temporada de cultivo del 2013 al 2017 en Lambayeque**

En la escala distrital para Lambayeque, el modelo explica 52% de la variabilidad de rendimiento (el NSE para la estimación es 0.53 y para la validación 0.16).

Independientemente de la variación en las variables climáticas, los rendimientos mostraron poca varianza. Debido a la baja variabilidad en términos de rendimiento, el buen resultado puede atribuirse a que los efectos fijos tienen un mayor poder explicativo que a la influencia de las variables climáticas. Lambayeque depende menos de las precipitaciones (ver los niveles absolutos arriba) debido a la alta disponibilidad de sistemas de riego. Esta podría ser la razón por la que el modelo explica menos la variabilidad de rendimiento, mientras que la cantidad de riego influye el crecimiento de las plantas en una medida mucho mayor.



Para evaluar los rendimientos en el departamento de Lambayeque, hay 56 observaciones de rendimiento disponibles a nivel de conglomerado agregado. Como el año 2013 tuvo pocas observaciones, fue retirado del conjunto de datos. El modelo para Lambayeque explica alrededor del 16% de la variabilidad del rendimiento (NSE 0.53 para la estimación y 0.16 para la validación, ver Figura 42). En general, el modelo tiene una representación más baja comparado con los resultados a nivel nacional.

Figura 42: Resultados del modelo para el departamento de Lambayeque

## 6.6 Conclusión de la estimación del rendimiento de cultivo para el maíz

En esta evaluación se aplicó el modelo estadístico AMPLIGY en diferentes unidades espaciales en el Perú (a nivel nacional y a nivel del departamento de Lambayeque). El análisis se enfoca en el periodo entre 2013 y 2017 para evaluar los rendimientos del maíz y usa como base los datos de precipitación y temperatura. Se usó un modelo de datos de panel de efectos fijos con los conglomerados como unidades espaciales.

En general, el modelo representa una gran parte de la variabilidad del rendimiento sobre la escala nacional y sobre la escala de la región Lambayeque. El modelo funciona mejor con una escala espacial descendente, lo que coincide con los hallazgos de Gornott y Wechsung., 2016<sup>5</sup>., Conradt et al. 2016 and Woodard y García (2008)<sup>6</sup>, quienes mostraron que la bondad de ajuste aumenta con el acoplamiento ya que las anomalías locales son filtradas.

Una gran parte de la variabilidad de rendimiento explicada está relacionada a la inclusión de efectos fijos, que es necesaria para explicar la heterogeneidad espacial. Esto permite excluir aquellos factores con influencia sobre el rendimiento que permanecen constantes en el tiempo y que por lo tanto contribuyen a explicar la variabilidad del rendimiento. En Lambayeque, con las condiciones de crecimiento altamente heterogéneas y las zonas agro-ecológicas, los efectos fijos explican mucho la variabilidad del rendimiento. Por lo tanto, la selección de variables modelo debería refinarse más y es necesario incluir otros factores no relacionados al clima, como aquellos relacionados a la irrigación, uso de fertilizantes o características socio-económicas, que son características para las unidades espaciales consideradas.

Las fechas de siembra y de cosecha tienen gran influencia sobre los resultados del modelo porque determinan qué información sobre la temperatura y las precipitaciones se encuentran incluidas en el modelo.

También es esencial para que los resultados sean útiles a los actores, alcanzar buenos resultados modelo en una resolución espacial más alta. Para informar sobre medidas de adaptación al cambio climático, la escala local es de particular importancia. La utilidad de los resultados del modelo de cultivos para las compañías de seguro también depende de tener información a escala local. Esto solo se puede lograr si la ubicación geográfica de las parcelas estuviese disponible.

---

<sup>5</sup> Gornott, C., Wechsung, F. (2016): Statistical regression models for assessing climate impacts on crop yields: A validation study for winter wheat and silage maize in Germany, *Agricultural and Forest Meteorology* (217), 89–100.

<sup>6</sup> Woodard J D and Garcia P 2008 Weather derivatives, spatial aggregation, and systemic risk: Implications for reinsurance hedging *J. Agric. Resour. Econ.* 33 34–51

## 7 Perspectiva

Actualmente, las instituciones públicas en el Perú, como el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) reconocen la importancia estratégica de la información agrícola. Por lo tanto, en paralelo a este proyecto de cooperación internacional, se lanzó hace unos años el programa de inversión pública PIADER, con recursos financieros de aproximadamente \$30 millones de dólares, financiado por el BID. El avance de este proyecto se retrasó por diversos motivos y aún no ha alcanzado los resultados deseados. Por ello ahora se tiene la oportunidad única de que los promisorios resultados de este proyecto de la GIZ elaborado por un equipo de expertos nacionales e internacionales sea integrado al programa de inversión PIADER. De ocurrir esto, en algunos años el Perú tendrá un sistema de información agrícola de alta calidad que cubra las necesidades de información de un sector agrícola y financiero en crecimiento.

Este informe provee un análisis completo de la metodología de estimación de estadísticas agrarias existente y sus vacíos. El equipo GAF sugiere pasar del método de informantes calificados a métodos estadísticamente más robustos como el probabilístico. Además, el equipo GAF sugiere encarecidamente desarrollar un marco de muestro agrícola georreferenciado con imágenes satelitales actualizadas. Por ello, es esencial primero hacer un mapeo exacto de las áreas agrícolas del Perú. Adicionalmente, se debe monitorear la extensión de las áreas agrícolas anualmente o bianualmente, ya que estas cambian con regularidad dentro del país.

Contar con estadísticas agrarias confiables y precisas es un elemento vital para el desarrollo de políticas y estrategias agrícolas para el Perú.

## 8 Bibliografía

MINAGRI (2012), Lineamientos Metodológicos de la Actividad Estadística del Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA), Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos: Lima 12, Peru.

Rao, J.N.K (2003), Small Area Estimation, Wiley

RENIEC (2012), Plan Nacional Perú contra la indocumentación 2011-2015, RENIEC: Lima 15, Peru.

Wallgreen, A. and B. Wallgreen (2014), Register-Based Statistics: Statistical Methods for Administrative Data Second Edition, Wiley: West Sussex, UK.

Woodard J D and Garcia P 2008 Weather derivatives, spatial aggregation, and systemic risk: Implications for reinsurance hedging J. Agric. Resour. Econ. 33 34–51

Gornott, C., Wechsung, F. (2016): Statistical regression models for assessing climate impacts on crop yields: A validation study for winter wheat and silage maize in Germany, Agricultural and Forest Meteorology (217), 89–100.

## 9 Anexo

### 9.1 Anexo 1

#### Encuesta Nacional Agropecuaria de Producción y Ventas (ENAPROVE), 2001-2007

Uno de los intentos más importantes para aplicar un método probabilístico riguroso surgió en 2001 con la Encuesta Nacional Agropecuaria de Producción y Ventas (ENAPROVE). La primera ENAPROVE tuvo lugar en la Costa. ENAPROVE-Costa usó el catastro rural creado y provisto por el Programa Especial de Titulación de Tierras para obtener el marco de área, que fue complementado y actualizado en el tiempo con una marco de lista. Por lo tanto, todas las parcelas incluidas en el catastro fueron consideradas como parte de la población, y la unidad de observación fue la “parcela catastral”. Para el caso de la ENAPROVE-Costa, el marco de área estuvo compuesto por los “valles costeros”. Así, cada valle es un conjunto independiente de parcelas y forma un conglomerado. Las parcelas son estratificadas según su tamaño y cultivo más importante. Luego, las parcelas son seleccionadas sistemática e independientemente de cada valle y estrato mediante el método de serpentina. En algunos casos, un grupo de parcelas excedió los límites máximos de tamaño y fueron incluidas a la muestra como un censo. En otras palabras, todas las parcelas incluidas en el “estrato de inclusión forzada” fueron seleccionadas y visitadas. Las parcelas seleccionadas son visitadas teniendo en cuenta la comisión de regantes a la que pertenecen. Eso se hace para la asignación de costos y carga laboral. Con esta metodología, la ENAPROVE-Costa obtuvo información representativa a nivel de valle para los cultivos más importantes. Las variables que esta encuesta incluyó en su cuestionario fueron: uso del suelo, área sembrada y evolución del “área verde”, área cosechada, producción, ventas, destino de la producción, principales mercados, rendimiento y precios, intenciones de siembra y pronósticos de cosecha. La ENAPROVE-Costa fue realizada dos veces en el año, justo después de la siembra y la cosecha, entre 2001 y 2007.

La contraparte a la ENAPROVE-Costa para la región andina fue la ENAPROVE-Sierra, que empezó en 2003 y funcionó por dos años hasta el 2005. Para la ENAPROVE-Sierra, el marco de área utilizado fue construido usando la cartografía nacional e imágenes satelitales del Landsat 7. Estas imágenes fueron interpretadas para delimitar los polígonos y el uso de la tierra de los segmentos, para lo cual se usó un procedimiento de muestreo estratificado en dos etapas. Los límites del distrito, ciudad, pueblo y otros límites observables fueron utilizados para definir las unidades de muestreo primarias (UMP). Luego, con la información de las imágenes satelitales, carreteras, mapas hidrológicos y otros límites observables, se construyeron segmentos que fueron considerados como unidades de muestreo secundarias. Se usó la observación en campo

para verificar la clasificación y delimitación de las fronteras. El marco de muestreo está compuesto por el conjunto de segmentos delimitados dentro de las UMP. Luego, el área de los segmentos y la porción de tierras usadas para la agricultura son estimadas para estratificar las UMP. Todos los agricultores que manejan una parcela ubicada dentro de un segmento fueron entrevistados.

Se le preguntó a los agricultores sobre el uso de la tierra, el área sembrada y la evolución del “área verde”, el área cosechada, producción, ventas, destino de la producción, principales mercados, rendimientos y precios, así como sobre las intenciones de siembra y pronósticos de cosecha. Los agricultores fueron encuestados dos veces en el año.

#### *Ventajas:*

- La información es recogida directamente de los agricultores y no a través de los informantes calificados.
- El estudio considera la heterogeneidad de la actividad agrícola para poder recoger información agraria.

#### *Desventajas:*

- La información solo es representativa a nivel de valle para la Costa y a nivel de región para la Sierra.
- El marco de muestreo de donde se seleccionaron las fincas o parcelas estaba incompleto. Para la Costa se usó información del catastro, pero esta estaba incompleta ya que no todas las parcelas estaban registradas en el catastro o no existía información sobre las fincas en las partes altas del valle. En el caso de la Sierra, si bien el muestreo de fincas a través de las áreas marco para cada departamento construidas con imágenes satelitales es totalmente aceptable, la complejidad de la sierra es muy alta y se tuvieron que definir más estratos que consideraran otras variables, como los cultivos principales, la distribución de parcelas, fuentes de agua, etc.; lo que aumentaría significativamente el tamaño de la muestra. Si estos factores no son tomados en cuenta, el error de muestreo aumentará y se obtendrán estimados imprecisos.