ENCUESTA NACIONAL AGROPECUARIA

DE GRANOS BÁSICOS (MAÍZ, FRIJOL Y ARROZ)

AÑO AGRÍCOLA 2018 – 2019

Guatemala, octubre 2019

ÍNDICE

1 Presentación 5

2 Marco Referencial 7

2.1 Antecedentes 7

2.2 Objetivos generales 9

2.3 Enfoque del año agrícola 10

2.4 Organización administrativa 11

2.5 Cronograma general de actividades 12

3 Marco Metodológico 13

3.1 Universo y muestra 13

3.1.1 Elementos censales 13

3.1.2 Elementos muestrales 14

3.1.3 Clasificación del uso de la tierra 15

3.2 Marco Muestral 16

3.2.1 Construcción del Marco Muestral 16

3.2.2 Partición digital de los segmentos básicos 19

3.2.3 Actualización del uso del suelo para granos básicos 20

3.2.4 Tipos de errores y mecanismos de control 21

3.3 Diseño de la muestra 23

3.3.1 Sobre la metodología óptima 23

3.3.2 Sobre las variables a estimar 24

3.3.3 Tamaño de la muestra 25

3.3.4 Afijación para la partición estratificada óptima 25

3.3.5 Uso del Marco de Lista en el caso del arroz 26

3.4 Diseño de herramientas de información 27

3.4.1 Revisión y ajustes a Instrumentos Técnicos 27

3.4.2 Diseño del sistema de captura y pre validación 27

3.4.3 Diseño del software de validación: estructura e integralidad 28

3.4.4 Validación de las utilerías informáticas ejecutables 29

4 Marco Operacional 30
4.1 Preparativos preliminares a la encuesta 30
4.1.1 Generalidades 30
4.1.2 Capacitación del personal de operativos de campo 30
4.1.3 Diseño cartográfico de la muestra y distribución de cargas 31
4.1.4 Diseño de materiales para la encuesta y el trabajo de campo 32
4.1.5 Reporte en material cartográfico 33
4.1.6 Revisión de los procesos de Logística 33
4.2 Trabajo de campo 34
4.2.1 Primera etapa 34
4.2.2 Segunda etapa 35
4.2.3 Tercera etapa 36
4.3 Procesamiento de la información 37
4.3.1 Digitación y validación de las boletas de datos 37
4.3.2 Construcción e integración de las bases de datos 37
4.3.3 Consistenciación espacial en la integración de etapas 38
4.3.4 Generación de bases de datos definitivas 38
4.4 Inferencia estadística 39
4.4.1 Generalidades 40
4.4.2 Método estadístico para la estimación de la superficie: marco de áreas 42
4.4.3 Estimación de los rendimientos productivos por segmento: marco de áreas 43
4.4.4 Método estadístico para la estimación de la producción: marco de áreas 44
4.4.5 Caso del arroz: uso del marco de lista 45
4.4.6 Cálculo de coeficientes de variación del rendimiento 46
4.4.7 Nota técnica sobre el uso de la información 46
5 Resultados Año Agrícola 2018–2019 48
5.1 Superficie cultivada 2018–2019 48
5.1.1 Superficie cultivada total: granos básicos 48
5.1.2 Superficie cultivada por etapa: maíz y frijol 49
5.1.3 Comparativo de monocultivo versus cultivo asociado 51
5.1.4 Intervalos de confianza de superficie, por etapa: maíz y frijol 52

5.2 Producción ... 53
5.2.1 Pronóstico de producción total: granos básicos ... 53
5.2.2 Pronóstico de producción por etapa: maíz y frijol ... 56
5.2.3 Intervalos de confianza de producción, por etapa: maíz y frijol ... 57
5.3 Coeficientes de variación y precisión de las estimaciones ... 58
5.3.1 Variación de las estimaciones respecto del período 2017 – 2018 ... 58
5.3.2 Evolución de los coeficientes de variación ... 60
5.3.3 Coeficientes de variación de las estimaciones del arroz ... 60
5.4 Elementos de análisis ... 61
5.4.1 Perfil del productor agropecuario ... 61
5.4.2 Socioeconómicos ... 62
5.4.3 Factores de incidencia ... 63
5.5 Difusión de resultados ... 64
5.5.1 Informe ejecutivo y presentación a Junta Directiva del INE ... 64
5.5.2 Publicación con principales resultados ... 64
5.5.3 Reuniones técnicas con organizaciónes vinculadas con el sector agropecuario ... 65
6 Anexos ... 66
6.1 Operativo de Campo de la ENA 2018 – 2019 ... 66
6.2 Cuadros y gráficos sinópticos descriptivos ENA 2018 – 2019 ... 70
6.3 Cuadros sinópticos descriptivos para el análisis comparativo con la ENA 2017 – 2018 ... 74
6.4 Glosario básico ... 81
6.5 Junta Directiva 2019 ... 83
6.6 Equipo técnico y profesional del INE central ENA 2018 – 2019 ... 84
6.7 Personal del Operativo de Campo ENA 2018 – 2019 ... 85

1 Presentación

Para el **Instituto Nacional de Estadística** –**INE**–**,** es motivo de gran satisfacción presentar los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– del año agrícola 2018–2019, que fue diseñada priorizando los granos básicos, léase el maíz, el frijol y el arroz, con el enfoque estadístico del año agrícola, el cual comprende año con año el período que se inicia con el establecimiento de las lluvias, finalizando un año calendario después. Por ello, con finalidades de homogeneidad se ha convenido que el año agrícola comprenda el período de tiempo comprendido desde el 1 de mayo hasta el 30 de abril del año subsiguiente, virtud por la cual la presente encuesta fue planificada con el objetivo primordial de captar los datos de la actualización del uso del suelo en este período desde mayo de 2018 hasta final de abril de 2019. Cabe señalar que con esta entrega el INE coadyuva y cumple con el propósito institucional de proporcionar información básica, confiable y oportuna, de utilidad para la planificación del desarrollo agropecuario del país.

En este sentido, el Instituto Nacional de Estadística contiene dentro de su misión el desarrollar encuestas confiables basadas en el uso de las técnicas científicas del muestreo probabilístico con el propósito de investigar la actualización de distintas variables del sector agropecuario, de tal manera que permita la construcción de una base informativa para la toma de decisiones en la estrategia general de reducción de la pobreza, en materia de seguridad alimentaria, así como en otras acciones para el desarrollo socioeconómico rural, que redunden de alguna manera en la determinación de políticas para la idónea comercialización y establecimiento de mercados pertinentes para los productos agropecuarios. De esta forma que durante esta **Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– del año agrícola 2018–2019** se analizó el comportamiento de los tres granos básicos principales, estimando para ello la superficie cultivada para cada uno de estos cultivos y el correspondiente pronóstico de la producción de cada cultivo mencionado.

De forma específica, para el levantamiento de los datos primarios, el trabajo de campo de la encuesta fue subdividido en tres etapas, con el objetivo de actualizar la información con una mayor cobertura y precisión sobre el uso del suelo de los cultivos de maíz y frijol, en vista que estos granos pueden ser producidos en distintos momentos a lo largo del año agrícola contemplado. Específicamente, el diseño realizado consideró para la primera etapa la recopilación de la información sobre el uso del suelo en la primera cosecha en toda la república, comprendiendo esta etapa el período que abarca desde el mes de junio hasta el mes de

octubre del año 2018, cubriendo en ella todo el territorio considerado en cartografía, con el objetivo de la obtención de la información correspondiente al uso del suelo durante esta primera cosecha, la cual generalmente se cultiva desde el inicio de la época lluviosa. De una manera similar, en la segunda etapa se procedió a capturar la información del uso del suelo durante los meses de noviembre y diciembre de 2018, cubriendo en ella las regiones de la planicie costera, el oriente del país, la Franja Transversal del Norte del país y el departamento de Petén. Finalmente, la tercera etapa se refirió a la captura complementaria de los datos para la actualización del uso del suelo entre los meses de enero y abril de 2019, siempre referidos a la segunda cosecha de los granos básicos, cubriendo la región caracterizada por la existencia de humedad residual, por lo que se incluyó nuevamente a la Franja Transversal del norte y al departamento de Petén.

Para todos estos logros es importante resaltar que durante el proceso de digitalización de los polígonos de cultivo capturados por las visitas del trabajo de campo de la Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA–, año agrícola 2018–2019, se contó con el apoyo técnico del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA– por medio de la **Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos –DIGEGR–**, a quienes desde ya agradecemos su valiosa cooperación en este proyecto de tanta importancia para el Sistema Nacional de Estadísticas Agropecuarias del país.

Deferentemente,

Lic. Néstor Mauricio Guerra Morales
Gerente
Instituto Nacional de Estadística

2 Marco Referencial

2.1 Antecedentes

El Instituto Nacional de Estadística, para satisfacer la demanda de información del sector agropecuario del país, ha realizado cuatro Censos Nacionales Agropecuarios, en los años 1950, 1964, 1979 y 2003. Por otro lado, de acuerdo con la estrategia global de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO–, para mejorar las estadísticas agrícolas, se ha venido fortaleciendo, como pieza clave fundamental, la construcción de un marco maestro de muestreo. Se trata de un marco general que debe servir de base para la selección de muestras aleatorias de explotaciones agrarias y de hogares familiares, con capacidad para enlazar las características de la explotación con las del hogar y conectar ambas con el medioambiente, en particular a través de los usos del suelo, según se expresa en la conferencia anual 2012 de la FAO. Su objetivo es añadir a la dimensión económica, tradicional en las estadísticas agrarias, la dimensión social y la dimensión medioambiental, integrando las tres en un mismo sistema estadístico nacional.

Cabe comentarse que la construcción de un marco maestro es una tarea a largo plazo, que debe dividirse en etapas. Es una tarea específica de cada país, pero requiere un soporte científico y técnico que la FAO presta a nivel global. En este sentido los Censos y las Encuestas son los elementos básicos de cualquier sistema de información y en este trabajo se trata de aportar la asistencia técnica requerida para actualizar las encuestas, de modo que satisfagan las actuales necesidades de información de Guatemala, incluyendo la información básica para el monitoreo de la Seguridad Alimentaria y Nutricional. Este es el fundamento teórico práctico por medio del cual se trata de facilitar la realización permanente de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), la cual se basa en múltiples marcos de muestreo que consta de un marco de áreas y de un marco de lista, lo que aporta un valor estadístico sin par.

Por ello es que, en forma complementaria a la realización de los cuatro censos citados, realizados entre 1950 y 2003, se ha aprovechado los períodos inter censales para llevar a cabo diversas encuestas por muestreo probabilístico, las que pueden agruparse de la manera que se describe en los siguientes incisos:

a) En el período de 1965 a 1973, la Dirección General de Estadística –DGE–, realizó varias encuestas por muestreo mediante un marco de muestreo basado en la

información del I Censo Nacional Agropecuario, realizado en 1950 y en el II Censo Nacional Agropecuario, realizado en 1964.

b) En el período de 1974 a 1978, la DGE realizó investigaciones sobre granos básicos y producción pecuaria, utilizando como soporte la información obtenida por el II Censo Nacional Agropecuario, realizado en 1964.

c) Para el año agrícola 1984–1985, el Instituto Nacional de Comercialización Agrícola –INDECA–, desarrolla un diseño de muestra para investigar la producción de granos básicos, tomando como base la información generada por el III Censo Nacional Agropecuario, realizado en 1979. En los años 1986, 1987 y 1988, utilizando el diseño de muestra elaborado en 1984/85, el INE desarrolló y ejecutó las encuestas mencionadas en este párrafo.

d) En 1996, el –MAGA–, nuevamente obtiene fondos para financiar la ejecución de una encuesta nacional agropecuaria, la cual fue realizada por el INE, mediante un convenio de cooperación interinstitucional.

e) En el 2001, con el Proyecto de Censos Nacionales Integrados –CENAIN–, 2002/2003, el INE, adquiere el compromiso de realizar el IV Censo Nacional Agropecuario. Entre los objetivos de este proyecto se considera el establecimiento de un Sistema de Estadísticas Agropecuarias Continuas, el cual debería partir de la construcción de un Marco de Muestreo por áreas, sobre la base de la estratificación del uso de la tierra mediante imágenes de satélite y la utilización de fotografía aérea.

f) En el año 2005 se realizó la primera Encuesta Nacional Agropecuaria en la que se aplica un diseño de muestreo basado en marcos múltiples (combinación del marco de áreas y marco de lista); este mismo estudio se ha realizado en los años 2006, 2007, 2008 y 2011.

g) Durante el año 2013, el INE con la asesoría técnica de la FAO y el apoyo de DIGER–GR del MAGA, construyó el Marco Maestro de Áreas (anexo 2 y 4) y con el apoyo de la Dirección de Coordinación de Extensión Rural (DICORER) del MAGA, se construyen los marcos de lista de fincas productoras de ganado bovino, porcino y aves de corral y se publica la estimación de superficie cultivada y producción para los 9 cultivos priorizados a nivel nacional (anexo 2).

h) En el año 2014, se mejora la recopilación de información de superficie cultivada, se preparan estimaciones de superficie cultivada y producción agrícola y se

completa el Directorio Nacional de Empresas Agropecuarias, para fincas productoras de ganado bovino, porcino y aves de corral. Confirmando la metodología FAO, de Marcos Múltiples de Muestreo, como una metodología eficiente y precisa para disponer de información agropecuaria confiable y oportuna.

i) En el año 2015, se realiza el levantamiento de información de superficie cultivada en ese año agrícola, en comisiones salteadas o no continuas durante el año iniciando la primera en los meses de febrero y marzo, la segunda en junio-julio-agosto y en la primera quincena de diciembre.

De esta forma y con todos estos antecedentes, finalmente, en el año 2017, se realiza la ENA priorizando los tres granos básicos más importantes en la seguridad alimentaria, siendo estos el maíz, el frijol y el arroz, para lo cual se diseñó la encuesta y así actualizar el uso del suelo con dichos cultivos, el levantamiento de datos se planificó con un enfoque del año agrícola, por tal razón se dividió en tres etapas y así obtener estimaciones más precisas, mejorando la cobertura espacial y temporal. La primera etapa se actualizó el uso del suelo de junio a octubre del año 2017, la segunda etapa durante el mes de noviembre y diciembre y la tercera etapa de febrero a abril del 2018.

2.2 Objetivos generales

Los objetivos generales que el Instituto Nacional de Estadística se ha trazado para esta encuesta son, de manera sucinta los siguientes:

a. Estimar la superficie sembrada a nivel nacional de los cultivos de maíz, frijol y arroz, para el periodo comprendido en el año agrícola 2018–2019, partiendo de la expansión probabilística obtenida a partir de las mediciones de superficie cultivada que en la muestra obtenida se han registrado mediante georreferenciación.

b. Estimar los pronósticos de producción a nivel nacional, de maíz, frijol y arroz, para el período comprendido en el año agrícola 2018–2019, partiendo de los datos capturados para tal finalidad, mediante la metodología de encuesta.

c. Delimitar y georreferenciar objetivamente los universos de terreno cultivable para estimar probabilísticamente la segunda cosecha, para los casos de los granos básicos del maíz y del frijol.

2.3 Enfoque del año agrícola

Con la ENA 2017–2018 se inició un diseño metodológico que en general estuvo orientado por el enfoque del año agrícola, estimando así la superficie cultivada con los tres granos básicos mediante la actualización del uso del suelo durante el año agrícola y procediendo posteriormente a la estimación de pronósticos de producción. Con esta metodología de captura de datos diseñada espacial y temporalmente, y en función de los buenos resultados obtenidos, en el sentido de evidenciar lo que de los granos básicos se puede obtener como dato confiable para lo correspondiente a la segunda, se dispuso proceder de igual forma al período subsiguiente, 2018–2019, mismo que este informe reporta, con lo cual se podrá proceder a la realización de una serie de análisis comparativos en el tiempo, es decir, longitudinales, por lo cual se prevé sostener en el mediano plazo esta metodología ya puesta en marcha, para así enriquecer la información que de los datos capturados en campo pueda llegar a obtenerse.

Así, lo descrito, la ENA 2018–2019 se aplicó con el mismo enfoque, orientado precisamente a mejorar el tiempo de captura, la cobertura de las mediciones de la encuesta, en vista que de esta forma es posible obtener de manera más precisa la cantidad muestral de los sembrados considerados en la siembra de los granos básicos, de forma tal que los procesos para la estimación de la superficie dedicada al cultivo del maíz y del frijol, así como la producción correspondiente, será más acertada y congruente con la realidad agrícola de nuestro país.

Como se ha expresado, el concepto del año agrícola está definido en función del régimen de lluvias establecido en nuestra región, el cual da inicio con el establecimiento de la época lluviosa, que usualmente presenta su inicio en el mes de mayo, razón por la cual el año agrícola queda establecido desde el 1 de mayo de un determinado año hasta su culminación un año calendario después, es decir, culminando el 30 de abril del siguiente año. Al emplear sistemáticamente este concepto, por varios años consecutivos, se tiene la posibilidad de correlacionar distintos hallazgos, y en general, la serie temporal obtenida en el cúmulo de encuesta ENA realizada a lo largo del tiempo. La bibliografía agrícola especializada habla de la importancia de los datos obtenidos durante un cierto lustro, de manera consecutiva, pues de esta manera es posible sistematizar y comparar datos, no solo en el interno de un cierto país, sino también intrarregionalmente entre los distintos países constitutivos de una determinada macro región agropecuaria.

De manera complementaria, también amerita mencionar que, con las mejoras metodológicas ya implementadas, se podrá incorporar en el mediano plazo algunas características para mejorar los marcos muestrales utilizados, ampliando la propuesta de soluciones a los problemas detectados. En particular, se sigue considerando la conveniencia de usar segmentos de límites geométricos, en lugar de los segmentos de límites físicos que anteriormente fueron utilizados, así como también, de similar forma se ha ponderado positivamente la conveniencia de reducir a una sola etapa el actual procedimiento de selección de la muestra, que anteriormente era efectuado en dos etapas, por las razones que el muestreo estadístico probabilístico ha evidenciado.

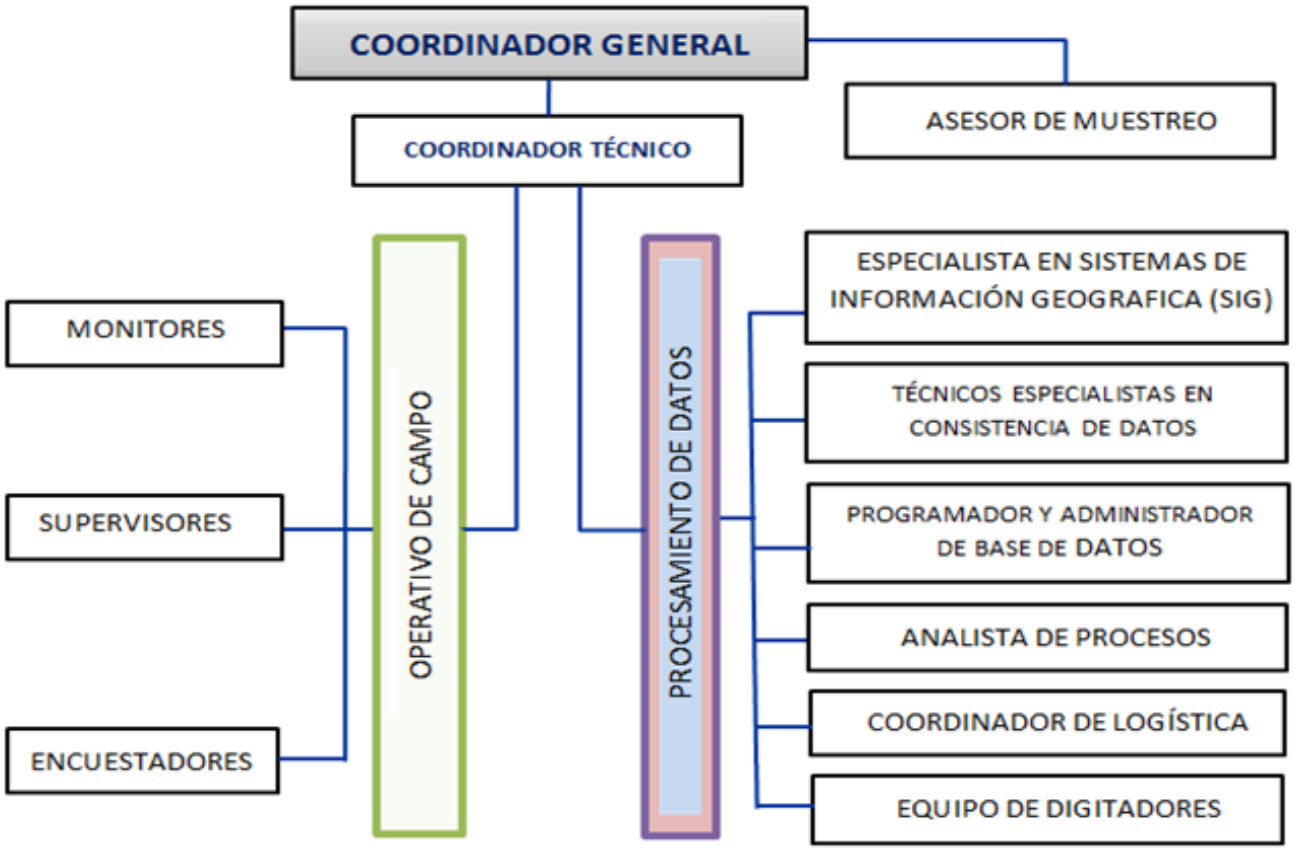
2.4 Organización administrativa

La ENA se conforma por personal técnico profesional, en dos grandes ramas de operación:

a) el personal de la Unidad Central del proyecto, permanente a lo largo del año;

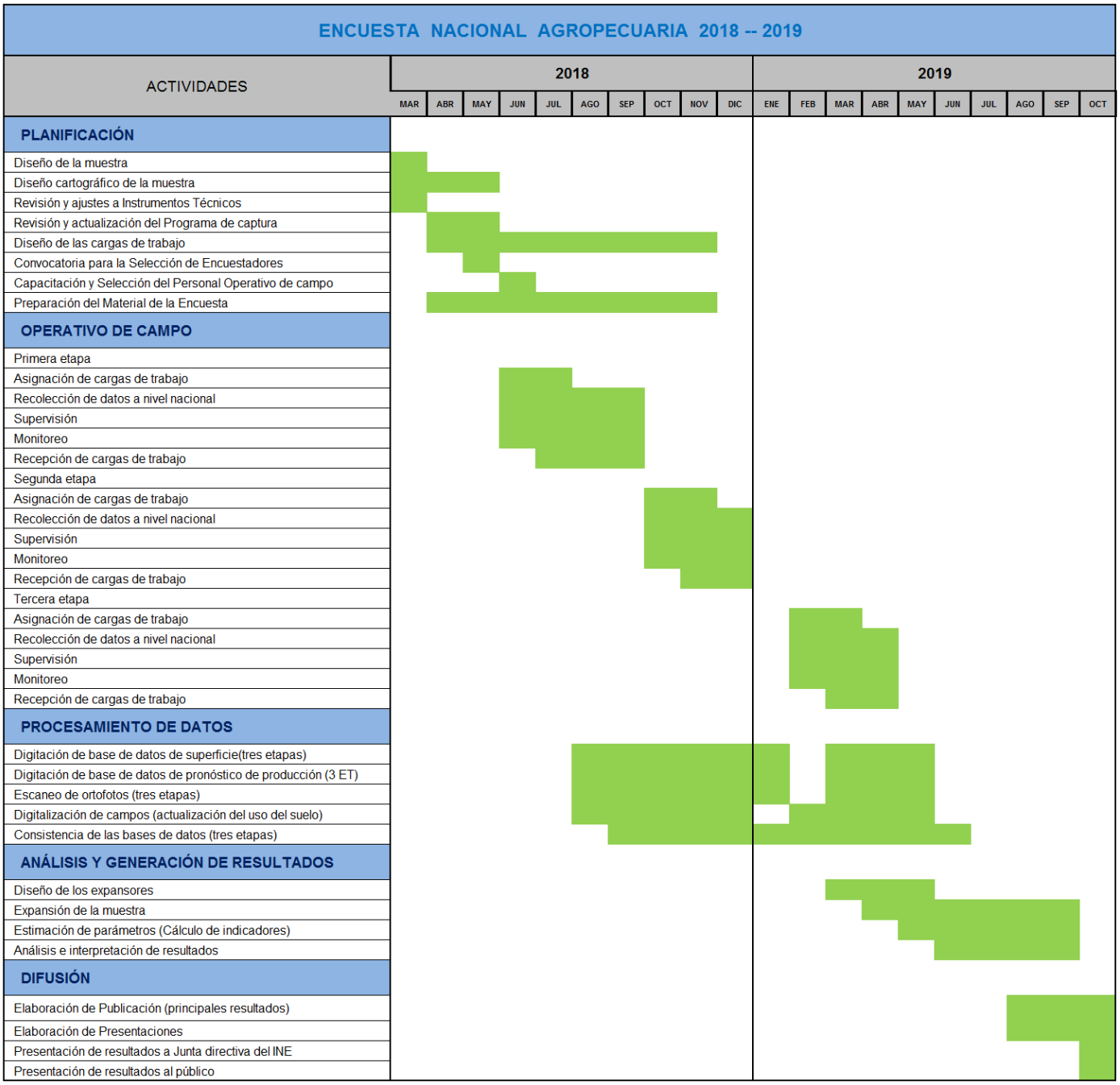
b) personal exprofeso para el operativo del trabajo de campo, el cual involucra a los encuestadores, supervisores y monitores, quienes se desplazan a lo largo del territorio del país, trabajando únicamente en los meses que abarcan las distintas etapas para la captura de los datos primarios de la encuesta.

Así, la estructura organizacional del equipo completo puede ilustrarse en este organigrama:



2.5 Cronograma general de actividades

La Encuesta Nacional Agropecuaria ENA correspondiente al año agrícola 2018–2019 fue planificada en las tres etapas previstas, por medio de actividades según los recursos humanos disponibles y en concordancia con la secuencia lógica determinada por las dependencias existentes entre una actividad y otra, de manera que se pudiera efectuar la pertinente coordinación de todo el equipo. Para ilustrar el detalle de las actividades más generales del proyecto, se incluye a continuación el cronograma general utilizado para tal finalidad.



3 Marco Metodológico

3.1 Universo y muestra

En el año 2003 se realizó en Guatemala el último Censo Agropecuario, con la asistencia técnica de la FAO para su diseño y operación. A partir de ese año se han realizado varias Encuestas Nacionales Agropecuarias (2005-2008, 2011, 2013-2015) y más recientemente las últimas dos con el enfoque de año agrícola ya descrito. Los procesos para la definición del Marco Muestral para la ENA son elementos técnicos clave para el correspondiente tratamiento estadístico que fundamente la expansión que sobre la encuesta se realiza con el objetivo de realizar las estimaciones de superficie cultivada y las correspondientes proyecciones de producción. La ENA ha sido diseñada y los resultados que ha arrojado han sido siempre respaldados metodológicamente y científicamente conforme las mejores técnicas estadísticas disponibles, tanto factibles por la logística a implementar como por la disponibilidad de recursos para tales finalidades.

3.1.1 Elementos censales

Censo Nacional Agropecuario

Es una relación de explotaciones agrarias, que incluye la información requerida para la identificación individual de cada una de ellas (localización geográfica y datos personales del jefe de explotación, incluidos los relativos a su personalidad jurídica) junto con sus características estructurales (número y tamaño de las explotaciones, superficie total y régimen de tenencia, uso de la tierra, instrumentos, equipos, maquinaria e instalaciones, mano de obra, cabezas de ganado, número de aves y actividad acuícola). La base censal ha sido de utilidad para las encuestas ENA posteriores puesto que de ella se ha podido partir para los aspectos referidos a los marcos muestrales a utilizar, principalmente los de área.

Los sectores censales

Son áreas geográficas delimitadas cartográficamente con elementos físicos naturales o artificiales, reconocibles en el terreno. Se excluyen los sectores de áreas urbanas. Sus dimensiones se establecen de modo que pueda ser observado por un solo empadronador(a) para que durante el período censal visite todas las estructuras que se encuentren dentro del mismo. Se considera tres unidades de observación: el productor(a), la finca censal,

(incluyendo las denominadas fincas censales especializadas), y las viviendas con actividad agropecuaria de traspatio. Estas unidades se observan dentro de cada sector censal.

La cartografía censal

Es el conjunto de mapas, planos y croquis en los que se representa el marco geográfico nacional utilizado para la georreferenciación de los censos, incluye los límites de la división administrativa del país. La cartografía suele incluir la partición del territorio en los siguientes niveles: Departamentos, Municipios, Secciones y Sectores censales. La base cartográfica disponible incide en la calidad de las estimaciones estadísticas a realizar.

División administrativa y censal

Guatemala se encuentra administrativamente organizada en 8 Regiones, 22 departamentos y 340 municipios.

Cada Departamento se divide en municipios. Guatemala contaba, a la fecha de realización del Proyecto Censos Nacionales Integrados, con 331 municipios (ahora son 340). Algunos municipios fueron divididos en dos o más partes, por lo que el total de municipios censales se elevóa 415 municipios censales. Los municipios censales se dividen en secciones censales. Se crearon 3219 secciones censales en todo el país. De esta forma, el Código Censal está diseñado de acuerdo al marco geográfico nacional, identificando la ubicación del productor y de la finca Esta división más fina que la política administrativa vigente ha sido ajustada a la actualmente utilizada, de acuerdo a los 340 municipios oficiales de la subdivisión político administrativa del país. Este es un proceso básicamente de integración, y responde a las recomendaciones técnicas que para este efecto se dictan.

3.1.2 Elementos muestrales

Desde 2005 se viene realizando una Encuesta Nacional Agropecuaria con el objetivo general de «obtener estimaciones de la producción agropecuaria y de las existencias de ganado y aves a nivel nacional y departamental». Se trata así de «recopilar información de producción de los cultivos anuales o temporales y de los cultivos permanentes y semipermanentes de mayor importancia existentes en Guatemala (…) y de los pronósticos de producción de esos mismos cultivos. Así como de determinar la existencia de ganado mayor y menor y de aves» según se hace constar en los reportes ENA precedentes.

Cabe indicar que en este período inicial, las ENA incluyeron otros objetivos relativos a aspectos coyunturales tales como la tecnología utilizada en los cultivos existentes, el destino de la

producción, los precios percibidos e información para estimar costos de producción agropecuarios. También se incluyen objetivos relativos a aspectos estructurales, tales como las características generales de las fincas y del productor, forma jurídica de la explotación o el régimen de tenencia.

Sin embargo, recientemente, para las Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– de los años agrícolas 2017–2018 y 2018–2019 los objetivos se han concentrado en la obtención de la información necesaria para las mejores estimaciones de superficie de cultivo y las proyecciones de producción correspondientes. Para los efectos se recurrió al uso de marcos de muestreo múltiples, incluyendo un Marco Muestral de Áreas, como se explicará en secciones subsiguientes, para los tres granos básicos, y de un Marco de Lista, para el caso específico del cultivo del arroz, por la concentración de la producción cubierta por este tipo de proceso metodológico.

3.1.3 Clasificación del uso de la tierra

El universo para la Encuesta Nacional Agropecuaria está constituido por toda la superficie que dentro del territorio nacional es utilizado o tiene potencial para la producción agropecuaria, que corresponde a 73,541 Km^2, lo que a su vez representa un 67.5 % den la totalidad del territorio nacional. Para determinar la estratificación de los segmentos se siguió el siguiente procedimiento:

Con base al mapa de cobertura y uso de la tierra (COBUSOT) se clasificó el territorio nacional en dos tipos: No Agrícola y Agrícola.

La categoría “no agrícola” hace referencia a aquellos usos que difícilmente puedan cambiar en el tiempo como para llegar a ser de producción agropecuaria, ésta condición se cumple en las siguientes categorías de la leyenda del COBUSOT indicado:

Dentro de la categoría “no agrícola”, se encuentra:

- Infraestructura: Centros poblados, instalaciones (educativa, militar, prisión), recreacionales (zoológicos, parque recreativo, campo y/o pistas deportivas), agroindustria, complejo industrial, aeropuertos, puertos, cementerios.
- Cuerpos de agua: Ríos, lago-laguna, embalse, canal-drenaje.
- Humedales con bosque y otra vegetación, manglar.

- Zonas áridas y mineras: Playa y/o arena; Arena y/o material piro-clástico, roca expuesta, minas a cielo abierto y otras superficies de excavación, suelo estéril.

En esta categoría “no agrícola”, también se incluyó cualquier categoría del COBUSOT que se encuentre dentro de las áreas protegidas del país, para ello se utilizó el mapa de áreas protegidas del CONAP 2011, utilizando como base la Ley de Áreas Protegidas y su Reglamento. Por lo tanto, con este procedimiento quedaron excluidas todas aquellas superficies que no están relacionadas a la producción agropecuaria o por estar dentro de áreas protegidas no son objeto de estudio en las encuestas nacionales agropecuarias que se realicen con este marco y esta metodología.

La categoría «agrícola» incluye toda la superficie nacional menos la “no agrícola”: comprende superficie cultivada que reporta el mapa de COBUSOT (por ejemplo: hule, caña, granos básicos, hortalizas, palma africana, café, cardamomo, etc.) y aquellas otras superficies No cultivadas, pero que podrían llegar a serlo y que son o podrían ser susceptibles de aprovechamiento ganadero.

3.2 Marco Muestral

3.2.1 Construcción del Marco Muestral

Clasificación de la superficie

El territorio se estratifica utilizando como criterio la proporción de tierra cultivada. En las ENA realizadas entre el 2005 y el 2008, se utilizaron imágenes de satélite a escalas entre 1:90000 y 1:120000 para la estratificación. Con los datos recabados previamente, el territorio resultó dividido en cinco estratos de acuerdo a los criterios de cultivo que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro: Clasificación de la superficie cultivada de acuerdo al uso

A: Superficie cultivada > 60% y campos grandes	718 925
B: Superficie cultivada > 60% y campos pequeños	348 832
C: 20%< Superficie cultivada<60%	1 652 321
D: Superficie cultivada<20%	3 930 635
E: Horticultura	31 688
TOTAL	6 681 500

Conviene hacer notar que en este proceso de las ENA 2005–2008 se incluye poco más de la mitad (61.4%) del territorio de Guatemala, el cual asciende a 1 088 900 hectáreas (equivalentes a 108 889 km^2). En este sentido, más recientemente, en 2011 se procedió a usar el Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra (MCVUT) a escala 1:50000, realizado por la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgos del MAGA [UPGGR-MAGA (2006)]. En este caso la población objetivo se limitó a 3 911 306 hectáreas, lo que representa poco más de la mitad (58,5%) de la correspondiente a la incluida en el cuadro anterior referida al período 2005–2008. En este Mapa de Cobertura Vegetal (MCVUT) se incluyó únicamente un poco más de la tercera parte (35.9%) de la totalidad del territorio nacional.

Enfoque de Unidades Primarias

En este enfoque los estratos se particionan en unidades primarias (UP): en 2005, el tamaño de las UP varió de uno a otro estrato entre 123 hectáreas en las zonas hortícolas y 1228 hectáreas en las zonas de pasto; en 2006 y 2007 varió entre 50 hectáreas y 2000 hectáreas; en 2008 entre 40 hectáreas y 2050 hectáreas. Entre 2005 y 2008 se usaron fotos aéreas a escala entre 1:40000 y 1:60000 para la delimitación de las UP's. En 2011 se suprime la primera etapa del muestreo (la de las UP's) y se procede a seleccionar directamente el segmento, como se ha venido haciendo desde entonces. En la actual ENA, año agrícola 2018–2019, se utiliza un Marco de Muestreo basado en segmentos.

Los segmentos

Las UPs incluidas en la muestra de primera etapa se particionan en segmentos: en 2008, el tamaño medio del segmento fue de 100 hectáreas y varió entre 25 hectáreas en las zonas hortícolas y 200 hectáreas en las de pasto (recomendaciones de la FAO); en 2011 el segmento medio fue de 50 hectáreas y varió entre 6.25 hectáreas y 200 hectáreas. El número total de segmentos en el año 2011 es aproximadamente el mismo que en 2008, pero el marco abarca solo la mitad de la superficie y de ahí que el tamaño medio del segmento se reduzca a la mitad. Entre 2005 y 2008 se usaron fotos aéreas a escala entre 1:40000 y 1:60000 para la delimitación de los segmentos. En 2011 se usaron ortofotos de escala 1:4000 y mayor.

Tasa de muestreo

La muestra de UP se selecciona en 5 réplicas, con reposición y probabilidades proporcionales al tamaño. En cada UP de la muestra se selecciona un segmento con igual probabilidad. La tasa de muestreo en base a la superficie cultivada cubierta para el año 2008 fue la que se incluye en el cuadro a continuación:

Cuadro: Tasa de muestreo según el tipo de superficie cultivada

A: Superficie cultivada > 60% y campos grandes	1.1 %
B: Superficie cultivada > 60% y campos pequeños	0.3 %
C: 20%< Superficie cultivada<60%	0.3 %
D: Superficie cultivada<20%	1.1 %
E: Horticultura	0.3 %
TASA MEDIA	0.8 %

En cuanto al tamaño a utilizar en la muestra, se debe tomar en cuenta que esta fue de 706 segmentos para el año 2005, 725 segmentos en el 2006, 740 segmentos en el 2007, 764 segmentos en 2008 (1% del número total de segmentos) y 850 segmentos (1% del número total de segmentos) en 2011. En este año 2011 la FAO recomendó el uso de 1219 segmentos. En los años posteriores, con base en esta recomendación técnica de la FAO y de varios análisis efectuado con esta finalidad, fundamentados en toda la información disponible, las ENA subsiguientes han perseguido la inclusión de una muestra de tamaño de 1500 segmentos, tomado directamente del Marco Muestral constituido como se ha explicado previamente, sabiendo que la muestra de agricultores estará constituida por todos aquellos agricultores que cultivan las tierras dentro del segmento incluido en la muestra.

Definición de los Estratos muestrales

De esta forma que se seleccionó la categoría «agrícola» y se calculó la superficie (en m^2) en cada uno de los segmentos básicos de 100 hectáreas en los cuales estaba dividido cartográficamente todo el territorio; posteriormente, se determinaron los estratos según los criterios ya citado, que se observan en el cuadro siguiente, en donde se ha incluido el tamaño idóneo que cada unidad muestral debería tener para efectos de un operativo de campo viable y eficiente:

Cuadro: Definición de los Estratos según superficie cultivada de los Segmentos

Estratos	Criterios de definición de los Estratos	Tamaño idóneo del segmento (hectáreas)
A:	Superficie cultivada > 60 % ; y campos grandes *	25
B:	Superficie cultivada > 60 % y campos pequeños*	6.25
C:	Superficie cultivada entre el 20% y el 60%	50
D:	Superficie cultivada <20%	100

Fuente: MAGA

Conviene anotar en este punto que para diferenciar los segmentos del estrato A (campos grandes) y el estrato B (campos pequeños) se utilizaron tres criterios, a saber: a) existencia de dos o más cultivos, b) cota mayor de 1,200 metros sobre el nivel del mar (zonas de minifundio), y c) tipología del productor: productores con posesión de menos de una manzana (0.7 ha) denominados de Infra-subsistencia.

3.2.2 Partición digital de los segmentos básicos

Construcción de los segmentos básicos

Utilizando el software disponible con QGIS, se generaron en la DIGERGR del MAGA, 110,128 segmentos de 1,000 x 1,000 metros, esto es de 1 km^2 cada uno, equivalente a 100 ha. De esta manera que con los 110,128 segmentos de 100 ha cada uno se cubrió la totalidad del territorio nacional. Los segmentos básicos resultantes fueron numerados correlativamente de abajo hacia arriba (del extremo inferior izquierdo del mapa nacional a escala 1: 50,000, hacia el extremo superior derecho del mapa). Esto proporcionó un listado del Marco de Área, en donde cada segmento básico posee el mismo tamaño: 100 ha.

Particiones de los segmentos básicos de acuerdo a la estratificación

Después de determinar a qué estrato pertenece cada segmento según los criterios descritos en párrafos anteriores, se procedió a realizar las particiones de los segmentos digitalmente. Estas particiones responden a los criterios de eficiencia, pertinencia y factibilidad de los procesos incluidos en los operativos del trabajo de campo. Como resultado de la estratificación se obtuvo el número de segmentos adecuado, los cuales pasan a formar el Marco Muestral por áreas de donde se tomará la muestra estadística para la ENA 2013. En el siguiente cuadro se anotan las cifras que describen el Marco Muestral por áreas:

Cuadro: Características del Marco de Muestreo por áreas.

Estrato	Descripción	Superficie (km2)	Tamaño del segmento (ha)	Número de Segmentos
A	Superficie cultivada > 60% y campos grandes	20,086	25.00	80,344
B	Superficie cultivada > 60% y campos pequeños	2,444	6.25	39,104
C	Superficie cultivada entre 20 y 60 %	19,641	50.00	39,282
D	superficie cultivada menor a 20 %	31,370	100.00	31,370
Marco de muestreo		73,541	67.5%	
Uso no agrícola		35,348	32.5%	
Total		108,889	100.0%	190,100

Fuente: MAGA – Dirección de Información Geográfica y Sistemas de Gestión del Riesgo

Por lo anterior que el cuadro previo describe el Marco Muestral final sobre el cual fue extraída la muestra estadística definitiva para la ENA 2018–2019. Debido a la subdivisión de cada segmento básico, por los criterios de campo y cobertura ya contemplados, el número de segmentos básicos de 110,128 ascendió a 190,100 con la distribución y clasificación que el cuadro precedente muestra, en el cual puede observarse que el total de superficie cubierta con estos 190,100 segmentos equivale a 73,541 km^2, que es un 67.5 % de la totalidad de la extensión del territorio nacional (108,889 km^2).

Sin embargo del riguroso procedimiento que se ha seguido para la construcción y conformación de Marco Muestral para al ENA 2018–2019, es importante hacer la observación en torno a la necesidad existente para proceder a una actualización minuciosa del uso del suelo respecto de las variables que se desea medir, por lo que en el proceso de la encuesta se incluye esta actualización para los cultivos que los objetivos han trazado.

3.2.3 Actualización del uso del suelo para granos básicos

Las autoridades nacionales del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y del Instituto Nacional de Estadística (INE) han manifestado su interés en la pertinente actualización del Marco de Muestreo para la realización de la Encuesta Nacional Agropecuaria

en general. Este interés está motivado por los cambios de tendencia observados en las estimaciones de la ENA 2011 y posteriores, respecto de anteriores estimaciones de la ENA y otras fuentes de datos, cambios que no han sido suficientemente explicados por las diversas fuentes analíticas. Los cambios de tendencia son especialmente significativos en las estimaciones de la producción de ciertos granos básicos, dentro delos que se incluyen el maíz, el frijol y el arroz, así como también determinadas hortalizas (principalmente cebolla, papa y tomate), el aguacate, el café y la palma africana, tanto a nivel nacional como departamental.

Por lo anterior, mientras se procede a una actualización general en todo el territorio, se aprovecha cada corrida de la ENA para proceder a la actualización del uso del suelo en los segmentos incluidos en la muestra. También debe anotarse que la actualización del uso del suelo en la ENA es el proceso de delimitar y dibujar con suficiente precisión los diferentes polígonos de cultivo empleados dentro del segmento (constituido como la unidad primaria de muestreo), utilizando para los efectos la ortofoto en la cual se encuentra pertinentemente georreferenciado el segmento muestral del estudio.

3.2.4 Tipos de errores y mecanismos de control

Cabe esperar una cierta elasticidad de la superficie de cultivos a cambios en las condiciones de los mercados, por estar la agricultura guatemalteca integrada en el resto de la economía nacional, ciertamente variable en el tiempo. Sin embargo, a juicio de los funcionarios responsables del MAGA, los cambios de tendencia estimados en la ENA de la década que inició en el 2001 fueron muy superiores a los que se cabría esperar. Estas diferencias sobre la superficie cultivada y los rendimientos de los cultivos incluidos han ido en clara disminución de la brecha mostrada inicialmente, de forma que las estimaciones han ido mejorando. Esto en definitiva se debe al refinamiento que la metodología de la ENA ha ido implementando, lo cual explica y verifica que no existe un sesgo superior al esperado en las estimaciones y, en caso de existir, tomar las medidas necesarias para su respectivo análisis y corrección. Desde la cobertura territorial en el marco utilizado en la ENA 2011 se han ido introduciendo importantes cambios cuyas implicaciones sobre la precisión de las estimaciones conviene mencionar. Por ejemplo, en la ENA 2011 se utilizó, en particular, una rejilla de puntos para la selección de la muestra de segmentos, que asigna una probabilidad de selección desigual a cada segmento, hecho que no se tuvo en cuenta en los estimadores, lo que introdujo en ese entonces sesgo en las estimaciones.

Para el chequeo en la metodología de la ENA, conviene empezar por considerar los tipos de errores básicos a los que están sujetos las estimaciones basadas en muestras aleatorias. En general, los errores pueden ser de tres tipos, que son: de cobertura, de muestreo y de medida, los cuales se describen brevemente a continuación.

Errores de cobertura

Para el diseño de encuestas por muestreo aleatorio siempre se requiere de un Marco Muestral. En forma resumida, un Marco de Muestreo es una lista con un sustrato físico, que en este caso agropecuario viene dado por el conjunto de materiales que sirven para identificar, localizar y acceder a cada uno de los elementos de la población. Los marcos deben satisfacer ciertas propiedades, dentro de ellas las de completitud, esto es, que se deben incluir sin omisión ni repetición, a todos los elementos de la población. El error de cobertura es debido a marcos incompletos, y suele ser causa de sesgo en las estimaciones de las encuestas por muestreo probabilístico. Para minimizarlos se debe trabajar en la actualización del uso del suelo conforme se vayan desarrollando más encuestas, o por la vía de un nuevo censo agropecuario, planificado para la década que inicia en el 2020.

Errores de muestreo

La muestra se selecciona a partir del Marco de Muestreo, utilizando un mecanismo aleatorio diseñado los efectos de representatividad estadística. El error de muestreo es la diferencia entre la estimación (aleatoria probabilística) y el verdadero valor (fijo, pero siempre desconocido) de la característica a estimar. Este error, siempre existente nunca podrá conocerse con exactitud, pero si se podrá acotar a una precisión prestablecida, de forma que puede ser controlado estadística y analíticamente. Este tipo de error es consustancial al procedimiento de estimación por muestreo probabilístico aleatorio, y su control es el objeto primordial del diseño de estadístico de las muestras. En cierta forma, este es el tipo de error que puede ser precisado a voluntad, desde el diseño muestral asumido, el cual en nuestro caso se explica en el siguiente epígrafe.

Errores de medida

Finalmente, es también importante, comprender que las estimaciones se basan en los datos observados y/o medidos directamente en las unidades de muestreo incluidas en la muestra que se ha seleccionado conforme el diseño previsto. Los errores de observación o medida pueden ser debidos a varias fuentes: a) al observador/entrevistador; b) a características propias de lo observado/ entrevistado; y c) a la técnica de medida o a los medios utilizados para registrar los

datos en campo (material para el trabajo de campo). Los errores de medida deben ser controlados, proporcionando a los encuestadores la debida capacitación, que implica la formación y el material adecuado para el correspondiente trabajo en el operativo de campo.

En todo caso es crucial entender que para la mejora substancial en la calidad de la información resultado de la ENA será imprescindible el análisis de las magnitudes del error en cada uno de los tres tipos anotados.

3.3 Diseño de la muestra

3.3.1 Sobre la metodología óptima

Sobre las recomendaciones proporcionadas por varios documentos contemplados en distintos estudios llevados a cabo por la FAO y otros organismos internacionales, en apoyo a la medición de la cobertura y niveles de producción de los granos básicos en Guatemala, se procedió a establecer una metodología óptima para llevar a feliz término la Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– del año agrícola 2018–2019. En conclusión, se procedió al uso de una metodología combinada de marcos muestrales múltiples, dentro de la cual se incluyó una serie de procedimientos para generar mejoras en la aplicación repetida del mismo método.

Como se ha mencionado, el error de muestreo es consustancial e inherente al procedimiento de estimación por muestreo probabilístico, de manera que cabe esperar discrepancias entre las estimaciones basadas en dos muestras aleatorias de una misma población. Sin embargo, si el diseño de las dos muestras es el mismo, las discrepancias entre las estimaciones de ambas deben serán del orden de magnitud del error máximo asociado al método de muestreo probabilístico considerado.

Así, de esta forma, los marcos de muestreo múltiples son muy útiles para tratar el error de cobertura y para mejorar la precisión de las estimaciones de las características que han demostrado unos mayores errores de muestreo, sea en las encuestas previas con propósitos múltiples. Por ello las recomendaciones prescritas han apuntado para la ENA el uso de un marco múltiple, compuesto de un marco de áreas y de varios marcos de lista, para los cultivos que tienen concentrada su producción, y en los cuales un muestreo aleatorio simple, o aún estratificado, no representaría tan bien a la totalidad de producción del mencionado cultivo. En este trabajo se procederá a analizar esas componentes del marco múltiple y a proponer posibles mejoras para la metodología.

Límites geográficos

Otro aspecto metodológico en las encuestas agropecuarias es el referido a la definición de los límites de los segmentos. Aunque la localización sobre el terreno de un segmento con límites geométricos plantea dificultades logísticas, y se suele inducir a errores de medida, cabe esperar que las muestras diseñadas a partir de un marco de límites geométricos generan resultados mucho más satisfactorios para los cultivos mayoritarios, como el maíz y el frijol, en vista que el error de muestreo se mantiene para estos cultivos dentro de los límites tolerables. Así, se mejoran los controles respecto al error estadístico posible. A este respecto, la estrategia global de la FAO para mejorar las estadísticas agrarias ha incluido el fomento del desarrollo del uso de los aparatos de GPS, construyendo el marco muestral y localizando los límites del segmento sobre el terreno, lo que efectivamente contribuye a la reducción de los errores de localización y medida a límites también tolerable.

Rotación de la muestra.

Cuando se prevé repetir una encuesta periódicamente, es necesario considerar en el momento del diseño un plan de rotación de la muestra, de modo que en cada período se encuentren en la muestra, junto a elementos seleccionados en períodos anteriores, otros nuevos incluidos en el período en cuestión. La rotación de la muestra reduce el sesgo debido a la "fatiga del encuestado" y permite una mejor estimación de los cambios y de las tendencias de las características en estudio.

3.3.2 Sobre las variables a estimar

Cuando la muestra se selecciona según el mecanismo aleatorio diseñado, y el estimador asigna a cada observación un peso igual a la probabilidad de inclusión en la muestra de la unidad de observación, entonces el estimador de Y es insesgado, tanto para los promedios como para los totales de la superficie cultivada y las proyecciones de producción, en cualquiera que sea la estratificación utilizada. Por otro lado, el muestreo polietápico permitía te reducir los costes de construcción, pero actualmente las herramientas propias de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han abaratado considerablemente la construcción del marco de áreas, al facilitar la delimitación de segmentos con límites geométricos a un coste muy bajo. Es esta la razón por la cual se propuso considerar el uso de segmentos con límites geométricos, en lugar de físicos, tal y como se ha realizado desde la ENA 2013, y en particular en esta Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– del año agrícola 2018–2019. El diseño muestral utilizado garantiza que los estimadores Y, de promedios y de totales, son insesgados, permitiendo el cálculo de las variancias de los mismos.

3.3.3 Tamaño de la muestra

Las muestras se diseñan con propósitos múltiples, esto es, que una misma muestra se usa para estimar características distintas con muy diferentes errores de muestreo, por lo que cabe esperar diferencias significativas en el grado de precisión de las estimaciones de esas características. En nuestro caso, las estimaciones de maíz, de frijol y de arroz poseerán diferentes errores de muestreo, que se deberán estimar por separado, en cada uno de los cultivos en cuestión. En general, hacia el futuro, la ENA sobre cultivos anuales usará una misma muestra para estimar tanto los cultivos mayoritarios como los minoritarios, es decir los granos básicos ahora incluidos y otros más que en un futuro mediato puedan ser incluidos en las mediciones de la encuesta. Los cultivos mayoritarios están bien representados en la muestra de áreas y, en consecuencia, su error de muestreo se mantiene dentro de los límites de tolerancia prestablecidos.

El objetivo principal en la etapa del diseño muestral es garantizar un mínimo de precisión para las estimaciones a efectuar, o dicho de manera conversa, tener una varianza máxima, expresada con el coeficiente de variación, que sirva como cota superior para cada uno de los granos incluidos en las estimaciones objetivo. En efecto, para estos granos básicos se han obtenido diferentes coeficientes de variación.

Así, en resumen, se ha establecido un tamaño de muestra de segmentos de modo que el error de muestreo en los cultivos incluidos (maíz y frijol) se mantenga dentro de los límites de tolerancia establecidos y construir marcos de lista solo para reducir el error de muestreo de los cultivos más específicos, que es el caso del arroz.

3.3.4 Afijación para la partición estratificada óptima

Siguiendo las recomendaciones técnicas de los organismos consultados, que operan con un estándar internacional, y haciendo uso del soporte de las ENA precedentes, la muestra sobre la que se obtuvo la información del uso del suelo (es decir la superficie correspondiente a cada clase de uso), estuvo constituida por 1,500 segmentos, los cuales fueron seleccionados mediante un procedimiento estratificado aleatorio para cada etapa según se muestra en el cuadro siguiente. Aquí aparece el reparto estratificado de acuerdo al método de afijación de Neyman, que utiliza un reparto proporcional al tamaño del estrato en el universo (en el marco muestral) y también proporcional a la estimación de la varianza en ese estrato. Como la varianza en el estrato del universo es un parámetro desconocido, se utiliza la mejor estimación de la que se dispone, usando datos previos sobre las muestras disponibles. Este método de

afijación resulta óptimo para el cálculo de la varianza total del estimador para el parámetro Y. Estos datos aparecen en los anexos. Los resultados de esta afijación de la muestra da el reparto de la misma, el cual se incluye en el cuadro resumen subsiguiente, así como el método estadístico para la estimación de la varianza que se minimiza con la afijación de Neyman.

Cuadro: Características de la muestra de áreas utilizada

Etapa	Estrato			
	A	B	C	D
1	407	75	504	374
2	157	1	138	122
3	49	0	133	144
Fuente: ENA 2018–2019, INE				

$$\hat{V}(\hat{Y}) = \sum_{h=1}^{4} \sum_{j=1}^{m_h} N_{hj}^2 \left(1 - \frac{nh_j}{N_{hj}}\right) \frac{\hat{s}_{hj}^2}{nh_j}$$

3.3.5 Uso del Marco de Lista en el caso del arroz

Como se mencionó en la sección sobre el tamaño muestral, un elemento clave en el diseño de la muestra es el referido a la dispersión de los terrenos dedicados al cultivo de cada grano, recurriendo al modelo de marcos de áreas cuando se tiene una dispersión suficientemente grande. Por otro lado, si la dispersión no resulta tan grande, sino, por el contrario, es posible determinar una gran concentración de la producción, será siempre preferible operar mediante un Marco de Lista, como acontece con el caso del arroz.

En este sentido, en términos generales, puede apuntarse que para todos los cultivos intensivos (como sucede en general con las hortalizas) y, en general, para todos los cultivos que se encuentran muy localizados en el espacio, o de manera equivalente, se encuentran muy concentrados en un reducido número de explotaciones, por diversas razones, suele suceder que la metodología de marcos de áreas no será eficiente, fundamentalmente porque la muestra aleatoria (estratificada o no) no representará al universo de estudio, y como consecuencia su error de muestreo se saldrá de los límites de tolerancia establecidos para los cultivos extensivos, en este caso los mayoritarios del maíz y del frijol. Aunado a este hecho, suele suceder que en los segmentos con cultivos intensivos se presentan varios cultivos a lo largo del año, por lo que no bastará con una sola vista al terreno para recabar la información requerida,

tanto en la superficie como en la producción. Para estos cultivos son especialmente útiles los marcos de lista.

En el caso del arroz, y en general con los cultivos intensivos, existe un solapamiento o traslape entre las muestras seleccionadas a partir del marco de áreas y del marco de lista. Ignorar ese solapamiento es causa de sesgo en las estimaciones, por lo que para evitar este sesgo se debería eliminar este factor de solapamiento, excluyendo del marco de áreas todas las parcelas de las explotaciones incluidas en el marco de lista. Sin embargo de la facilidad teórica del problema, suele suceder que esta exclusión empíricamente puede resultar muy laborioso y generalmente es más práctico usar estimadores que tienen en cuenta ese solapamiento para el cálculo de las estimaciones y del error de muestreo. Cabe señalar que hasta el momento el estimador utilizado en la ENA no toma en cuenta dicho solapamiento, por lo que es sesgado. Sin embargo, en el caso del arroz, que recurre a la metodología de marcos mixtos, el traslape es ínfimo.

3.4 Diseño de herramientas de información

3.4.1 Revisión y ajustes a Instrumentos Técnicos

En la fase de planificación y diseño de la muestra para la Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– del año agrícola 2018–2019, se procedió a una revisión de los instrumentos utilizados en las ENA precedentes, ajustando los aspectos que se consideró era importante modificar o actualizar respecto de los resultados obtenidos. Esto implicó distintos aspectos de revisión y análisis en torno de la versión del Manual para el Encuestador 2018, obteniendo también una Boleta física revisada para la captura de los datos primarios. No está de más insistir en la adecuación de los instrumentos técnicos básicos para evitar omisiones que representen vacíos en la captura y el control asociado con el operativo de campo, el cual debe garantizar que minimiza sistemáticamente los posibles errores de medida, cobertura o experienciales posibles, evitando de esta manera posteriores complicaciones en el tratamiento y procesamiento automatizado de los datos. El Manual de Encuestador contiene una serie de instrucciones guía para abordar cada problemática de la mejor manera.

3.4.2 Diseño del sistema de captura y pre validación

Basados en el análisis de requerimientos informáticos, efectuado en base a las salidas de información deseadas, se realiza el diseño del sistema computacional adecuado a los objetivos

de la encuesta, velando porque el módulo de captura de datos primarios realice una cantidad exhaustiva de chequeos respecto a la consistencia de la información que se digitará en su momento, después del operativo de campo. Este software está orientado a la administración electrónica de los datos que se han captado en el trabajo de campo, por medio de las boletas físicas elaboradas para tal finalidad. Esta etapa de digitación permite identificar algunos errores en el registro de las mediciones realizadas, básicamente en lo anotado por los técnicos encuestadores. Por ello se identifica esta función informática como pre validación de datos primarios.

3.4.3 Diseño del software de validación: estructura e integralidad

Una vez capturados los datos primarios en forma física y digital, a través del módulo de captura, se hace necesario construir una base de datos relacionales que permita la administración de la información, tanto la capturada en terreno, como toda la otra información secundaria proveniente del procesamiento mismo de esta información. Para esta finalidad se procedió al diseño de un software ad hoc a los requerimientos dictaminados por la coordinación general de la encuesta, basándose en los objetivos de la misma.

En este momento del diseño computacional de la herramienta informática debe tenerse en cuenta todas las posibles inconsistencias provenientes del trabajo de campo, de la propia digitación, la validación o la integración de las bases de datos. Existe un total de 109 posibles inconsistencias que el software chequea, de las cuales 47 corresponden a la base de datos de la boleta de superficie y 62 a la base de datos de los pronósticos de producción, alertando de esta forma al administrador de datos para indagar al respecto del origen de cada posible error detectado. Por otro lado es crucial tomar nota que, a diferencia de otros casos de procesamiento de la información, el caso de la ENA, y más específicamente para la Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– del año agrícola 2018–19, los datos provienen de dos sistemas básicos de información, los cuales deben ser integrados correctamente lo que representa un trabajo informático exclusivo, velando que la base de datos definitivos cumpla con los estándares técnicos deseados. Los dos sistemas que proveen información al respecto de la encuesta son los siguientes:

a) La base de datos proveniente del sistema de información programado por la ENA, basado en la captura de datos provenientes de la boleta física que los encuestadores han llenado, en el lugar de la operación de campo, y que contiene la información referida a la producción que el productos espera cosechar de cada uno de los polígonos de

cultivo del segmento de la muestra sometido a la encuesta, así como otra información por esa vía capturada.

b) La base de datos digitalizada proveniente del sistema de información geográfica que ha sido procesado en QGIS, que básicamente es la georreferenciación de los polígonos que son dibujados por el encuestador, a la par de algunas lecturas que los encuestadores han realizado en ciertos puntos de los campos de cultivo incluidos en cada segmento de la muestra, con el objetivo de delimitar cada polígono de cultivo, de donde será factible el cálculo de las distintas superficies con evidencia de cultivo, área calculada mediante el software asociado en QGIS.

Nótese que ambas componente del software de procesamiento están basadas en dos sistemas de captura y procesamiento distinto, siendo el diseño metodológico lo correspondiente a los pasos y recursos computacionales requeridos para la integración y validación de ambos sistemas, efectivamente independientes.

3.4.4 Validación de las utilerías informáticas ejecutables

Como parte del diseño de todo proyecto informático, es importante realizar las pruebas piloto necesarias previas a la aprobación de las herramientas, por lo que en este momento, como parte del diseño, se realizan pruebas con datos piloto que permitan verificar el buen funcionamientos de los distintos módulos del sistema, y realizando las correcciones necesarias, en el caso de cualquier particularidad que por experiencia previas, en ENA anteriores, se han ido presentando.

Para que la ENA procese la información de manera pertinente, segura y confiable se hace necesario que el diseño cubra exhaustivamente todos los posibles errores que anteriormente se han mencionado, con la excepción de los errores de muestreo que el equipo estadístico controla a través del diseño de la muestra, descrito en la sección precedente a este epígrafe.

4 Marco Operacional

4.1 Preparativos preliminares a la encuesta

4.1.1 Generalidades

El operativo de campo es el proceso que se planifica y se ejecuta para completar el levantamiento de la información (actualización del uso del suelo), tanto para para recopilar la superficie cultivada como para los propósitos de pronóstico de la producción. El trabajo de campo incorpora nuevos elementos en el equipo de trabajo, el cual debe ser cuidadosamente seleccionado para llevar a feliz término esta crucial fase de la toma de datos, o desarrollo de la encuesta propiamente dicha.

Por otro lado, el equipo de trabajo de la ENA central debe guardar especial cuidado en los preparativos, tanto del material que será utilizado en el trabajo de campo, como en proporcionar el adecuado acompañamiento durante la ejecución de la encuesta, manteniendo contacto telefónico con todo el equipo, y recibiendo los archivos de avance parcial para protección de los datos de la encuesta. En particular, los sistemas GPS proporcionan un archivo de los lugares marcados, por lo que el seguimiento detallado de los polígonos recorridos es posible.

4.1.2 Capacitación del personal de operativos de campo

Para la selección del equipo de trabajo definitivo se lleva a cabo una extensa capacitación con la cual, al final, se procederá a un módulo de evaluaciones teóricas y prácticas, para así seleccionar a los colaboradores aspirantes a encuestador, supervisor y monitor respectivamente.

Para los efectos de la capacitación, el equipo central de la ENA procede a preparar materiales didácticos con los que se pueda desarrollar todo los temas de interés y necesidad de dominio por parte del futuro equipo de campo, y ya preparados estos, y especificada la logística de esta actividad pasar al desarrollo de la misma.

La evaluación selectiva de la capacitación del personal de campo contiene una prueba escrita con ítems que incluyen el marco conceptual del trabajo y preguntas directas respecto de un caso o situación que pueda presentarse en el trabajo, con la intención que el aspirante muestre

evidencia de sus conocimientos y sobre el manejo del manual. Por otro lado, se hace una evaluación práctica sobre el uso del GPS y de la correcta lectura de los materiales cartográficos preparados para tal finalidad. El estudiante aspirante a encuestador deberá ir a los lugares prestablecidos por su ubicación en coordenadas, y deberá proceder a recorrer un cierto polígono de prueba. En el retorno el aparato de cada individuo mostrará si ha realizado correctamente las pruebas planteadas. Nótese que dada la cantidad de aspirantes esta prueba práctica reviste cierta complejidad, además de un terreno suficientemente grande, previamente marcado y de fácil análisis para los evaluadores, conformados por el equipo central de la ENA y una terna oficial de evaluadores por parte del INE.

Esta capacitación se realiza antes del inicio del levantamiento de datos de la primera comisión de la primera etapa, con una antelación de cuando menos dos o tres semanas, por la formalización de los aspectos legales de la contratación. Para los efectos de la contratación del personal de campo de la Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– del año agrícola 2018–2019, se preseleccionó un total de 60 aspirantes para la conformación del equipo técnico profesional, procediendo después de la evaluación anteriormente descrita a una reducción en proporción de 2 a 1, en vista que el equipo finalmente seleccionado para la primera etapa de la encuesta estuvo conformado por 30 elementos, a saber: 21 encuestadores, 7 supervisores y 2 monitores. Si se sucediera que, en en algún momento, por fuerza mayor, alguno de los seleccionados no pudiera continuar con el trabajo, se mantienen en lista los datos de los otros aspirantes que en esta primera oportunidad no hayan resultado elegidos.

4.1.3 Diseño cartográfico de la muestra y distribución de cargas

La muestra de la ENA fue tomada en forma aleatoria dentro de cada estrato, que a su vez se encuentran repartidos en lo extenso del territorio nacional. Por consiguiente, los 1500 segmentos que conforman la muestra probabilística están repartidos en todo el país, y se hace necesario definir algunos criterios para que el equipo de trabajo en el campo pueda economizar recursos y elevar la calidad de los datos recabador.

Por ello la muestra estadística debe pasar por un nuevo proceso de diseño, denominado cartográfico, en el cual se reparte la muestra en los equipos de trabajo, separando cada etapa en comisiones. En este proceso intervienen básicamente la cercanía y las facilidades de locomoción para llegar a los segmentos seleccionados. La primera etapa se subdivide en tres comisiones, la segunda etapa igualmente en tres comisiones, y la tercera en dos comisiones, siendo cada comisión de 25 días consecutivos de duración.

Se denomina carga de trabajo a los determinados segmentos que a cada equipo corresponden, de forma que las distintas cargas pueda ser cartográficamente empaquetadas para cada equipo. Siempre será imposible asignar bajo cualquier criterio una uniformidad perfecta en la distribución de las cargas del trabajo de campo, pero el conocimiento específico de los terrenos en donde han caído cada segmento, y que por ende se visitará facilita que exista una distribución bastante pareja en cuanto a los recorridos y en términos de las dificultades por cubrir la encuesta.

4.1.4 Diseño de materiales para la encuesta y el trabajo de campo

Definida la muestra y las determinadas cargas que a cada equipo colaborador le corresponderán, se puede preparar los materiales necesarios que estos equipos necesitan llevar al operativo de campo.

Con base a la muestra de 1,500 segmentos seleccionados del Marco de Áreas, se procedió a preparar el material cartográfico correspondiente a la muestra seleccionada para la ENA 2018–2019. En el operativo propiamente dicho, para ubicar las unidades de muestreo (segmentos seleccionados dentro del Marco Muestral), los equipos de trabajo se apoyan en el material cartográfico, el cual se conforma de los siguientes componentes:

a) Ortofoto de los segmentos, a escala 1: 1,000, 1: 3,000 y 1: 4,000 dependiendo el estrato
b) Hoja cartográfica, en una escala gráfica de 1: 40,000 (proveniente de la ampliación de otra ortofoto procesada digitalmente en la escala 1: 50,000)
c) Mapas regionales a escala 1: 250,000

Por otro lado, para obtener la superficie cultivada de los cultivos priorizados dentro del segmento, los equipos de trabajo utilizan el siguiente equipo:

a) GPS Garmin
b) Ortofoto con acetato adherido
c) Tabla Shannon
d) Boleta de actualización del uso del suelo
e) Marcadores para acetato (azul y rojo)

La actualización del uso del suelo la realiza el encuestador por observación directa, recorriendo en su totalidad el segmento y dibujando los polígonos (campos con cultivos) con los marcadores sobre el acetato que va adherido a la ortofoto.

La información de los pronósticos de producción la realiza el encuestador, utilizando el método de entrevista directa, cara a cara, con los productores de los campos dibujados en el ortofoto. En este momento intervienen todas las técnicas específicas en la obtención de la información, siendo importante contar con alguno en el equipo que hable el idioma que el productor utiliza, por lo que siempre este aspecto ha sido tomado en cuenta en la asignación de las cargas y los segmentos a visitar.

No está de más ponderar pertinentemente la empatía que se pueda lograr con los informantes del proceso en la encuesta, siendo prioritario para la calidad de la información capturada.

4.1.5 Reporte en material cartográfico

También resulta oportuno dejar constancia que cada uno de los segmentos seleccionados, fueron tratados y editados con el software QGIS, de forma tal que para cada segmento se generaron dos imágenes: una con el mapa de localización a escala 1: 40,000 y otro con fondo de ortofoto para guía de ubicación e identificación de campos, conteniendo ambas imágenes el macro polígono de cada uno de los segmentos, superpuestos, en las escalas que a continuación se especifica:

a) En la escala de 1: 1,000 , para el caso del Estrato B, con segmentos de tamaño 6.25 ha.
b) En la escala de 1: 3,000 , para los Estratos A y C, con segmentos de tamaño 25 ha y 50 ha respectivamente.
c) En la escala de 1: 4,000 para el caso del Estrato D, con segmentos de tamaño 100 ha.

De esta forma, por cada segmento se realizó la impresión de las dos imágenes de manera dúplex, conteniendo en una cara de la impresión el mapa de localización, mientras que en la otra se ubica la ortofoto con el segmento plenamente identificado y superpuesto.

Cada segmento impreso se forró con plástico auto adherible para protección y se le colocó un acetato. Ya en el operativo del trabajo de campo, los encuestadores procedieron a dibujar, lo más fielmente posible, sobre el acetato, marcando los diferentes polígonos o campos de cultivo observados dentro de cada segmento, durante la actualización del uso de la tierra, marcando los códigos de los cultivos observados.

4.1.6 Revisión de los procesos de Logística

Desde la unidad de la ENA central, el correcto acompañamiento dio inicio por los procesos de revisión de las llegadas de los distintos equipos a sus respectivos objetivos de trabajo,

verificando desde los primeros días las visitas realizadas. Existen circunstancias especiales que los encuestadores deben confrontar, para lo cual la comunicación, siempre eficiente, derivas en una jerarquía logística. Las situaciones son comunicadas a los supervisores y a los monitores, comunicándose a la unidad de la ENA central, cuando así lo amerita, como es el caso de redactar cartas de conocimiento y autorización, o realizando comunicados pertinentes desde la Jefatura o la Dirección de Censos y Encuestas, cuando esto así lo amerita.

4.2 Trabajo de campo

Para la actualización del uso del suelo se diseñó y planificó el operativo de campo en tres etapas:

4.2.1 Primera etapa

Esta etapa se diseñó para realizar una cobertura de actualización del uso del suelo en toda la república, la cual se realizó durante 75 días en campo en los meses de julio a octubre, distribuidos en tres comisiones de trabajo para lo cual participó con eñ siguiente personal de campo:

- 1 coordinador general
- 1 coordinador técnico
- 2 monitores de campo
- 7 supervisores con vehículo
- 21 encuestadores

El mapa adjunto muestra la cobertura de esta primera etapa, la cual contempló la encuesta en 1500 segmentos

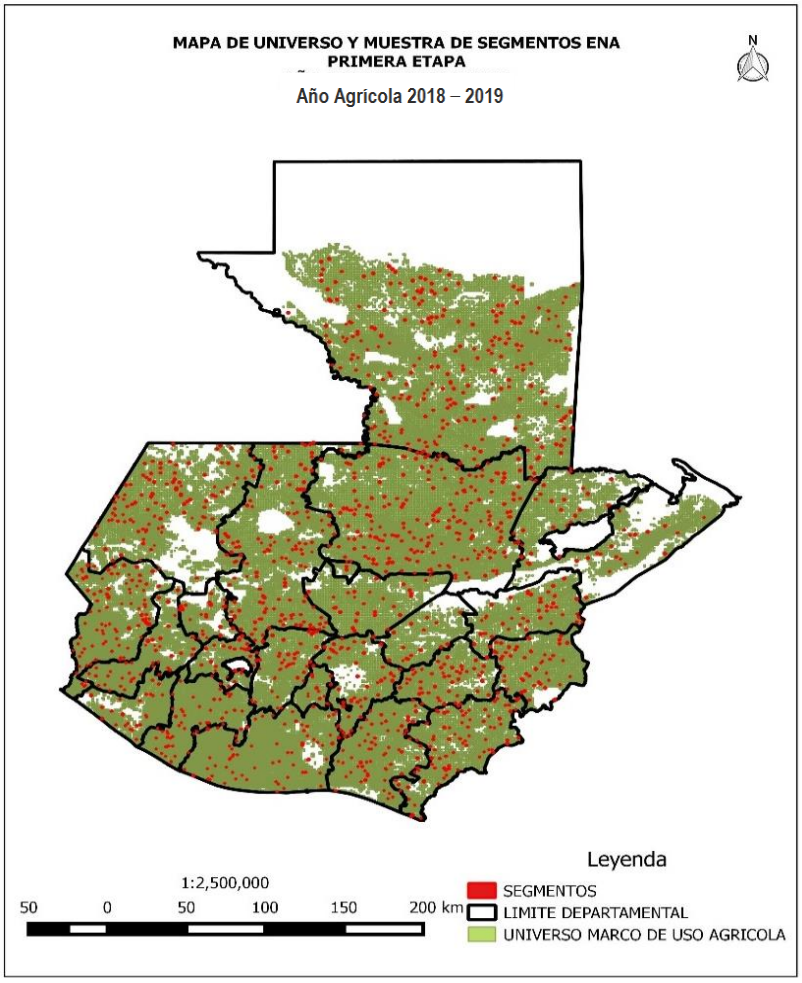


Figura Mapa Primera etapa

4.2.2 Segunda etapa

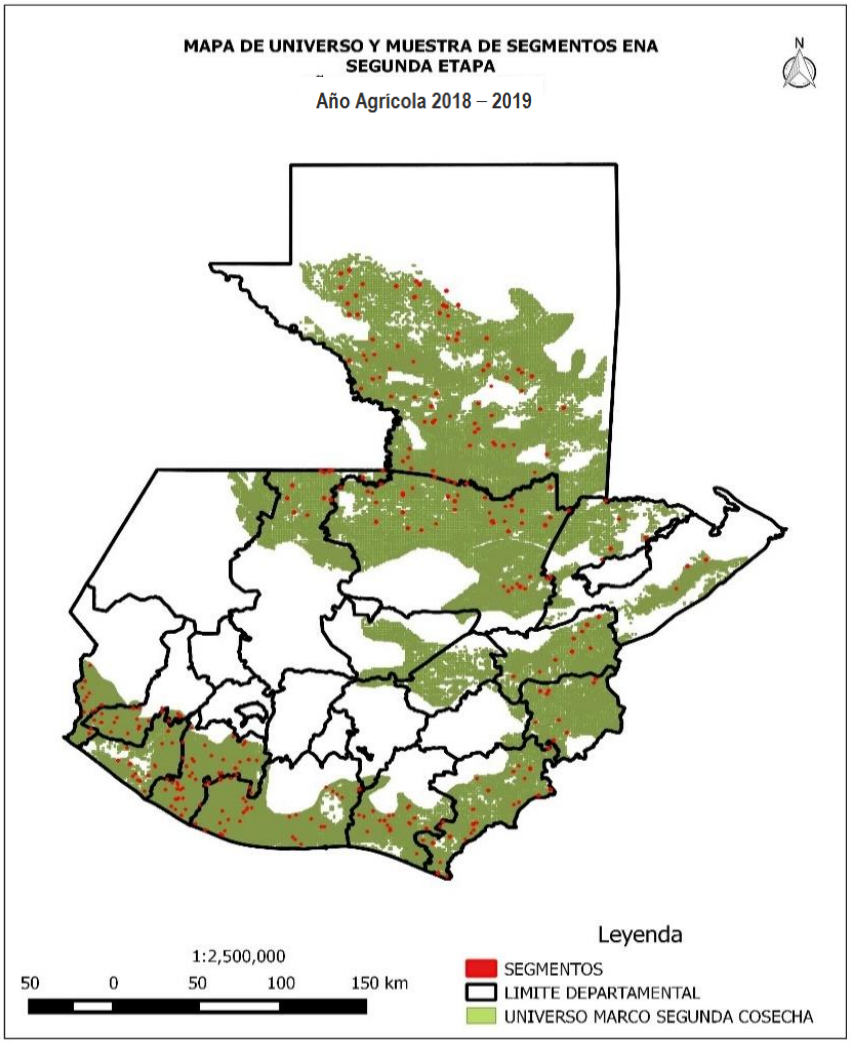
Esta etapa se diseñó para realizar una cobertura de actualización del uso del suelo en las regiones donde se produce una segunda cosecha de maíz, cubriendo las siguientes regiones: Planicie costera, zonas bajas del oriente, Franja transversal del norte y Petén, dicha etapa se realizó durante 50 días en campo durante los meses de octubre a diciembre, distribuidos en dos comisiones de trabajo para lo cual participó e siguiente personal de campo:

- 1 coordinador general
- 1 coordinador técnico
- 2 monitores de campo
- 7 supervisores con vehículo
- 21 encuestadores

La cobertura y muestra estadística para esta segunda etapa se grafica en la figura 2 subsiguiente:

Figura

Mapa Segunda etapa



4.2.3 Tercera etapa

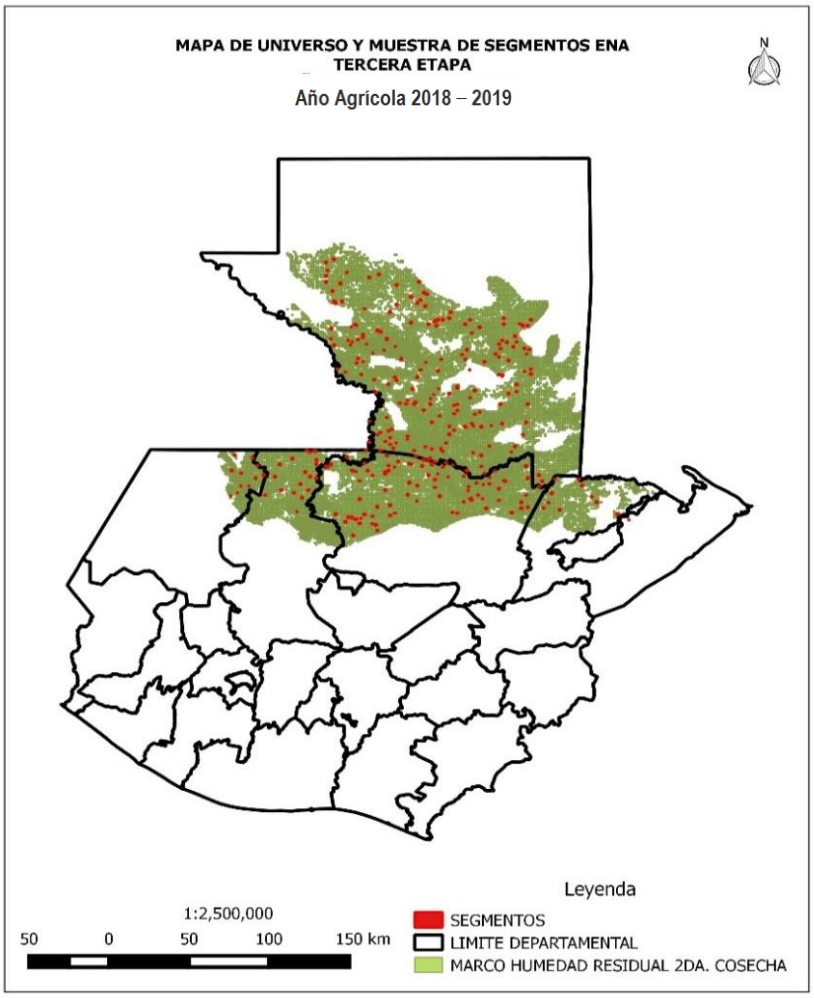
Esta etapa se diseñó para realizar una cobertura de actualización del uso del suelo en las regiones donde se produce una segunda cosecha de maíz complementando con la región denominada Humedad residual la cual está ubicada en la región de la Franja transversal del norte y Petén, dicha etapa se realizó durante 50 días en campo durante los meses de febrero a abril, distribuidos en dos comisiones de trabajo para lo cual participó e siguiente personal de campo:

- 1 coordinador general
- 1 coordinador técnico
- 1 monitores de campo
- 3 supervisores con vehículo
- 9 encuestadores

La cobertura y muestra de la tercera etapa se presenta en el mapa 3:

Figura

Mapa tercera etapa



4.3 Procesamiento de la información

La parte subsiguiente a la toma de datos en el operativo de campo es su adecuado procesamiento, tanto para el registro de los datos obtenidos, como para el procesamiento de nueva información estadística. El procesamiento incluye varios procedimientos, que siguen un orden lógico y secuencial.

4.3.1 Digitación y validación de las boletas de datos

La primer parte se refiere a la digitación de datos, que significa el vaciado de los datos capturados en las boletas físicas a los sistemas electrónicos de captura y registro. En este momento operan los chequeos del sistema de captura, y los digitadores a su vez observan posibles inconsistencias de algunos de los datos escritos en las boletas, tales como unidades de medida variables o imposibles.

Se procedió a la validación de la información que se ingresa al sistema informático, y en caso extremo de duda específica no consistente o incompatible se procedió a las llamadas telefónicas respectivas para agotar las fuentes de información y validación.

4.3.2 Construcción e integración de las bases de datos

Se procedió a integrar las bases de datos de los sistemas de información geográfica con el paralelo correspondiente al sistema de captura de datos provenientes de la boleta física. En este momento se cuida de que los códigos y codificaciones coincidan, procesando etapa por etapa, y de acuerdo al alcance geográfico que cada comisión ha tenido.

El resultado de este proceso de integración y validación es una base de datos única, con la cual se puede realizar el análisis final previo a los procesos estadísticos de expansión de la muestra al universo abarcado por el marco muestral. Se verifica computacionalmente que se han recabado todos los segmentos previstos y en caso de aquellos que no se han podido abordar se procedió a una confirmación de tales hechos.

También se ha cuidado la trazabilidad de toda la información capturada, lo que reviste importancia para el cotejo de los datos y en caso que haya que realizarse modificaciones se tenga pleno conocimiento en qué parte del proceso de información debe acudirse, basados en qué instrumentos y principalmente con qué actor en el equipo.

4.3.3 Consistenciación espacial en la integración de etapas

A pesar que la base de datos relacional es consistente y viable para el procesamiento estadístico, sucede que los encuestadores asignados a las etapas segunda y terceras no coinciden con los correspondientes encuestadores de la primera etapa, de forma que el mismo polígono de sembrado ha sido generalmente capturado en dos o hasta tres momentos, porque las cosechas abarcan esas temporalidades. Esto implica que un polígono de cultivo pueda aparecer más de una vez en los archivos basados en el material cartográfico.

Así, en los documentos de soporte de registro de datos en el trabajo de campo se ha colocado la etapa fenológica que se evidencia en cada cultivo captado, lo que permite deducir a posteriori alguna posible duplicación. Este proceso de consistenciación se denomina espacial y no puede ser realizado por un ordenador electrónico, debiéndose recurrir a un verificación y validación humanos, entre varias personas, que van checando segmento por segmento cuando se da el caso de algún polígono que aparece varias veces en las ortofotos de registro.

La consistenciación cartográfica espacial es un trabajo minucioso que llevó a cabo el equipo central de la ENA, proyectando en diapositivas los archivos de un mismo segmento, para aquellos segmentos de la muestra que aparecen en la segunda o en la tercera etapa, dejando que el polígono en cuestión se quede en la etapa en donde evidencia un mayor tiempo del proceso de cultivo total. Con este proceso de consistenciación espacial se evita que una superficie cultivada aparezca duplicada, aun cuando estos polígonos aparezcan varias veces en las ortofotos trabajadas en las distintas etapas.

Por otro lado, este proceso de consistenciación permite validar el dato obtenido en una primera o segunda etapa, y la respectiva cuantificación, en vista que han sido personas distintas las que han efectuado el recorrido del susodicho segmento.

4.3.4 Generación de bases de datos definitivas

La base de datos final deberá contener una lista de todos los polígonos de cultivo encontrados, el segmento al que pertenecen, el tipo y código del cultivo identificado, y en particular, tanto la superficie de estos polígonos de cultivo como la producción estimada, captada de manera directa por el encuestador de parte del informante encargado de esos cultivos. La versión última de la base de datos relacional, depurada y recodificada, es incluida en las publicaciones de esta Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– del año agrícola 2018–2019

4.4 Inferencia estadística

El proceso de inferencia estadística está constituido por todas las actividades analíticas que derivan en los cálculos y las estimaciones requeridos para obtener los valores en el universo, partiendo de los datos recabados en la encuesta. El proceso por medio del cual es posible deducir valores de los parámetros desconocidos en una población dada, partiendo de los valores en una muestra probabilísticamente tomada, se denomina inferencia estadística. Para que en la inferencia se pueda controlar el error de muestreo, es decir, el sesgo en las estimaciones finales, es fundamental poseer un diseño estadístico adecuado, que permita realizar esta estimación del sesgo de muestreo, acotándolo superiormente, es decir garantizando que no será mayor que un determinado valor que establece la precisión de las estimaciones realizadas.

Del modelo muestral implementado se deduce la forma en que los valores muestrales serán tratado, y específicamente expandidos al universo en cuestión. En nuestro caso, se ha efectuado un muestreo estratificado independiente para cada una de las etapas en que se ha realizado el operativo de campo, con un reemplazo sistemático de la muestra a lo largo del tiempo, originalmente programado en cinco réplicas. Sin embargo es importante hacer notar que para esta Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– del año agrícola 2018–2019 la muestra total de segmentos ha sido tomada nuevamente del Marco de Muestreo original, iniciando un nuevo ciclo de réplicas.

A este respecto de las réplicas, es importante observar que, aunque los estándares internacionales apuntan a la sugerencia de una periodicidad de un lustro, de forma que sea el 20 % el porcentaje de la muestra que es substituido, año con año, de forma aleatoria, se ha podido constatar cierta resistencia de los segmentos que van superviviendo en la encuesta, existiendo mucha mayor resistencia a participar en la toma de datos. Por ello está en estudio la posibilidad de considerar un ciclo de reemplazo de cuatro años, para que sea únicamente el 25 % de la muestra inicial la que deba proporcionar información durante cuatro años consecutivos. Por otro lado, en forma complementaria, el modelo de repetición de una parte de la muestra permite análisis auto regresivos y evolución longitudinal, lo cual aporta valor estadístico a la serie de mediciones efectuadas por la ENA.

En las secciones subsiguientes se desarrolla de manera muy resumida el soporte de la teoría estadística específica utilizada en la presente encuesta del año agrícola 2018–2019.

4.4.1 Generalidades

La muestra

La muestra se diseña para un ciclo t. Para establecer un buen compromiso entre la precisión y el coste de las estimaciones, consideramos un plan de muestreo en dos etapas, y usamos estimadores de regresión a lo largo del tiempo. La muestra se selecciona de la misma forma en todos los estratos, y es usual limitar las expresiones analíticas para los resultados a obtenerse en un estrato genérico h. En esta sección se analizan las probabilidades de inclusión, de donde serán obtenidos los factores de expansión correspondientes a la inferencia, tomando justamente los inversos multiplicativos de cada una de las probabilidades de inclusión calculadas. El otro tema a completar será el de la estimación de los sesgos, provistos por los respectivos coeficientes de variación.

Etapas

La muestra de primera fase es la primera que se ha tomado en la ENA actual, la cual ha sido extraída totalmente por completo. Se trata de una muestra aleatoria cuasi - simple de tamaño 1500 segmentos (la cual puede ser tratada como simple, esto es, sin reposición y con probabilidades iguales, seleccionada sin réplicas, por tratarse del primer ciclo t. Después se procede a la afijación proveniente de la estratificación. Se utiliza $n_{1\text{-}h}$ para denotar el tamaño de esta muestra de primera fase en el estrato h.

En cada período de siembra se selecciona una muestra de segunda etapa, de entre los elementos incluidos en la muestra de primera etapa. En el segundo período de siembra, se selecciona una muestra específica (elementos no-pareados) del segundo período de siembra, $n_{2\text{-}h}$ de entre los elementos incluidos en la muestra de la primera etapa, $n_{1\text{-}h}$.

Por otro lado, para un posible tercer período de siembra, se especifica la componente correspondiente al tercer período de siembra, $n_{3\text{-}h}$, seleccionando de entre los elementos incluidos en la muestra de primera fase y no incluidos en la componente específica del primer período de siembra $n_{2\text{-}h}$.

Probabilidades de inclusión

Dado que la muestra se selecciona sin reposición, la probabilidad marginal de inclusión en la muestra de una unidad de muestreo i, es igual al producto de la probabilidad de que i sea incluida en la muestra de primera fase por la probabilidad condicional de que i sea incluida en la

muestra de segunda fase, dado que i fue incluida en la muestra de primera fase (producto de probabilidades condicionales.

De lo anterior, conviene anotar que la probabilidad de inclusión en la muestra de la primera fase de la unidad de muestreo i la denotamos por π_{1ki}. Si se tienen probabilidades, se sabrá que:

$$\pi_{1hi} = \frac{n_{1h}}{N_h}.$$

Por otro lado, para la segunda etapa, en este año 1 de la ciclicidad de réplicas, se tendrá lo que se describe en el siguiente epígrafe.

Períodos de siembra

Las componente específica viene dada por la probabilidad de inclusión de la unidad de muestreo i en la muestra específica de la segunda etapa en el segundo período de siembra, de tamaño $n_{2he_{t_1}}$, es $\pi_{2he_{t_1}i} = \pi_{1hi}\pi_{2he_{t_1}i|i\in 1h}$, en donde $\pi_{2he_{t_1}i|i\in 1h}$ denota la probabilidad de que la unidad de muestreo i sea incluida en la muestra específica de la segunda etapa del segundo período de siembra , dado que fue incluida en la muestra de primera fase, en donde conviene y es factible asumir que se tienen probabilidades iguales, así

$$\pi_{2he_{t_1}i|i\in 1h} = \frac{n_{2he_{t_1}}}{n_{1h}} \qquad \pi_{2he_{t_1}i} = \pi_{1hi}\pi_{2he_{t_1}i|i\in 1h} = \frac{n_{1h}}{N_h}\frac{n_{2he_{t_1}}}{n_{1h}} = \frac{n_{2he_{t_1}}}{N_h}$$

De similar forma, para el segundo período de siembra, la componente específica vendrá determinada por la probabilidad de inclusión de la unidad de muestreo i en la muestra específica de la segunda etapa en el tercer período de siembra, esto es: $\pi_{2he_{t_2}i} = \pi_{1hi}\pi_{i\notin 2he_{t_1}|i\in 1h}\pi_{2he_{t_2}i|i\in 1h, i\notin 2he_{t_1}}$, donde $\pi_{i\notin 2he_{t_1}|i\in 1h}$ denota la probabilidad de que la unidad de muestreo i no sea incluida en la muestra específica de la segunda fase del segundo período de siembra, dado que fue incluida en la muestra de primera fase, y $\pi_{2he_{t_2}i|i\in 1h, i\notin 2he_{t_1}}$ denota la probabilidad de que la unidad de muestreo i sea incluida en la muestra específica de la segunda fase del tercer período de siembra, dado que fue incluida en la muestra de primera fase. Si se asumen probabilidades iguales, se obtendrá lo siguiente:

$$\pi_{i\notin 2he_{t_1}|i\in 1h} = 1 - \frac{n_{2he_{t_1}}}{n_{1h}} = \frac{n_{1h} - n_{2he_{t_1}}}{n_{1h}} \quad ; \qquad \pi_{2he_{t_2}i|i\in 1h, i\notin 2he_{t_1}} = \frac{n_{2he_{t_2}}}{n_{1h} - n_{2he_{t_1}}},$$

$$\pi_{2he_{t_2}i} = \pi_{1hi}\pi_{i\notin 2he_{t_1}|i\in 1h}\pi_{2he_{t_2}i|i\in 1h, i\notin 2he_{t_1}} = \frac{n_{1h}}{N_h}\frac{n_{1h}-n_{2he_{t_1}}}{n_{1h}}\frac{n_{2he_{t_2}}}{n_{1h}-n_{2he_{t_1}}} = \frac{n_{2he_{t_2}}}{N_h}$$

4.4.2 Método estadístico para la estimación de la superficie: marco de áreas

La estimación de la superficie con un cultivo c cualesquiera, se obtiene con la siguiente expresión:

$$\hat{Y}_c = \sum_{h=1}^{3}\sum_{j=1}^{m_h} N_{hj}\bar{y}_{hj}$$

Acá la simbología utilizada tiene las siguientes significaciones:

$\hat{Y}_c = superficie\ total\ con\ el\ cultivo\ c$

$N_{hj} = número\ de\ segmentos\ que\ constituyen\ la\ zona\ j\ dentro\ del\ estrato\ h.$

$\bar{y}_{hj} = \ promedio\ de\ la\ superficie\ del\ cultivo\ c\ en\ la\ zona\ j\ dentro\ del\ estrato\ h$

Este promedio muestral se obtiene con los datos de las réplicas en cada zona, o en este caso de la muestra inicial total, para cada etapa h, con h variando desde 1 hasta 3. Por otro lado, la varianza del estimador de totales se obtiene como la varianza estimada de la superficie partiendo de la varianza insesgada observada en la muestra, de forma tal que es posible afirmar lo siguiente:

$$\hat{V}(\hat{Y}) = \sum_{h=1}^{3}\sum_{j=1}^{m_h} N_{hj}^2\left(1-\frac{nh_j}{N_{hj}}\right)\frac{\hat{s}_{hj}^2}{nh_j}$$

De lo anterior, el coeficiente de variación, para cada cultivo c y cada estimador $\hat{Y}_c$ obtenido del valor previo, puede ser obtenido mediante la fórmula usual, es decir:

$$\widehat{CV}(\hat{Y}_c) = \frac{100 * \sqrt{\hat{V}(\hat{Y}_c)}}{\hat{Y}_c}$$

4.4.3 Estimación de los rendimientos productivos por segmento: marco de áreas

En todos los segmentos de la muestra de superficie, que tuvieran campos con cultivos priorizados se entrevistó a los productores de cada cultivo correspondiente a los granos básicos de la encuesta, siempre que estos aparecieran en el segmento seleccionado de la muestra. Con la base generada para cada cultivo se calculó el estimador de rendimiento medio del cultivo en este segmento. Para contar con el estimador medio del rendimiento del cultivo en cada segmento se partió del correspondiente de superficie, medido a través de la tecnología del GPS, y de los datos recabados en boleta física, respecto del pronóstico de producción estimada por parte del agricultor encargado de la siembra.

El rendimiento de un cultivo c se estima mediante el estimador de razón:

$$\hat{R}_c = \frac{\hat{Y}_c}{\hat{A}_c}$$

En este caso, los estimadores $\hat{Y}_c$ y $\hat{A}_c$ se definen a partir de una muestra de parcelas, seleccionada en dos etapas. La muestra de primera etapa es la constituida por los $r_h = 5$ segmentos seleccionados en cada zona (o conglomerado geográfico), de la que se selecciona una sub muestra de $n_2 = 2$ segmentos, con igual probabilidad. La muestra de segunda etapa es una muestra de $n_{3c} = 2$ parcelas seleccionadas con igual probabilidad de entre las parcelas del cultivo c delimitadas en los segmentos de la muestra de segunda esta etapa. Para el rendimiento medio total se utilizó el estimador de Horvitz-Thompson, con lo cual es posible estimar la producción total y la superficie total en cada estrato (característica Y), a partir de esa muestra:

$$\hat{Y}_{ch} = \sum_{j=1}^{m_h} \sum_{i_s=1}^{n_2} \sum_{i_p=1}^{n_{3c}} \frac{y_{chji_si_p}}{P_{chji_si_p}}$$

Acá, la probabilidad P sigue el proceso descrito en la primera sección, del producto de las probabilidades condicionales, y el inverso de tal estimador equivaldrá al expansor correspondiente.

$$P_{chji_si_p} = \frac{r_h}{N_{hj}} \frac{n_2}{r_h} \frac{n_{3i_sc}}{l_{chi_sj}} = \frac{n_2}{N_{hj}} \frac{n_{3i_sc}}{l_{chi_sj}}$$

En el cómputo de los rendimientos medios, puede suceder que, para algún cultivo c dado, algunos segmentos posean muy pocos polígonos de siembra, lo que implica la posibilidad que la información consultada en ese segmento sea escasa o nula. En este particular, en vista que el segmento no puede representar información vacía, se hace necesario algún método para imputar el rendimiento promedio de ese segmento investigado. En este sentido se procedió a una metodología de próximos cercanos, con base a varios criterios, tales como: la altura del segmento en cuestión; la cercanía física, determinada por el municipio al que pertenece, o en caso extremo al departamento investigado. De esta manera, se corre una rutina computacional que tiene por objetivo imputar el valor más próximo posible del rendimiento medio, en correspondencia con estos criterios de clasificación. Sobre los valores originalmente obtenidos por boleta y los distintos niveles de imputación se guarda adecuado registro para un posterior análisis de incidencia de este procedimiento estadístico.

4.4.4 Método estadístico para la estimación de la producción: marco de áreas

La probabilidad de selección de uno cualquiera de los segmentos es igual a la probabilidad de selección de la muestra sistemática / conglomerado a la que pertenece, esto es: n_h/N_h. Por otro lado, la probabilidad de inclusión de un segmento en la muestra es, igual a la probabilidad de inclusión en muestreo aleatorio simple, para muestras del mismo tamaño. Así, tanto para la superficie como para la producción, los procesos de expansión son similares y se adecuan a las fórmulas que se presentan a continuación:

$$\hat{Y}_{ch} = \sum_{j=1}^{m_h}\sum_{i_s=1}^{n_2}\sum_{i_p=1}^{n_{3c}} \frac{y_{chji_si_p}}{P_{chji_si_p}} = \sum_{j=1}^{m_h} N_{hj} \frac{1}{n_2}\sum_{i_s=1}^{n_2} l_{chi_sj} \frac{1}{n_{3i_c}}\sum_{i_p=1}^{n_{3i_c}} y_{chi_si_pj}$$

$$\hat{A}_{ch} = \sum_{j=1}^{m_h}\sum_{i_s=1}^{n_2}\sum_{i_p=1}^{n_{3c}} \frac{A_{chji_si_p}}{P_{chji_sip}} = \sum_{j=1}^{m_h} N_{hj} \frac{1}{n_2}\sum_{i_s=1}^{n_2} l_{chi_sj} \frac{1}{n_{3i_sc}}\sum_{i_p=1}^{n_{3i_sc}} A_{chi_si_pj}$$

Como puede observarse, la estimación de la producción $\hat{P}_c$ se hará en base a los rendimientos productivos por segmento, de forma que para cultivo c cualquiera, la producción total se obtendrá haciendo uso de la siguiente expresión, la cual el estimador $\hat{Y}_c$ es la superficie ya estimada directamente de los valores muestrales obtenidos en cada segmento, mediante

medición directa por GPS en el trabajo del operativo de campo. La expresión simplificada para cada una de las tres etapas del cultivo c se convierte en:

$$\hat{P}_c = \hat{Y}_c \hat{R}_c = \sum_{h=1}^{L} \hat{Y}_{hc} \bar{R}_{hc}$$

La varianza de la producción estimada, se estima mediante la siguiente formulación:

$$\hat{V}(\hat{Y}) = \sum_{h=1}^{3} \sum_{j=1}^{m_h} N_{hj}^2 \left(1 - \frac{nh_j}{N_{hj}}\right) \frac{\hat{s}_{hj}^2}{nh_j}$$

Acá, en la fórmula precedente, $\hat{Y}_c$ es la producción que se estima. Retomando el punto de los parámetros de bondad de la estimación, en vista que la muestra de la ENA año agrícola iniciando en 2018, tiene como variable principal el «uso del suelo», está conformada por 1500 unidades de observación o segmentos, garantizando sus estimaciones con un nivel de confiabilidad del 95%, y un error relativo esperado no mayor a 16%, es decir, con un coeficiente de variación no superior al 8 %.

En el diseño cabe comentar que para el resto de las posibles variables investigadas se espera que cuanto menos se relacionen con la variable principal, de manera tal que su precisión relativa, error estándar e intervalos de confianza serán menos precisos o más lejanos de los asumidos como parámetros de estimación.

4.4.5 Caso del arroz: uso del marco de lista

La muestra seleccionada de marcos múltiples incluye la componente de Marcos de Lista cuando el cultivo a estimar posee una concentración determinada de este cultivo en cuestión, por tratarse de granos intensivos. Por ello el caso del arroz tiene dos componentes en las estimaciones, una proveniente de los datos recabados en el marco de área y otra procedente del marco de lista elaborado para esta finalidad.

Para el componente del marco de áreas se procede de igual forma a como se ha operado con los granos básicos del maíz y del frijol, estimando tanto la superficie cultivada como el pronóstico de la producción, basando esta estimación en el diseño aleatorio estratificado de la muestra probabilística.

En forma complementaria, para el componente del marco de lista, constituido por 20 fincas productivas, se realiza una visita censal al listado, procediendo a la toma de datos por parte del informante encargado de cada una de las fincas, de manera que se dispone de los insumos para el cómputo de la superficie cultivada y el pronóstico de producción del arroz, basados en la información proporcionada en las fincas del marco. Estos datos ingresan a la estimación global con probabilidad 1, puesto que representan información segura del universo total. Para la integración se procede a sumar ambos resultados parciales, constituyéndose un total de superficie y de producción de este grano.

4.4.6 Cálculo de coeficientes de variación del rendimiento

Muchas variables de interés, tales como el rendimiento, se expresan como el cociente de los totales de dos variables: R = Y/X. Se considera como estimador de R el de razón combinada, esto es, aquel en el que los totales de numerador (Y) y denominador (X) se estiman separadamente (por $\hat{Y}_c$ y $\hat{X}_c$, respectivamente), en la forma indicada en:

$$\hat{R}_c = \frac{\hat{Y}_c}{\hat{X}_c}$$

Tómese nota que $\hat{R}$ es un estimador sesgado, sin embargo es posible acotarlo, siendo una cota para el sesgo de $\hat{R}$ la siguiente:

$$\frac{|B(\hat{R})|}{\sqrt{V(\hat{R})}} \leq \frac{\sqrt{V(\hat{X})}}{X}$$

Esto es, cabalmente, que el sesgo absoluto del estimador $\hat{R}_c$, | B ($\hat{R}_0$) | , dividido entre la desviación típica de R, léase S_d ($\hat{R}_0$) , es inferior o igual al coeficiente de variación de $\hat{X}$. Por ello, es posible utilizar como estimador del coeficiente de variación del rendimiento productivo (equivalente al cociente entre la producción y la superficie cultivada), el correspondiente coeficiente de variación del denominador, que en nuestro caso es el coeficiente de variación de la superficie $\hat{A}_c$. En la práctica, las convenciones apuntan a considerar despreciable cualquier coeficiente de variación de $\hat{R}_c$si el respectivo CV ($\hat{A}_c$) es inferior al 10 %.

4.4.7 Nota técnica sobre el uso de la información

Una encuesta científicamente realizada está diseñada técnica y estadísticamente para garantizar que las variables de estudio se encuentren bajo control respecto a sus posibles

variabilidades aleatorias, acotando por lo general las varianzas de las mismas, y asegurando los niveles de precisión de las estimaciones. Sin embargo, suele suceder que en muchas ocasiones se recurre a los datos tomados en los operativos de campo, los cuales únicamente cubren y refieren a los elementos considerados en la muestra, y se pretende obtener conclusiones válidas sobre toda la población. Este es el caso de las desagregaciones por región o departamento de la presente encuesta, las cuales pueden ser obtenidas de los datos presentados al público en general. Sin embargo, cabe insistir, la ENA año agrícola 2018 – 2019 presenta resultados únicamente validados para el total poblacional a nivel de país, y por lo tanto no es correcto inferir sobre las partes, puesto que el diseño estadístico no garantiza tales ampliaciones, y la inferencia al universo poblacional es válida únicamente respecto a las variables incluidas en el diseño muestral. Por ello se debe ser cuidadoso al momento de realizar análisis sobre variables secundarias, o producto de cruces de variables, que podrían incluir sesgos estadísticos fuera del rango de la validez científica correspondiente. Para estos casos se sugiere que se recurra al Departamento de Censos y Encuestas en la Unidad Central del INE para recibir el apoyo y soporte a las necesidades específicas para un tipo tal de estudios o análisis de interés.

5 Resultados Año Agrícola 2018–2019

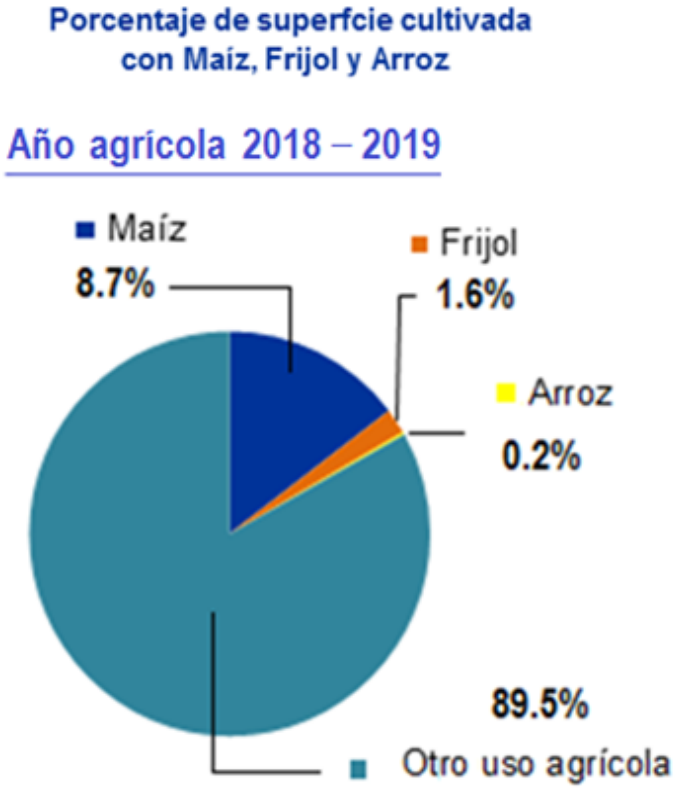
5.1 Superficie cultivada 2018–2019

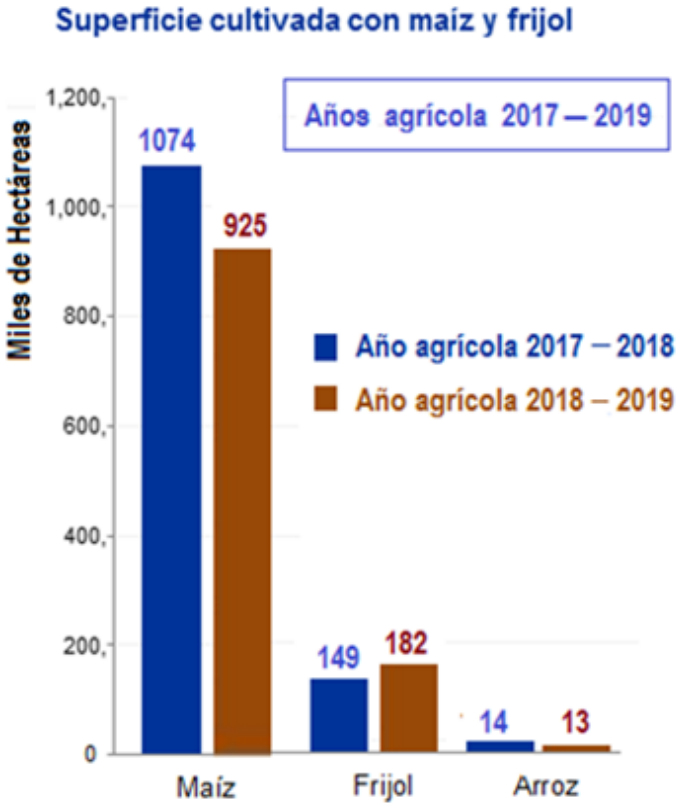
5.1.1 Superficie cultivada total: granos básicos

La actualización del uso del suelo en el año agrícola 2018–2019, estimó que el 8.7 % de la superficie está siendo cultivada con maíz, el 1.6% con frijol y menos del 0.2% con arroz.

De los cultivos anuales, el maíz y frijol son los que ocupan la mayor superficie del área con potencial uso agrícola, ya que estos cultivos son la base de la seguridad alimentaria y nutricional de la población guatemalteca.

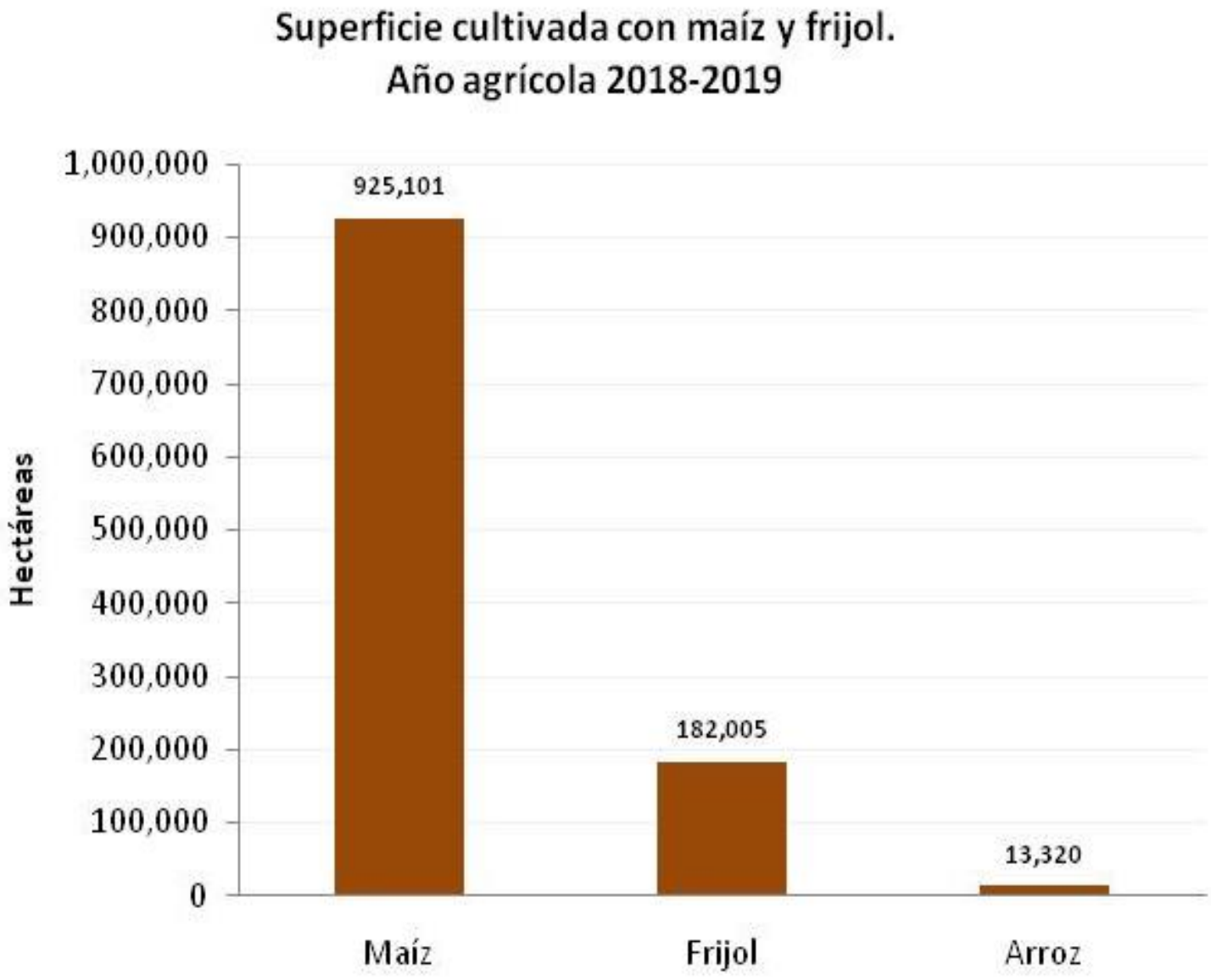
La ENA estimó para el año agrícola 2018–2019 que 925.1 mil hectáreas están cultivadas con maíz; 182.0 mil hectáreas con frijol y 13.3 mil hectáreas con arroz. En los gráficos que siguen se muestra estas cantidades de superficie comparadas entre sí y con los resultados obtenidos en la ENA 2017 – 2018.



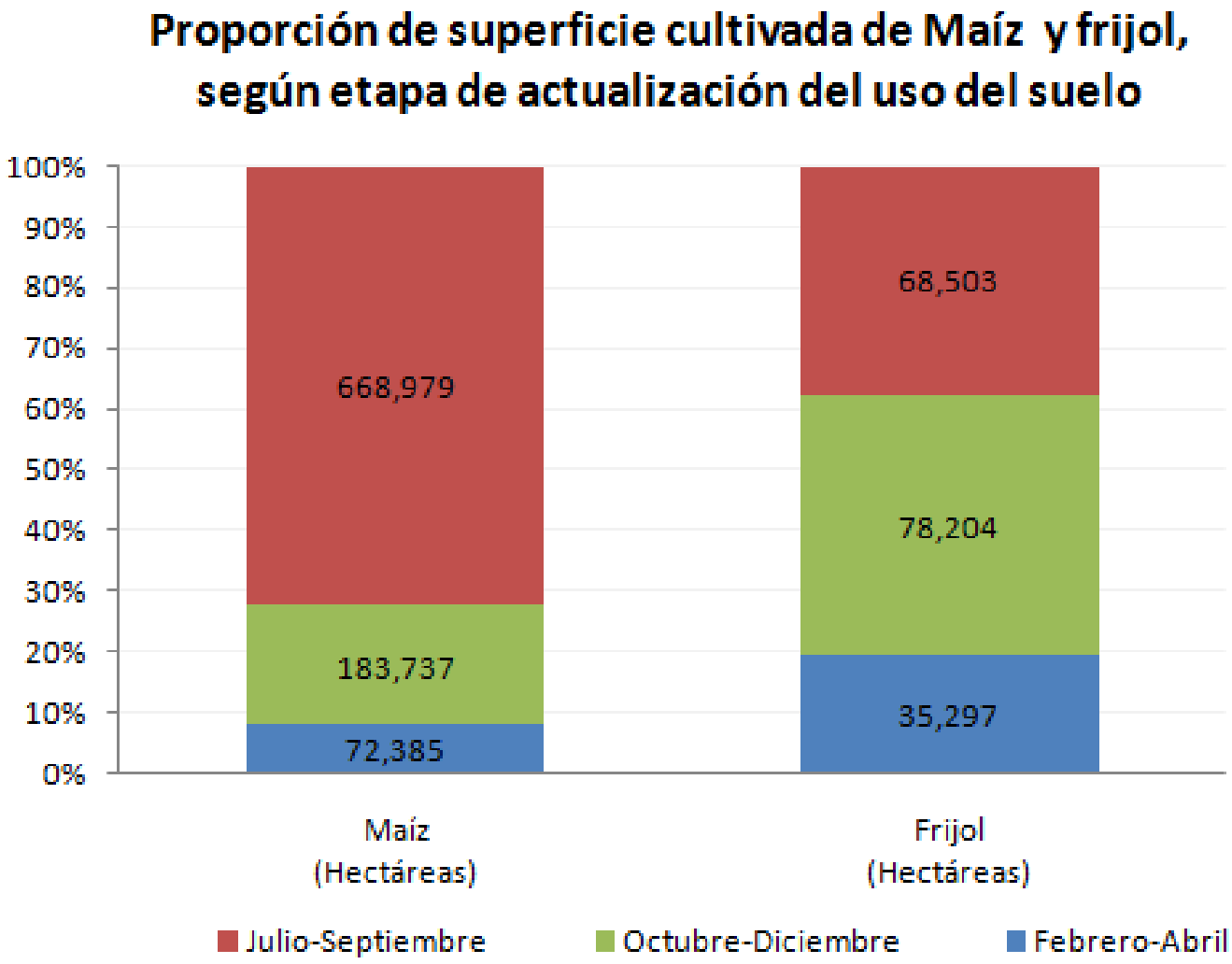


5.1.2 Superficie cultivada por etapa: maíz y frijol

Los resultados para la estimación puntual de la superficie cultivada se muestran a continuación. Es importante reparar que las cifras presentadas son el centro de un intervalo amplio de la estimación, y para cualquier uso estadístico de esta información se debe recurrir a los distintos escenarios proporcionados por los intervalos de confianza del 95%, dentro de los cuales se ha estimado que se encuentra el valor real del parámetro poblacional de cada caso. En la sección subsiguiente se presentan estos intervalos del estimador.



Por otro lado, pueden desagregarse estas estimaciones de superficie cultivada, por etapa. Así, en el caso del maíz, se tiene que la superficie total cultivada muestra una distribución dada por: un aporte de 72% de la primera etapa (668,979 hectáreas), un aporte del 20% de la segunda etapa (183,737 hectáreas) y un aporte final del 8% en la tercera etapa (72,385 hectáreas).

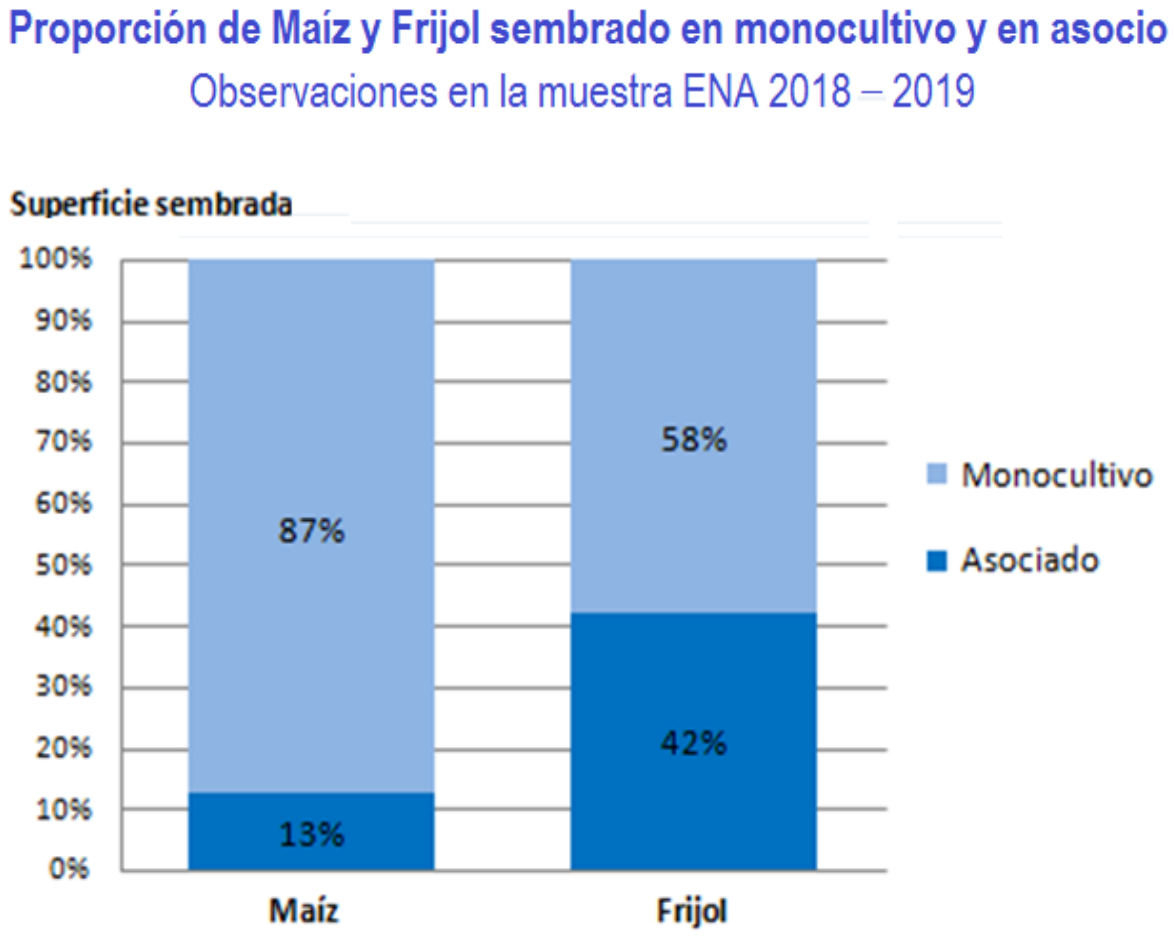


De manera similar, como puede apreciarse en la gráfica precedente, la estimación de la superficie de frijol fue obtenida con un aporte de 38% de la primera etapa (68,503 hectáreas), un 43% de la segunda etapa (78,204 hectáreas) y un 19% de la tercera etapa (35,297 hectáreas). La gráfica previa muestra las proporciones y permite comparar la distribución de la producción en las tres distintas etapas de captura de información.

Debe recordarse que tanto la segunda etapa como la tercera etapa corresponden a una segunda siembra, por lo que puede concluirse que el comparativo porcentual entre la primera siembra y la segunda es de 72 – 28 en el caso del maíz, contra un 38 – 62 para el caso del frijol, grano básico que se produce mayormente en el período correspondiente a esta segunda siembra, en lo que respecta a la superficie sembrada. Puede verificarse estas proporciones en el caso de las cifras de pronóstico de producción.

5.1.3 Comparativo de monocultivo versus cultivo asociado

Tanto el maíz como el frijol permiten cultivo asociado con otros sembrados, y en esta ENA 2018 – 2019 se procedió a tomar datos sobre el tipo de asocio observado en los segmentos que conformaron la muestra. En este sentido, el maíz presenta una mayor variedad de asocio que el frijol, siendo el asocio mayoritario del frijol con el maíz. La proporción estimada del asocio en la superficie total usada para la siembra el cultivo del frijol es del 42%, de lo cual más del 41% es en asocio con el cultivo del maíz. Las cifras estimadas se muestran en la siguiente gráfica.



5.1.4 Intervalos de confianza de superficie, por etapa: maíz y frijol

La ENA estima la superficie cultivada de maíz para el año agrícola 2018–2019 con un coeficiente de variación del 3.2%, estableciendo en consecuencia un intervalo de confianza que va desde 866 mil a 984 mil hectáreas; así mismo la superficie con frijol se estima con un coeficiente de variación del 8.1%, estableciendo un intervalo de confianza relativamente más amplio, que va desde 153 mil hasta 211 mil hectáreas, tal y como se muestra en el gráfico, donde aparecen los intervalos de confianza tanto para el año agrícola completo, como para cada una de las tres etapas del levantamiento de datos.

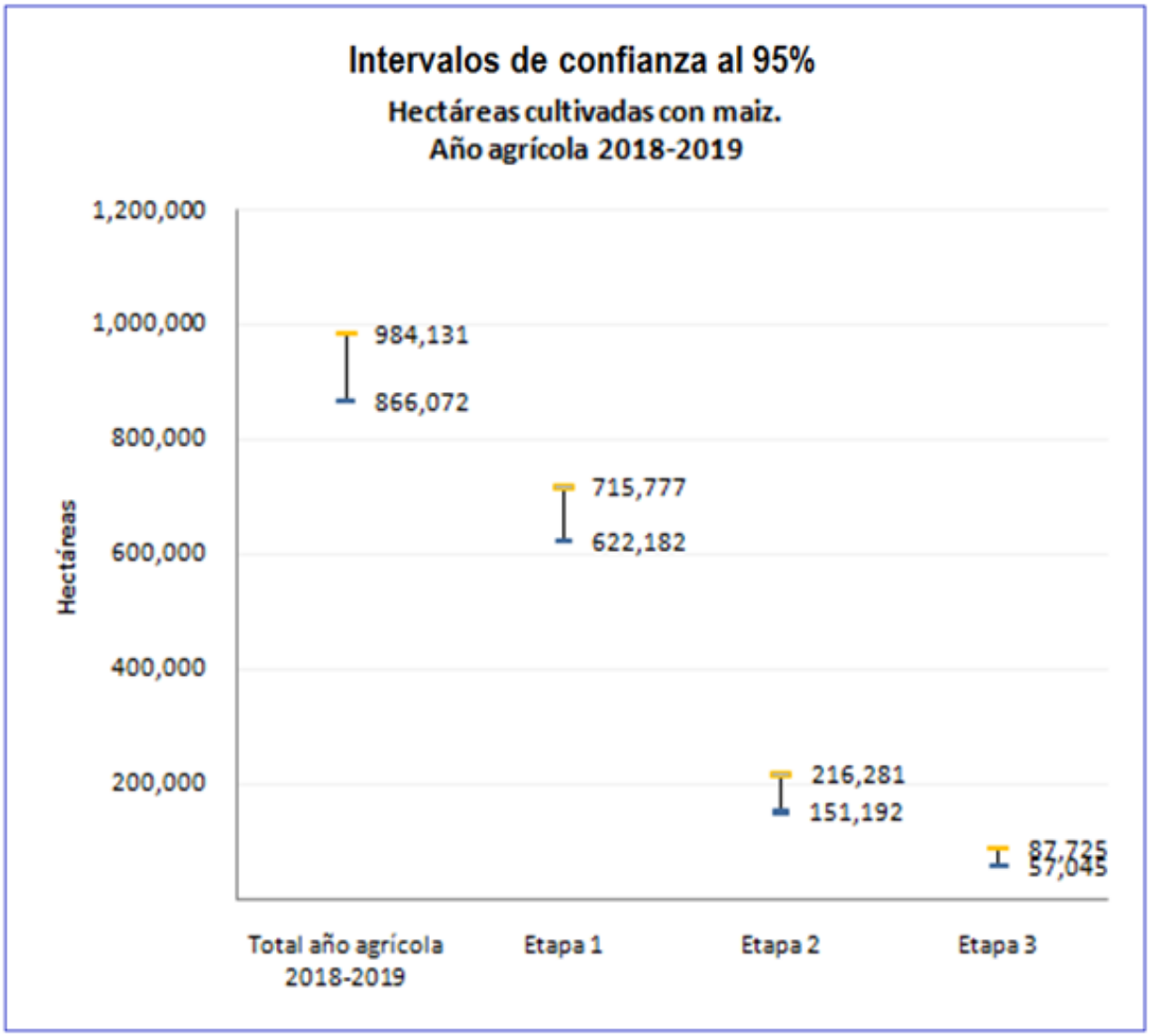
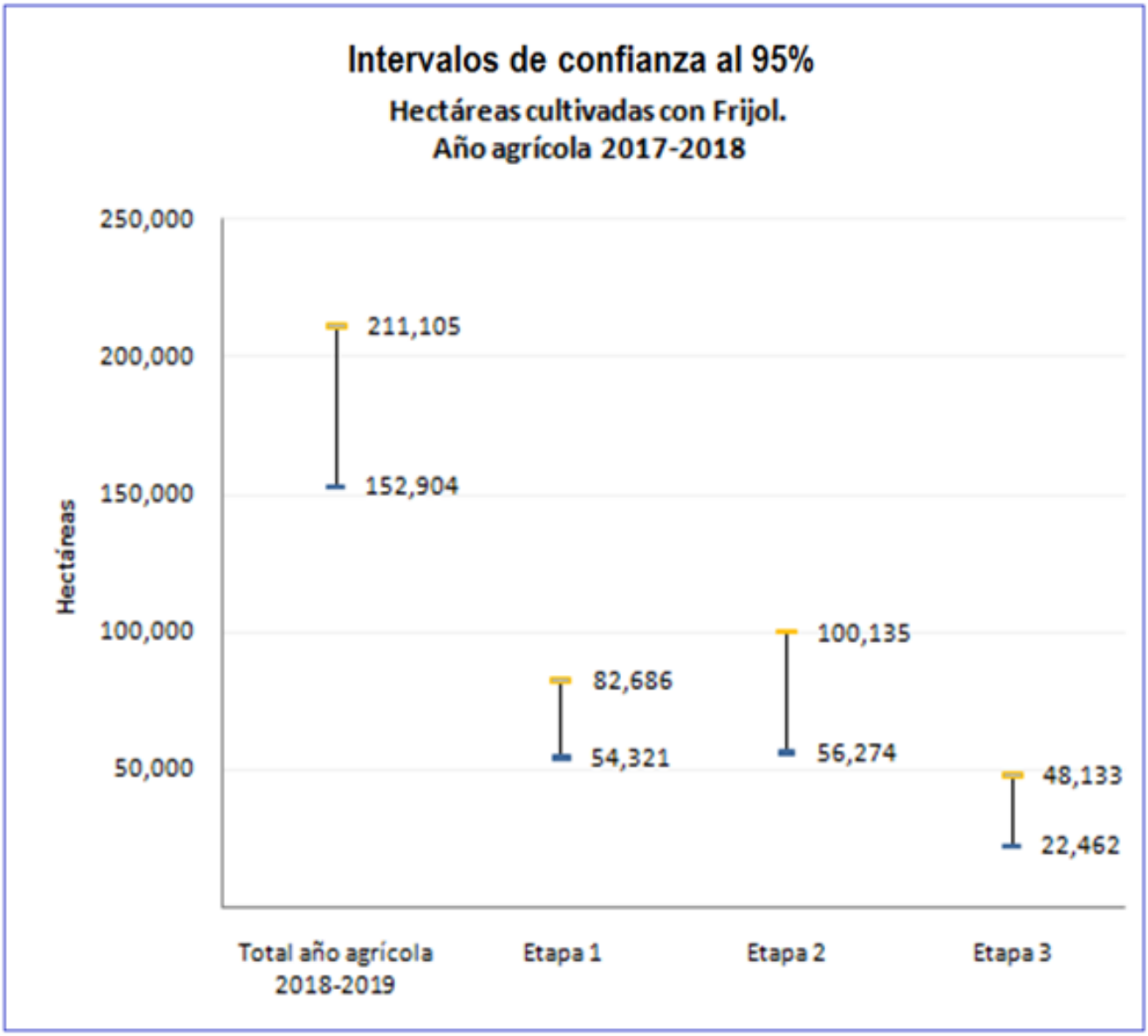


Gráfico: Intervalos de confianza al 95%.
Hectáreas cultivadas con maíz

Gráfico: Intervalos de confianza al 95%.
Hectáreas cultivadas con frijol



5.2 Producción

5.2.1 Pronóstico de producción total: granos básicos

La producción de maíz para el año agrícola 2018–2019 se sitúa alrededor de los 40.9 millones de quintales, la del frijol en 3.2 millones y la del arroz en 0.96 millones. Las cifras con mayor

precisión puntual aparecen en la gráfica siguiente. Nuevamente, recuérdese que tales pronósticos de producción responde a estimaciones intervalares, que será oportuno considerar en cualquier evaluación sobre esta información.

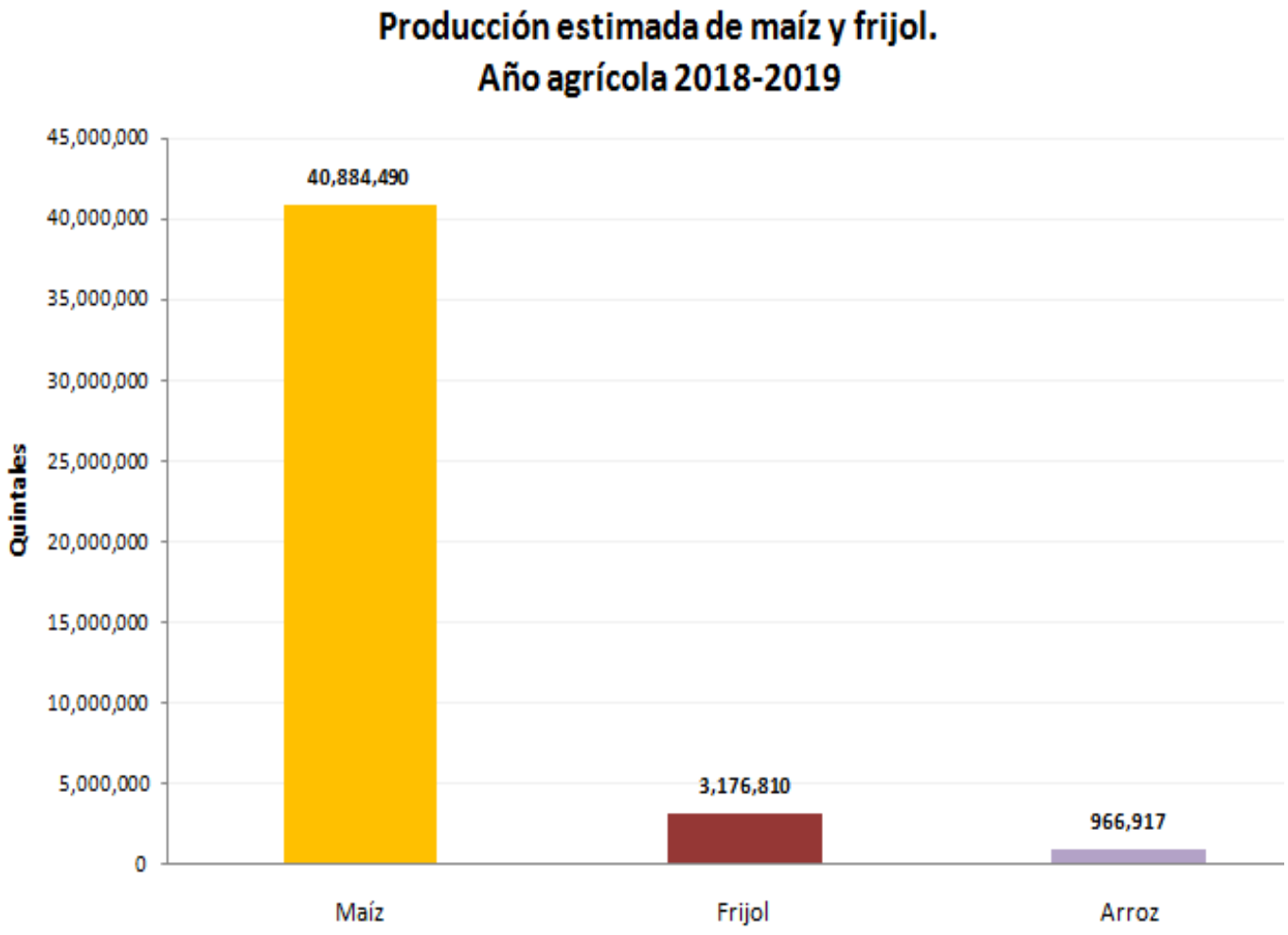
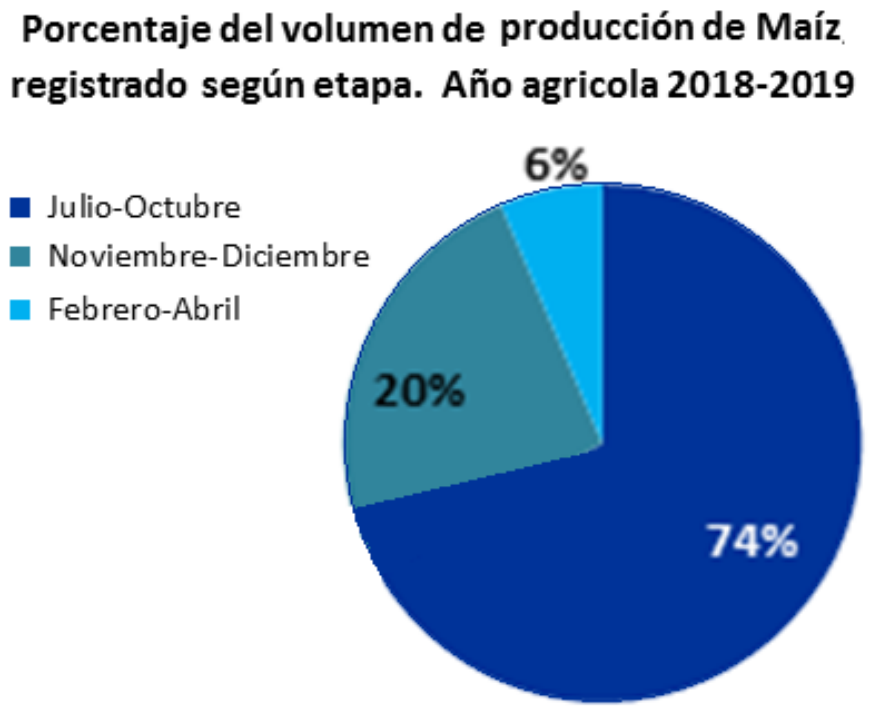
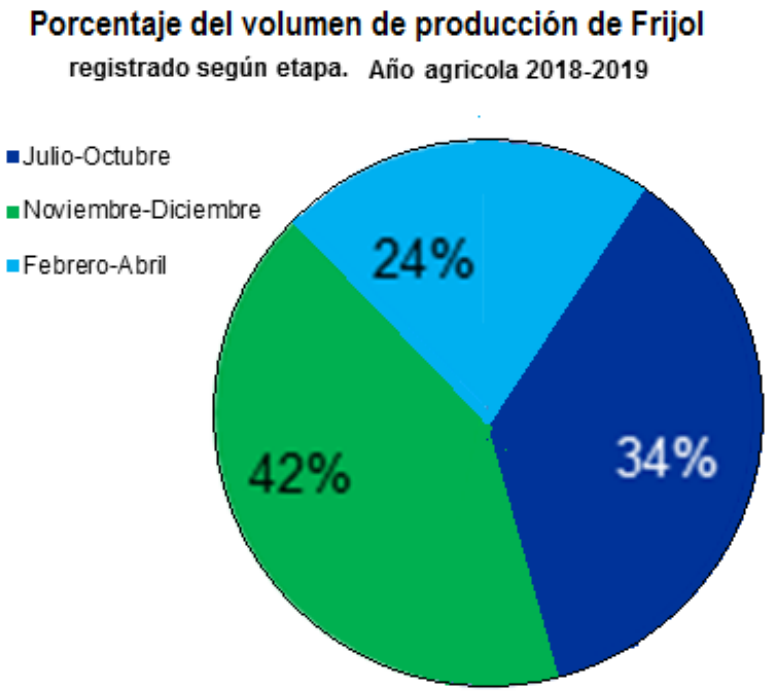


Gráfico: Producción estimada de maíz y frijol. Año agrícola 2017–2018

La estimación de la producción se construyó con información proveniente de las entrevistas realizadas a los productores en una sub muestra de segmentos y que posteriormente se realizó el proceso de imputación-estimación para toda la muestra. (Ver anexo).



Analizando el levantamiento de datos a lo largo de todo el año agrícola, la proporción de producción que se registra en cada etapa está directamente relacionada con la superficie cultivada, siendo así, para el maíz que el 74% de la producción (30.0 millones de quintales) se estima en la primera etapa, el 20% (8.4 millones de quintales) en la segunda y el 6% (2.5 millones de quintales) en la tercera etapa



El frijol se estimó un que el 34% de la producción (1.1 millones de quintales) se estima en la primera etapa, el 42% (1.3 millones de quintales) en la segunda y el 24% (312.4 mil quintales) en la tercera etapa.

Gráfico . Porcentaje del volumen de producción de frijol según etapa

5.2.2 Pronóstico de producción por etapa: maíz y frijol

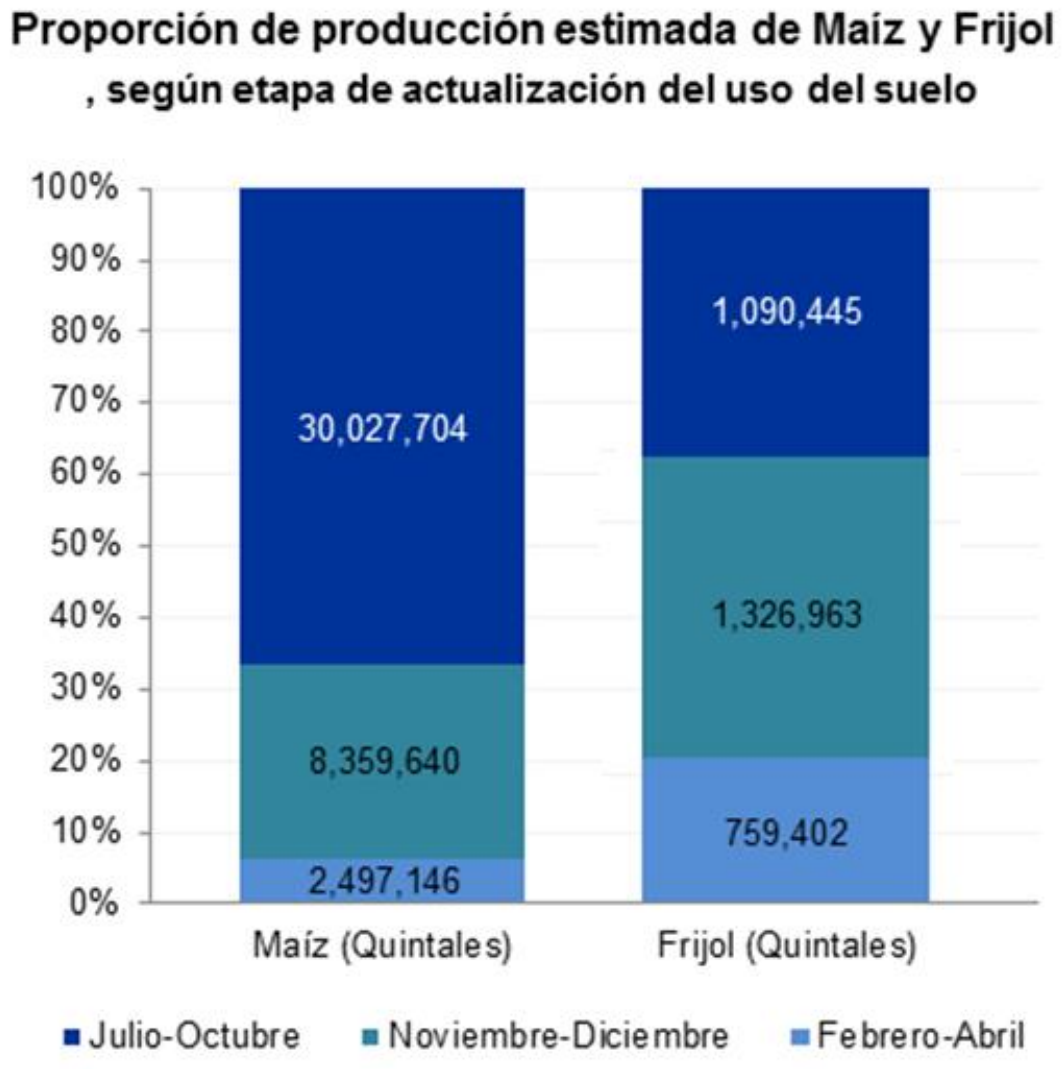
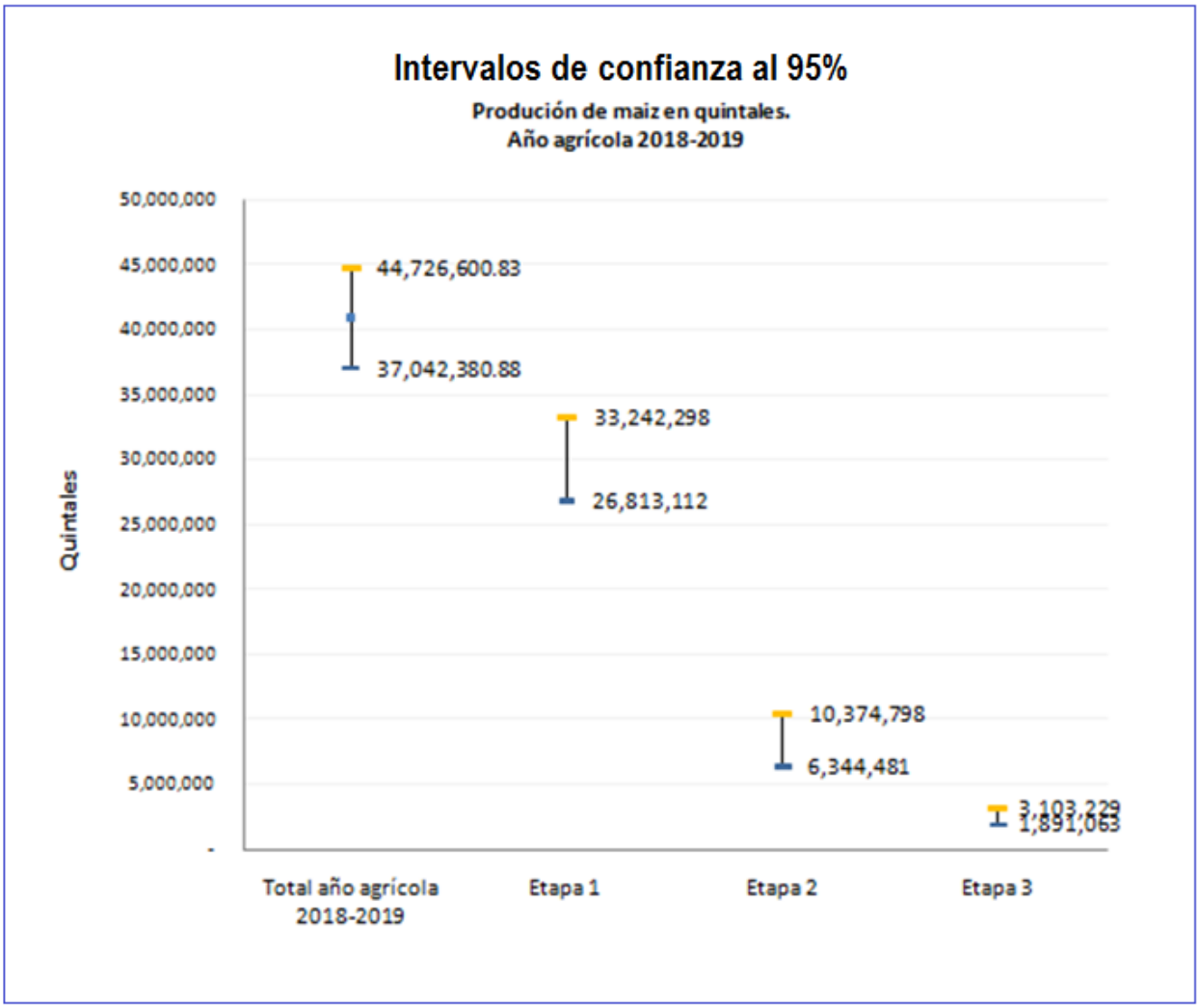
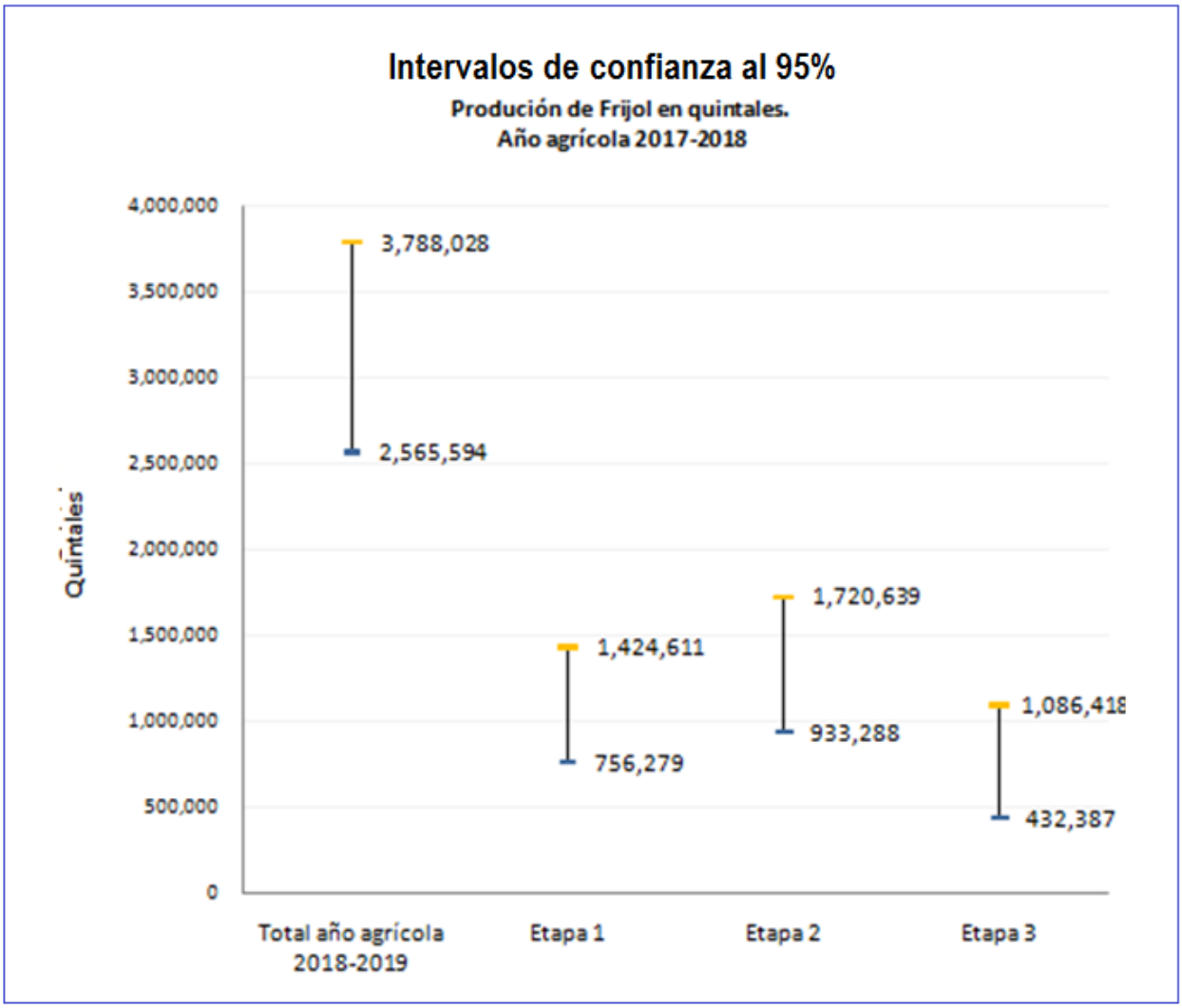


Gráfico: Producción estimada de maíz y frijol, según etapa

5.2.3 Intervalos de confianza de producción, por etapa: maíz y frijol



La estimación de la producción de maíz para el año agrícola 2017–2018 tiene un coeficiente de variación del 4.8%, estableciendo un intervalo de confianza que va desde 37.1 millones hasta 44.7 millones de quintales. Además, en el mismo gráfico, se presentan los intervalos de confianza para las tres etapas constitutivas del levantamiento de datos.



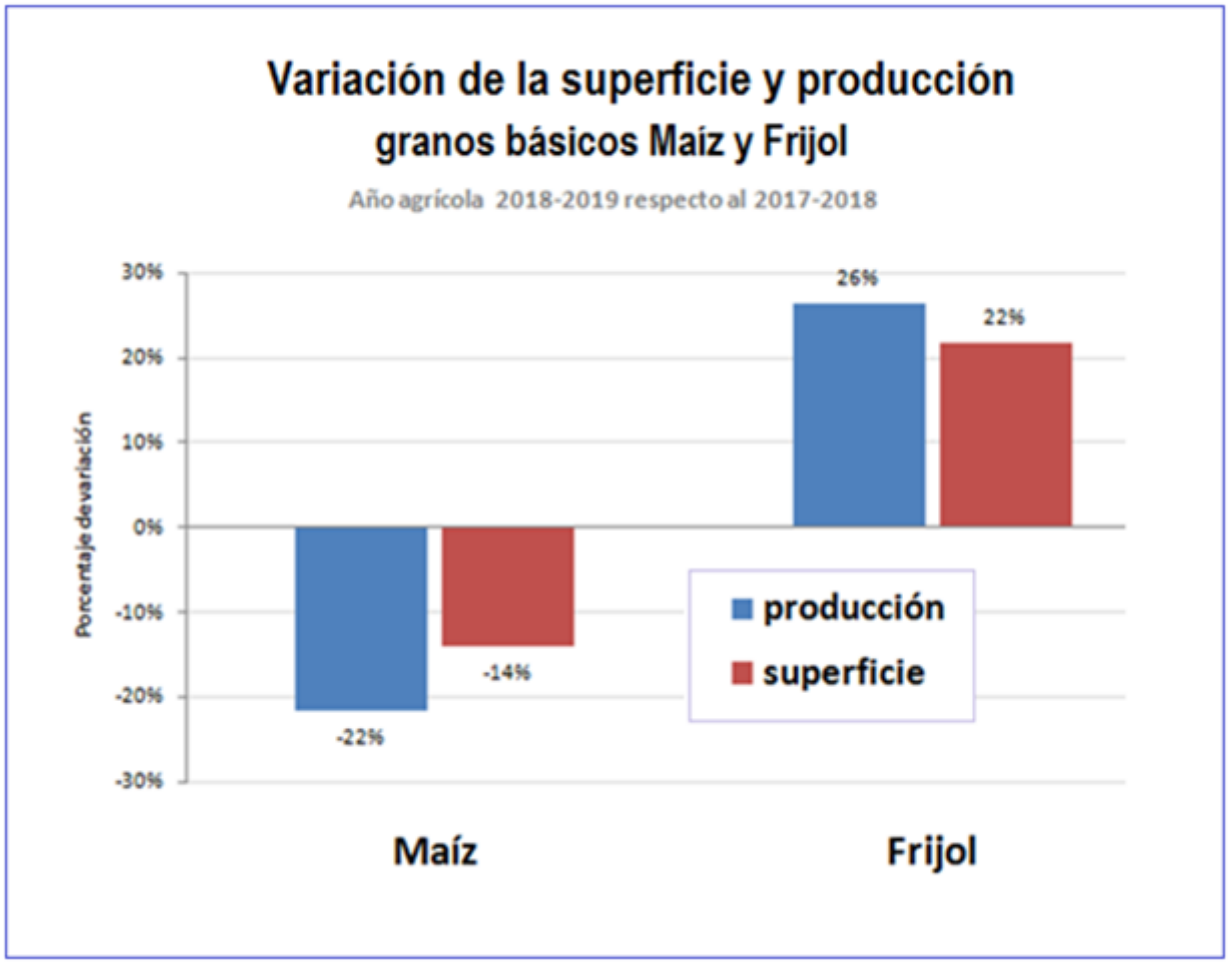
En paralelo puede observarse la producción de frijol se estima con un Coeficiente de variación del 9.6%, estableciendo un intervalo de confianza que va de 2.6 millones a 3.8 millones de quintales. Además se presentan los intervalos de confianza para las tres etapas de levantamiento de datos.

5.3 Coeficientes de variación y precisión de las estimaciones

5.3.1 Variación de las estimaciones respecto del período 2017 – 2018

Para efectos de la comparación entre estos resultados en esta Encuesta Agropecuaria 2018 – 2019 y los correspondientes obtenidos en el período de año agrícola previo, esto es, el período

2017–2018, se muestran en la siguiente gráfica los valores porcentuales de los cambios calculados entre las estimaciones puntuales respectivas, de superficie cultivada y de pronóstico de la producción, en las que, de manera muy resumida, el maíz ha descendido en los dos aspectos, mientras que el frijol se ha incrementado en las dos variables

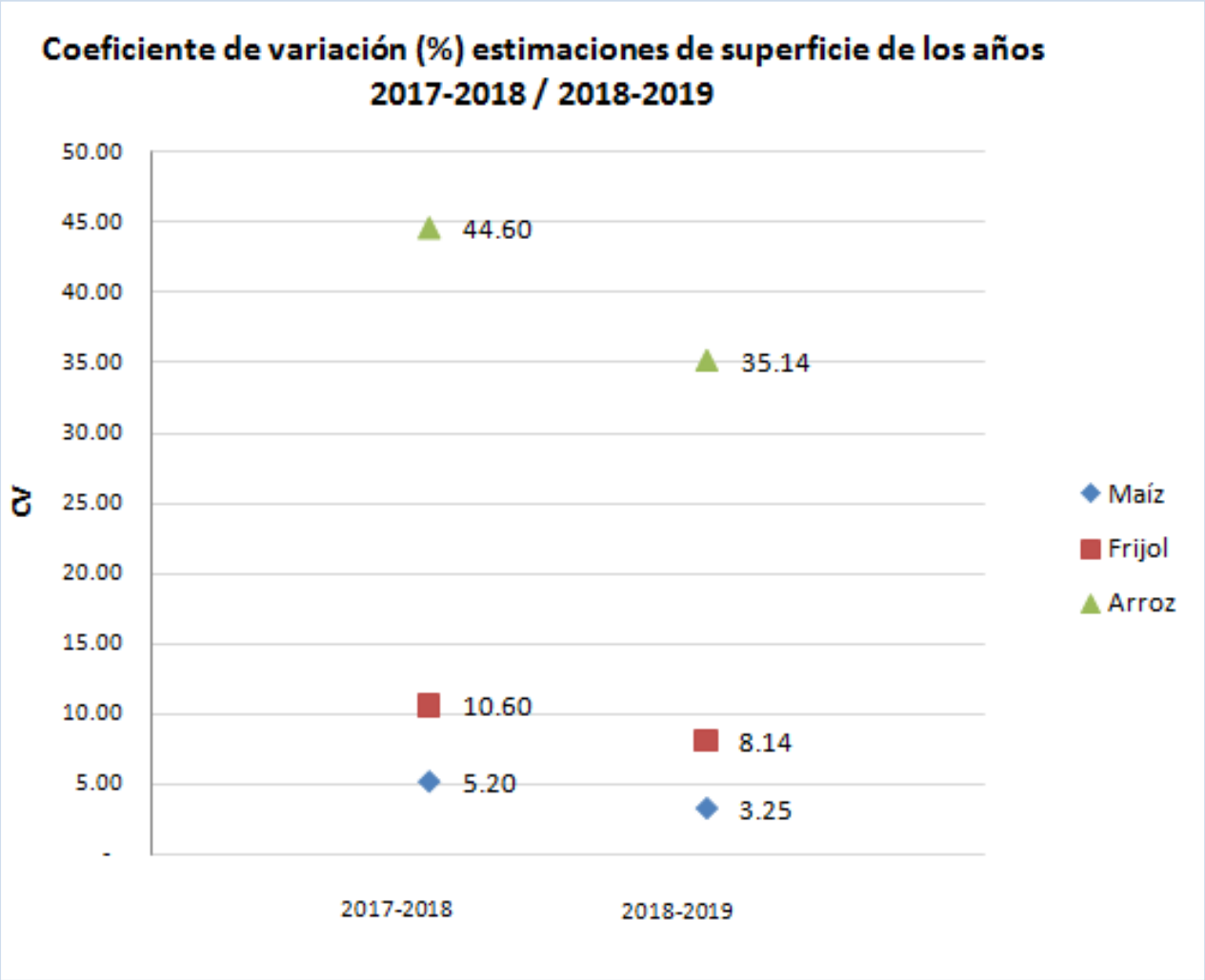


Respecto al descenso medido para el maíz, debe hacerse la observación que la caída porcentual del 22% puede ser desagregada en dos componentes, una en el descenso de la superficie cultivada, mostrada en la gráfica, del 14%, sumada a una caída del rendimiento del 9%, tomando estos datos en forma multiplicativa, como factores. Así, dado que P = RS, se tiene que el factor $\Delta P = 0.78$ puede explicarse, con cifras redondeadas así: $\Delta P = 0.78 = (0.91)(0.86) = \Delta R\ \Delta S$, es decir:

$$\Delta P = (1 - 22\%) = (1 - 0.22) = (1 - 0.91)(1 - 0.86) = (1 - 91\%)(1 - 86\%) = \Delta R\ \Delta S$$

5.3.2 Evolución de los coeficientes de variación

También es importante observar que en esta Encuesta Agropecuaria 2018 – 2019 se obtuvo, en los procesos de medición de las variables principales, unos coeficientes de variación más pequeños que los obtenidos en el período de año agrícola previo, esto es el período 2017–2018. Con objeto de los valores obtenidos y la correspondiente comparación, se muestran en la siguiente gráfica, con los coeficientes de variación para los tres granos básicos y los dos años agrícolas observados.



5.3.3 Coeficientes de variación de las estimaciones del arroz

Tanto las variables de la superficie cultivada como la producción de Arroz para el año agrícola 2018–2019 mostraron coeficientes de variación grandes, arriba de los niveles de tolerancia aceptables. Esto deriva en estimaciones intervalares muy amplias, lo que a su vez se traduce

en una muy baja precisión de la estimación en el universo. Esto se explica porque la muestra no ha sido diseñada para un cultivo en específico, y los cultivos intensivos o más localizados tienden a tener coeficientes de variación más amplios de lo deseado. Para ello será requerido un rediseño y una mejora en los Marcos Muestrales de Lista, por directorios, lo que apunta a una mayor precisión en las estimaciones, cambios que se espera puedan ser implementados en las encuestas ENA venideras.

5.4 Elementos de análisis

5.4.1 Perfil del productor agropecuario

Según datos de ENCOVI, 2014 la población que vivía en el área rural era el 50.5% de total de la población del país, con un total estimado de hogares de 3,353,495 , de los cuales aproximadamente 1,530,000 (45.6%) se ubican en el área rural. Del total de hogares en toda la república el 30%, tiene por lo menos un productor agropecuario y de estos el 91.4% tiene como jefe de hogar un productor agropecuario, aproximadamente 1,007,000 hogares, lo que indica que cerca de 4,805,000 personas dependen exclusivamente de la producción agropecuaria y forestal para vivir. Estas cifras podrán ser pertinentemente actualizadas con la publicación oficial del Censo 2018 recién efectuado.

A continuación, se describen algunas características de los productores agropecuario-forestales que son jefes de hogar, a nivel nacional.

En particular, se tiene que del total de productores agropecuarios y forestales (1,007,000) que son jefes de hogar, se describen las siguientes proporciones, características porcentuales, según los datos ENCOVI-2014 mencionados:

- El 72.2% vive en condiciones de pobreza general de esto el 31.3% en pobreza extrema.
- El 60% se autodenomino con pertenencia a algún pueblo indígena.
- El 7% de los productores jefes(as) de hogar son mujeres.
- El 54% se dedica solo a actividades agrícolas.
- El 31% se dedica simultáneamente a actividades agrícolas y pecuarias (agropecuarias).
- El 5.2% se dedica simultáneamente a actividades agropecuarias y forestales.
- El 63.2% sabe leer y escribir.

- El 41.2% no aprobó ningún grado escolar.
- El 49.7% aprobó el nivel primario
- El 4.9% aprobó el nivel básico
- El 3.0% aprobó el nivel diversificado
- El 0.6% aprobó el nivel universitario

Basado en la tipología para los hogares agropecuarios de Guatemala, según los estudios realizados por, Taylor, 2006, IARNA. 2010 y FAO, 2010. De esta forma que, a continuación, se detalla la clasificación según distribución del porcentaje de hogares, por su tipología de producción. Puede verse en el siguiente cuadro la descripción de la distribución de los hogares agropecuarios en Guatemala, con base a la información de ENCOVI-2011.

Cuadro Distribución de los hogares agropecuarios según tipología, 2000,2006 y 2011

	2000		2006		2011	
Tipología	Nº hogares	Porcentaje	Nº hogares	Porcentaje	Nº hogares	Porcentaje
Sin tierra	190.388	15,4%	68.988	6,1%	164.097	12,6%
Infrasubsistencia	659.922[a]	53,3%	69.077	6,1%	105.856	8,2%
Subsistencia			486.307	43,2%	513.395	39,5%
Excedentarios	295.854	23,9%	210.559	18,7%	171.420	13,2%
Pequeños comerciales	66.752	5,4%	236.904	21,1%	228.621	17,6%
Grandes comerciales	26.129	2,1%	53.075	4,7%	115.988	8,9%
Total	**1.239.045**	**100%**	**1.124.909**	**100%**	**1.299.377**	**100%**

Fuente: Elaboración: propia sobre la base de BID (2006) e INE (2006 y 2011).
[a] La tipología realizada en el estudio de Taylor et al. (2006) considera a los hogares agropecuarios de subsistencia, mas no distingue entre el nivel de infrasubsistencia y el de subsistencia, como lo hace el estudio de la FAO (2010).

5.4.2 Socioeconómicos

Este epígrafe se refiere a la participación porcentual en el PIB nacional, de las actividades vinculadas con la Encuesta ENA, léase agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca. En este sentido, se tienen datos del periodo constituido desde el 2001 hasta el 2017 que hay datos disponibles.

En la gráfica siguiente puede verse la participación del sector agropecuario, casa, silvicultura y pesca integrados como una sola componente en el PIB nacional, observándose una tendencia

estable en el último lustro, a partir del año 2015. Sin embargo de los análisis de tendencias, es importante y valioso reparar en los aportes que esfuerzos como el de la ENA entragan a Sistema Nacional Estadístico, del cual el INE es rector a nivel de país. La siguiente gráfica (BANGUAT, 2016) muestra la evolución en el tiempo:

Participación de la Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca

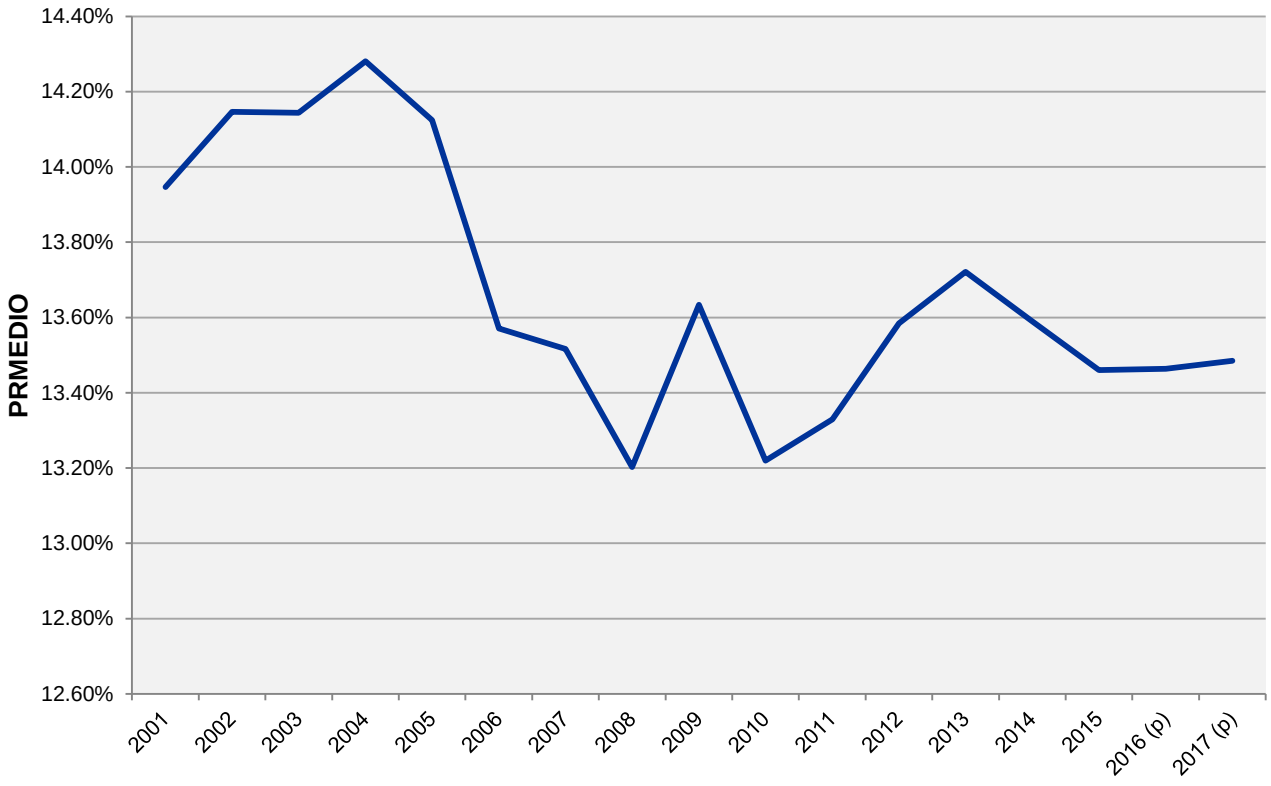


Gráfico Participación de la Agricultura en el PIB

Fuente: Los porcentajes fueron calculados con los datos de la tabla publicada en la página de BANGUAT Producto Interno Bruto medido por el origen de la producción, tabla millones de quetzales constantes a precios de 2001. Recuperado de: https://www.banguat.gob.gt/cuentasnac/pib2001/2.1_PIB_por_AE_constantes.pdf (p) Datos preliminares

5.4.3 Factores de incidencia

A todos los usuarios de información corresponderá realizar diferentes análisis que puedan llevarse a cabo a partir de los datos obtenidos por medio de la Encuesta Nacional Agropecuaria,

la cual presenta los resultados obtenidos de forma estadísticamente fiable, conforme a las mejores técnicas científicas disponibles, en función de los recursos asignados, atendiendo a la misión del Instituto Nacional de Estadística –INE– de producir y difundir información confiable, oportuna, transparente y eficiente en el marco estadístico del Sistema Nacional de Estadística –SEN–. De lo anterior no se presenta en este informe algunas correlaciones que podrían establecerse entre indicadores socioeconómicos, locales o de nivel macro, que pudieran resultar de particular incidencia en los resultados obtenidos en este período del año agrícola 2018 – 2019, relaciones que dicho sea de paso son de difícil seguimiento. Las distintas instituciones beneficiarias de la información resultante de los procesos de medición llevados a cabo por las ENA, podrán en su momento contactar equipo técnico profesional responsable del presente informe, para recibir el apoyo y otra información que en este reporte no es posible incluir de manera eficiente.

5.5 Difusión de resultados

5.5.1 Informe ejecutivo y presentación a Junta Directiva del INE

Los resultados obtenidos en la ENA 2018 – 2019 son comunicados convenientemente al interno del INE, y en particular a la Junta Directiva de la institución, con motivo de incorporar aspectos que la misma determine son importantes para la difusión del público en general, los cuales por esta misma razón son agregados en el informe respectivo. A pesar de contener este reporte los resultados más relevantes, algunos detalles metodológicos, operativos o de resultados son imposibles de incluir para que la extensión sea manejable y cumpla con los efectos prestablecidos. Este procedimiento es el usual en todos los procesos de información que el Instituto Nacional de Estadística lleva a feliz término.

5.5.2 Publicación con principales resultados

Se lleva a cabo la publicación del trabajo realizado, colocando en la página oficial del INE lo correspondiente a este informe general y las bases de datos que contienen la información primaria con la cual es factible realizar los procesos de cálculo y procesamiento de las informaciones respectivas, para la obtención de los resultados aquí presentados. Cualquier otra información requerida está disponible en las Oficinas Centrales del INE y está disponible al público en general que así lo desee, debiendo realizar únicamente las gestiones de este tipo de requerimiento.

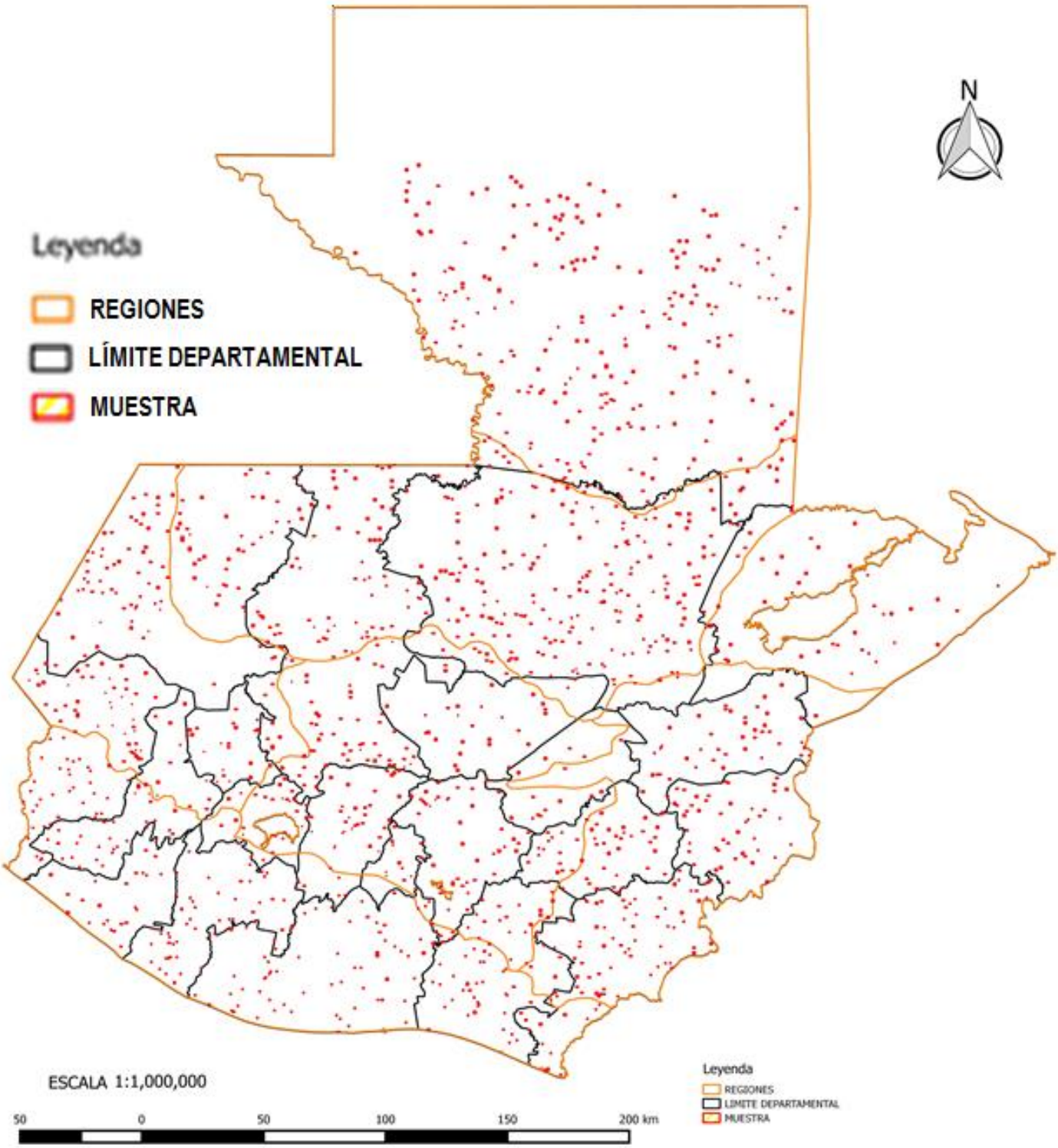
No está de más insistir ahora en el correcto uso de la información que se publica, y retomar lo considerado en la sección 4.4.7 de este informe, velando porque los parámetros estadísticos estimados o los datos contenidos en la muestra no respondan a cruces de información que no es válido concluir, o bien a segregaciones de la información proporcionada en la muestra para inferir inadecuadamente conclusiones inválidas desde la perspectiva estadística. En general, los datos muestrales son únicamente descriptivos y no pueden ser en general inferidos a toda la población incluida en el marco muestral.

5.5.3 Reuniones técnicas con organizaciones vinculadas con el sector agropecuario

Respecto a los detalles metodológicos seguidos y otro tipo de información complementaria que resulte de particular interés para las organizaciones vinculadas con el uso de la información que provee la Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA– año agrícola 2018–2019, es importante hacer notar que los mismos se comparten en distintos momentos a través de reuniones técnicas realizadas con los actores de este sector, en el buen cumplimiento de la misión y visión del Instituto Nacional de Estadística –INE–, velando porque estos aspectos sean difundidos y comprendidos con la mayor de las transparencias, y en concordancia con los procesos científico estadísticos a los que la ENA se ha ceñido a lo largo del proceso. De esta manera se contribuye al desarrollo de estudios que posibiliten a las distintas instituciones con uso de la información contribuir a su pertinente difusión, coadyuvando de esta forma al desarrollo articulado e integral de nuestro país.

6 Anexos

6.1 Operativo de Campo de la ENA 2018 – 2019



Cobertura y alcance por etapa en la ENA 2018 - 2019

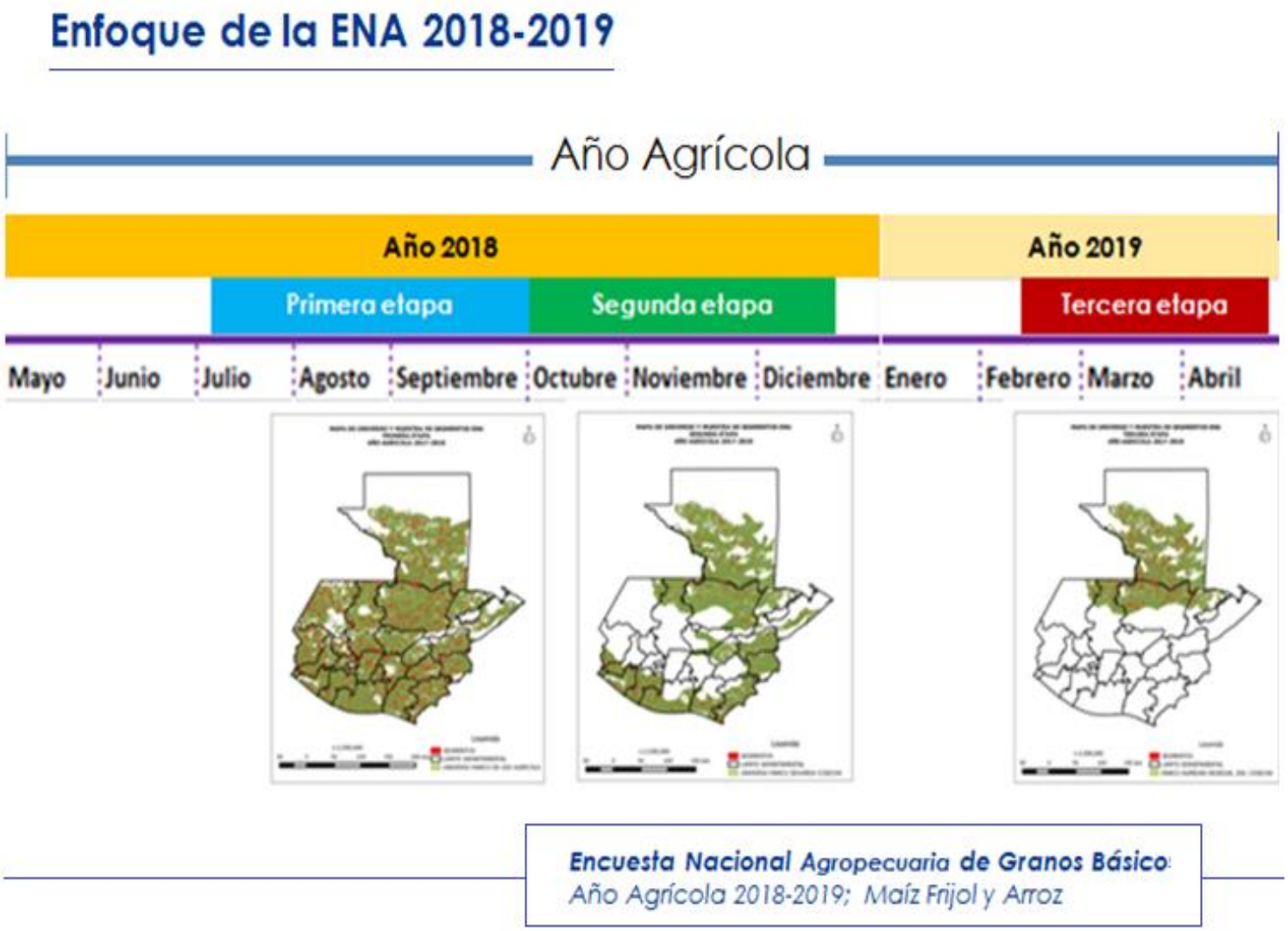


Diagrama resumen de las principales actividades del Operativo de Campo

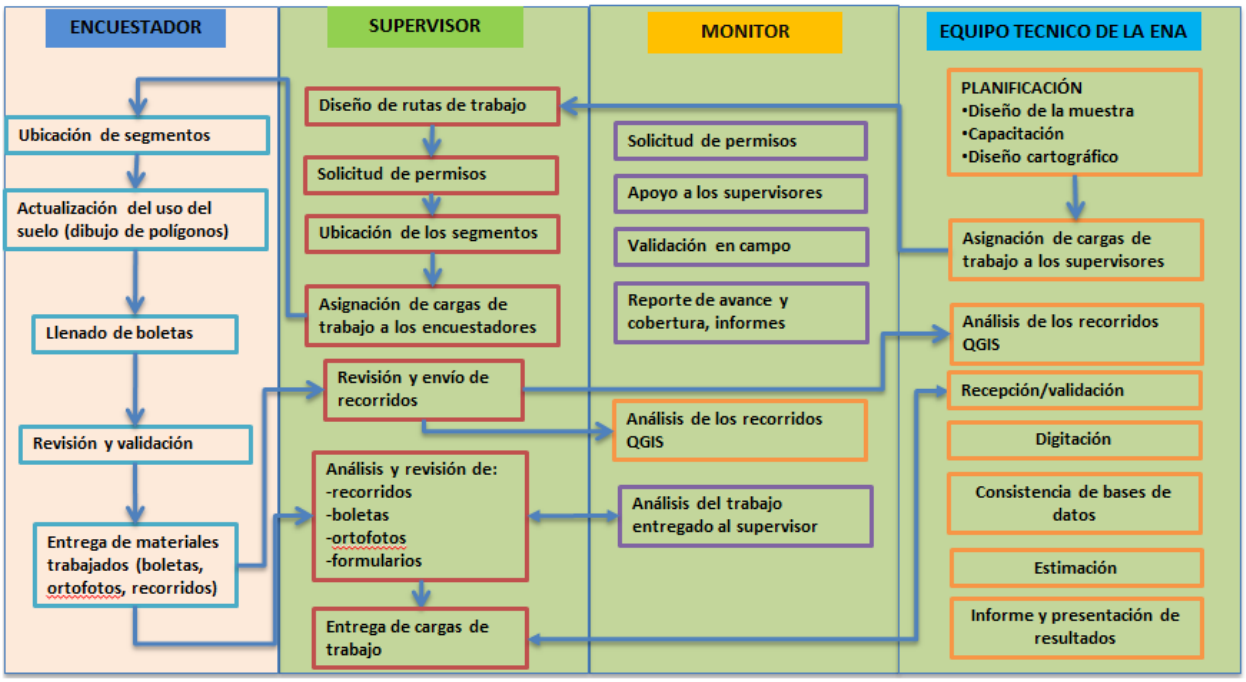
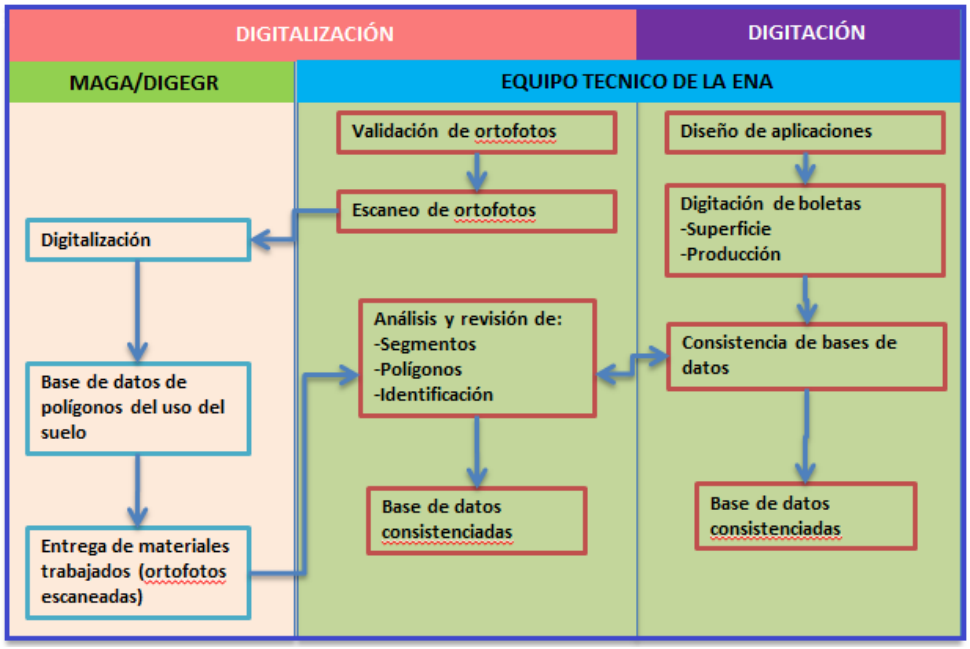
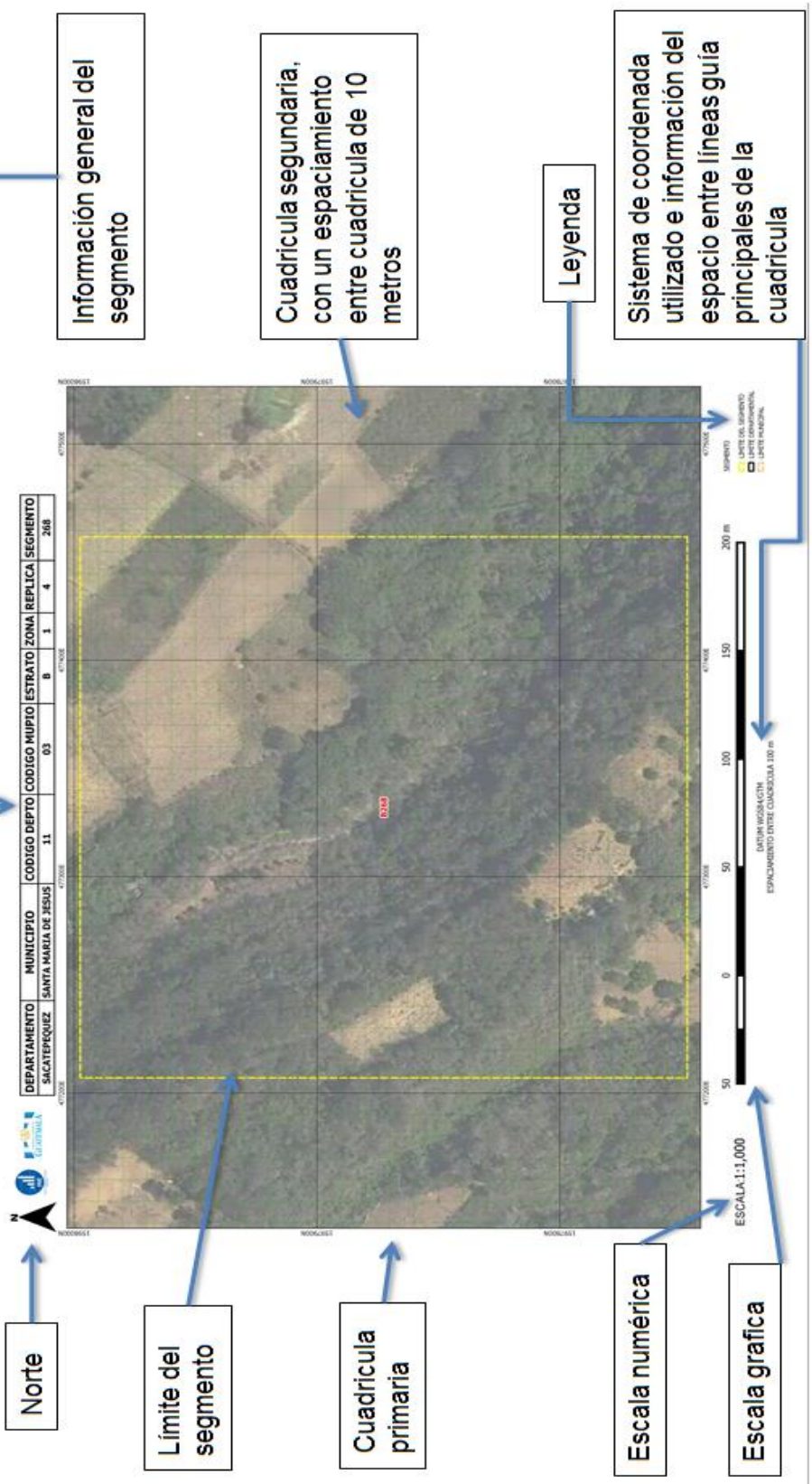


Diagrama de las principales actividades para el procesamiento de datos



Información que proporciona la fotografía aérea



6.2 Cuadros y gráficos sinópticos descriptivos ENA 2018 – 2019

Cuadro: Estimadores de Superficie de maíz, frijol y arroz, año agrícola 2018–2019

Cultivo	Superficie Hectáreas	Error Estándar	Intervalo de confianza al 95%		Coeficiente de variación (%)
			Inferior	Superior	
Maíz	925 101	29 931	866 440	983 760	3.2 %
Frijol	182 005	14 585	153 420	210 590	8.0 %
Arroz	13 321	4 257	4 080	22 560	35.4 %

Cuadro: Estimadores de Producción de maíz, frijol y arroz, año agrícola 2018–2019

Cultivo	Producción Quintales	Error Estándar	Intervalo de confianza al 95%		Coeficiente de variación (%)
			Inferior	Superior	
Maíz	40 884 490	1 949 186	37 064 090	44 704 890	4.8 %
Frijol	3 176 811	306 280	2 576 510	3 777 110	9.6 %
Arroz	966 917	347 805	285 220	1 648 610	36.0 %

Factores de expansión [Etapa x Estrato]

	A	B	C	D
1	197.4	521.4	77.9	83.9
2	341.8	863.0	152.1	160.6
3	217.3	-	85.3	96.5

Tamaño de la muestra y del universo y factores de expansión

[Etapa x Estrato]

N	A	B	C	D
1	80,344	39,104	39,282	31,370
2	53669	863	20995	19592
3	10650	16	11341	13897

n	A	B	C	D
1	407	75	504	374
2	157	1	138	122
3	49	0	133	144

	Área	A	B	C	D
MAÍZ	925 101 59 K 3.2%	249 654 34 K 6.9%	69 016 13 K 9.3%	309 202 30 K 4.9%	297 229 41 K 7.0%
1	668 979 47 K 3.6%	179 535 24 K 6.9%	69 003 12 K 9.2%	223 368 23 K 5.2%	197 073 30 K 7.8%
2	183 737 32 K 9.0%	56 847 19 K 16.7%	13 - -	58 501 16 K 13.7%	68 376 21 K 15.8%
3	72 385 15 K 10.7%	13 272 8 K 29.1%	- - - - -	27 333 8 K 14.4%	31 780 11 K 17.0%

	Área	A	B	C	D
FRIJOL	182 005 29 K 8.0%	43 782 14.7%	7 561 18.0%	71 339 10.6%	59 323 13.9%
1	68 503 14 K 10.4%	16 202 7 K 20.8%	7 561 3 K 17.9%	25 323 8 K 16.7%	19 417 9 K 23.1%
2	78 204 22 K 14.1%	19 109 9 K 24.3%	0 - -	31 803 14 K 23.1%	27 292 13 K 24.6%
3	35 297 12 K 18.0%	8 471 7 K 40.3%	- - - - -	14 213 6 K 22.6%	12 614 8 K 34.1%

	Área	Marco de Área	Marco de Lista
ARROZ	13 321 9 K 35.4%	11 583 9 K 40.4%	1 738 1 K 35.1%
	4719.0	4679.4 87.0%	610.0 13.0%

925 101	29 931	866 440	983 760	3.2%	4	860 000	925 000	990 000
182 005	14 585	153 420	210 590	8.0%	4	150 000	182 000	220 000
13 321	4 719	4 080	22 560	35.4%	3	4 000	13 300	23 000

	Producción	A	B	C	D
MAÍZ	40 884 490 3 820 K 4.8%	13 676 518 2 604 K 9.7%	3 250 438 943 K 14.8%	11 763 289 1 555 K 6.7%	12 194 246 2 613 K 10.9%
1	30 027 704 3 202 K 5.4%	9 728 130 1 886 K 9.9%	3 249 854 934 K 14.7%	8 471 162 1 227 K 7.4%	8 578 558 2 078 K 12.4%
2	8 359 640 1 998 K 12.2%	3 349 406 1 581 K 24.1%	584 - -	2 322 466 692 K 15.2%	2 687 185 1 006 K 19.1%
3	2 497 146 594 K 12.1%	598 982 444 K 37.8%	- - - - -	969 662 300 K 15.8%	928 503 258 K 14.2%

	Producción	A	B	C	D
FRIJOL	3 176 811 600 K 9.6%	1 223 626 312 K 19.1%	92 049 21 K 15.3%	1 575 413 293 K 12.3%	1 518 892 394 K 18.9%
1	1 090 445 331 K 15.5%	303 448 181 K 30.4%	70 984 21 K 15.1%	351 915 112 K 16.3%	364 097 252 K 35.3%
2	1 326 963 387 K 14.9%	357 981 209 K 29.8%	0 - -	527 023 252 K 24.4%	441 959 206 K 23.8%
3	759 402 319 K 21.4%	172 401 151 K 44.6%	- - - - -	332 121 195 K 30.0%	254 880 202 K 40.3%

	Producción	Marco Área	Marco Lista
ARROZ	966 917 682 K 36.0%	809 867 673 K 42.4%	157 050 108 K 35.2%
	347805.0	343383.6 83.8%	55281.6 16.2%

40 884 490	1 949 186	37 064 090 44 704 890	4.8%
3 176 811	306 280	2 576 510 3 777 110	9.6%
966 917	347 805	285 220 1 648 610	36.0%

6	37 000 000	40 900 000	45 000 000
5	2 500 000	3 180 000	3 800 000
5	200 000	970 000	1 700 000

6.3 Cuadros sinópticos descriptivos para el análisis comparativo con la ENA 2017 – 2018

Maíz SUPERFICIE

					A				B				C				D						
	TOT	± 44 963	4.2%	0.188	EST A	± 21 025	6.9%	0.211	EST B	± 7 777	11.3%	0.040	EST C	± 20 044	5.7%	0.659	EST D	± 33 427	9.6%	2.738
	321 123	1074 058	4.0%	0.14	144 663	303 250	6.6%	0.15	39 983	68 675	11.3%	0.19	71 618	352 148	5.4%	0.28	64 859	349 985	7.7%	0.52
	0.62 %	4.58	0.818	0.17	0.43 %	2.40	1.034	0.14	0.19 %	2.15	0.978	0.20	1.01 %	5.78	0.996	0.28	0.89 %	6.49	1.188	0.43
	1999	**4.25**	7.68		623	**2.12**	3.51		76	**1.76**	1.72		723	**5.23**	7.59		577	**5.64**	10.46	
	160.6	3.91	0.78 7.64		232.2	1.85	0.30 3.50		526.1	1.37	0.00 1.72		99.1	4.68	1.51 6.89		112.4	4.79	0.90 10.42	
1	ET 1	± 27 310	4.0%	0.021	A1	± 13 818	7.7%	0.030	B1	± 7 777	11.3%	0.040	C1	± 14 367	5.9%	0.134	D1	± 16 971	8.6%	0.293
	190 100	689 222	4.5%	0.14	80 344	180 134		0.17	39 104	68 675		0.20	39 282	242 713		0.37	31 370	197 700		0.54
	0.71 %	5.20	0.671	0.21	0.51 %	2.58			0.19 %	2.15			1.28 %	6.90	0.366		1.18 %	7.36		
	1357	**4.78**	7.91		408	**2.24**	3.48		76	**1.76**	1.72		504	**6.18**	8.26		369	**6.30**	10.44	
	140.1	4.36	1.95 7.67		196.9	1.90			514.5	1.37			77.9	5.46			85.0	5.24		
2	ET 2	± 33 749	11.7%	0.126	A2	± 15 491	13.8%	0.083	B2	± 0	-		C2	± 13 433	16.1%	0.409	D2	± 26 807	28.7%	1.872
	95 119	289 408	12.4%	0.35	53 669	112 432		0.29	863	0		-	20 995	83 432		0.64	19 592	93 544		1.37
	0.38 %	4.04	0.882	0.40	0.33 %	2.66			0.00 %				0.47 %	5.23	0.640		0.44 %	7.46		
	360	**3.25**	7.64		175	**2.09**	3.81		0	**0.00**	0.00		98	**3.97**	6.32		87	**4.77**	12.72	
	264.2	2.47	1.16 7.55		306.7	1.53			-				214.2	2.72			225.2	2.09		
3	ET 3	± 11 698	12.3%	0.106	A3	± 3 344	31.3%	0.099	B3	± 0	-		C3	± 3 864	14.9%	0.116	D3	± 10 523	17.9%	0.573
	35 904	95 428	12.4%	0.33	10 650	10 684		0.31	16	0		-	11 341	26 004		0.34	13 897	58 740		0.76
	0.79 %	3.66	0.892	0.37	0.38 %	1.62			0.00 %				1.07 %	2.96			0.87 %	4.23		
	282	**2.94**	6.15		40	**1.00**	1.96		0	**0.00**	0.00		121	**2.29**	3.75		121	**4.23**	8.33	
	127.3	2.22	1.19 6.03		266.3	0.39			-				93.7	1.63			114.9	2.74		

Maíz PRODUCCCIÓN

					A				B				C				D						
	TOT	± 2720 780	5.2%	624.0	EST A	± 1164 584	8.0%	454.5	EST B	± 474 800	13.1%	147.4	EST C	± 1024 353	6.4%	1543.2	EST D	± 2184 411	12.2%	11098.2			
	321 123	52 111 029	4.8%	8.5	144 663	14613 378	7.7%	8.1	39 983	3635 425	13.1%	11.9	71 618	16020 689	6.1%	14.3	64 859	17841 536	9.3%	33.7			
	0.62 %	224.43	0.862	9.8	0.43 %	119.10	1.011	8.0	0.19 %	116.77	0.978	12.1	1.01 %	266.38	0.990	14.4	0.89 %	340.98	1.257	26.8			
	1999	**205.16**	440.72		623	**103.49**	199.07		76	**92.97**	105.25		723	**238.07**	390.09		577	**288.49**	645.67				
	160.6	185.90	51.30	437.73	232.2	87.88	21.37	197.91	526.1	69.17	0.00	105.25	99.1	209.76	84.63	358.77	112.4	235.99	70.11	641.85			
1	ET 1	± 1599 762	4.6%	70.8	A1	± 808 857	8.8%	101.4	B1	± 474 800	13.1%	147.4	C1	± 747 791	6.6%	362.4	D1	± 1058 472	10.0%	1138.5			
	190 100	34 764 026	5.1%	8.4	80 344	9 175 268		10.1	39 104	3635 425		12.1	39 282	11373 781	19.036	19.0	31 370	10579 551		33.7			
	0.71 %	262.88	0.685	12.3	0.51 %	133.93			0.19 %	116.77			1.28 %	326.85			1.18 %	403.38					
	1357	**238.79**	454.31		408	**114.20**	203.62		76	**92.97**	105.25		504	**289.54**	429.71		369	**337.25**	651.12				
	140.1	214.69	97.22	443.79	196.9	94.47			514.5	69.17			77.9	252.23			85.0	271.12					
2	ET 2	± 2155 015	15.4%	513.3	A2	± 830 112	16.2%	239.2	B2	± 0	-		C2	± 691 079	17.7%	1083.5	D2	± 1864 782	37.5%	9059.4			
	95 119	14007 894	16.4%	22.7	53 669	5138 870		15.5	863	0		-	20 995	3895 908	32.916	32.9	19 592	4973 116		95.2			
	0.38 %	209.25	0.873	25.9	0.33 %	126.07			0.00 %				0.47 %	250.08			0.44 %	440.39					
	360	**158.40**	492.42		175	**95.75**	204.36		0	**0.00**	0.00		98	**185.56**	324.95		87	**253.83**	884.64				
	264.2	107.56	65.65	488.03	306.7	65.44			-				214.2	121.05			225.2	67.28					
3	ET 3	± 446 446	13.4%	154.6	A3	± 113 668	38.0%	113.9	B3	± 0	-		C3	± 111 884	14.9%	97.3	D3	± 416 984	18.2%	900.3			
	35 904	3339 110	13.6%	12.4	10 650	299 240		10.7	16	0		-	11 341	751 000	9.9		13 897	2288 869		30.0			
	0.79 %	130.50	0.888	14.0	0.38 %	49.02			0.00 %				1.07 %	85.56			0.87 %	164.70					
	282	**103.07**	235.52		40	**28.10**	66.78		0	**0.00**	0.00		121	**66.22**	108.65		121	**164.70**	330.13				
	127.3	75.64	54.86	229.05	266.3	7.18			-				93.7	46.88			114.9	105.89					

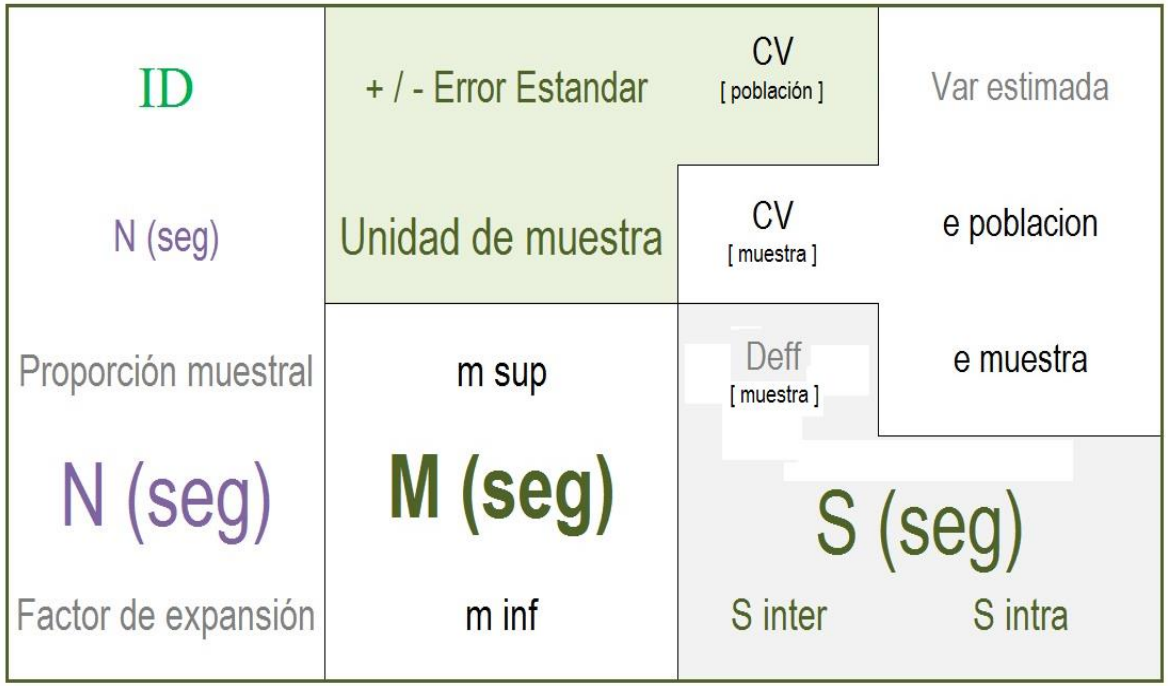
Frijol SUPERFICIE

						A				B				C				D					
	TOT	± 14 359	9.6%	0.018	EST A	± 7 777	22.0%	0.026	EST B	± 2 919	25.6%	0.006	EST C	± 8 731	13.7%	0.123	EST D	± 7 808	19.9%	0.161
	321 123	149 575	9.9%	0.04	144 663	35 332	19.5%	0.05	39 983	11 392	25.6%	0.07	71 618	63 672	13.8%	0.12	64 859	39 178	18.5%	0.12
	0.62 %	0.71	0.761	0.06	0.43 %	0.32	1.181	0.05	0.19 %	0.44	0.978	0.07	1.01 %	1.22	0.918	0.13	0.89 %	0.76	1.169	0.10
	1999	**0.59**	2.63		623	**0.23**	1.14		76	**0.29**	0.65		723	**0.96**	3.59		577	**0.56**	2.48	
	160.6	0.48	0.03 2.63		232.2	0.14	0.06 1.14		526.1	0.15	0.00 0.65		99.1	0.70	0.18 3.36		112.4	0.35	0.11 2.48	
1	ET 1	± 9 113	10.7%	0.002	A1	± 3 239	20.2%	0.002	B1	± 2 919	25.6%	0.006	C1	± 7 009	16.6%	0.032	D1	± 3 860	25.3%	0.015
	190 100	85 013	12.5%	0.05	80 344	16 034		0.04	39 104	11 392		0.07	39 282	42 328		0.18	31 370	15 258		0.12
	0.71 %	0.76	0.629	0.08	0.51 %	0.28			0.19 %	0.44			1.28 %	1.43	0.178		1.18 %	0.73		
	1357	**0.61**	2.81		408	**0.20**	0.82		76	**0.29**	0.65		504	**1.08**	4.03		369	**0.49**	2.37	
	140.1	0.46	0.38 2.79		196.9	0.12			514.5	0.15			77.9	0.73			85.0	0.25		
2	ET 2	± 10 337	22.3%	0.012	A2	± 7 015	39.7%	0.017	B2	± 0	-		C2	± 4 651	36.2%	0.049	D2	± 6 001	38.0%	0.094
	95 119	46 330	22.0%	0.11	53 669	17 688		0.13	863	0		-	20 995	12 839		0.22	19 592	15 803		0.31
	0.38 %	0.75	0.947	0.11	0.33 %	0.59			0.00 %				0.47 %	1.05	0.222		0.44 %	1.41		
	360	**0.52**	2.18		175	**0.33**	1.73		0	**0.00**	0.00		98	**0.61**	2.19		87	**0.81**	2.85	
	264.2	0.30	0.20 2.17		306.7	0.07			-				214.2	0.18			225.2	0.21		
3	ET 3	± 4 037	22.1%	0.013	A3	± 884	54.9%	0.007	B3	± 0	-		C3	± 2 339	27.5%	0.043	D3	± 3 169	39.0%	0.052
	35 904	18 232	22.4%	0.11	10 650	1 610		0.08	16	0		-	11 341	8 505		0.21	13 897	8 117		0.23
	0.79 %	0.85	0.847	0.13	0.38 %	0.31			0.00 %				1.07 %	1.15			0.87 %	0.58		
	282	**0.59**	2.23		40	**0.15**	0.52		0	**0.00**	0.00		121	**0.75**	2.27		121	**0.58**	2.51	
	127.3	0.33	0.20 2.23		266.3	-0.01			-				93.7	0.35			114.9	0.14		

Frijol PRODUCCCIÓN

		A	B	C	D
	TOT	EST A	EST B	EST C	EST D
	321 123	144 663	39 983	71 618	64 859
	0.62 %	0.43 %	0.19 %	1.01 %	0.89 %
	1999	623	76	723	577
	160.6	232.2	526.1	99.1	112.4
	± 265 225	± 132 879	± 68 103	± 146 945	± 162 654
	2512 512	569 594	230 922	1006 098	705 898
	10.6%	23.3%	29.5%	14.6%	23.0%
	6.44	7.24	3.03	49.33	60.46
	10.6%	20.8%	29.5%	13.6%	23.0%
	0.83	0.92	1.70	2.05	2.51
	0.99	0.80	1.74	1.94	2.20
	11.27	5.39	9.32	18.08	13.84
	9.33	**3.83**	**5.91**	**14.27**	**9.54**
	7.40	2.26	2.49	10.46	5.23
	0.837	1.151	0.978	1.055	1.142
	44.25	19.94	15.10	52.51	52.95
	0.67 44.24	0.82 19.93	0.00 15.10	0.91 45.10	3.21 52.85
1	ET 1	A1	B1	C1	D1
	190 100	80 344	39 104	39 282	31 370
	0.71 %	0.51 %	0.19 %	1.28 %	1.18 %
	1357	408	76	504	369
	140.1	196.9	514.5	77.9	85.0
	± 160 090	± 62 393	± 68 103	± 94 005	± 90 890
	1329 207	285 303	230 922	554 513	258 469
	12.0%	21.9%	29.5%	17.0%	35.2%
	0.71	0.60	3.03	5.73	8.39
	13.8%				
	0.84	0.78	1.74	2.39	2.90
	1.22				
	11.28	5.07	9.32	18.81	13.92
	8.88	**3.55**	**5.91**	**14.12**	**8.24**
	6.49	2.03	2.49	9.43	2.56
	0.689			2.393	
	45.17	15.71	15.10	54.02	55.91
	4.40 44.95				
2	ET 2	A2	B2	C2	D2
	95 119	53 669	863	20 995	19 592
	0.38 %	0.33 %	0.00 %	0.47 %	0.44 %
	360	175	0	98	87
	264.2	306.7	-	214.2	225.2
	± 200 054	± 116 381	± 0	± 100 462	± 128 001
	870 896	265 514	0	269 464	335 919
	23.0%	43.8%	-	37.3%	38.1%
	4.42	4.70		22.90	42.68
	23.0%				
	2.10	2.17	-	4.79	6.53
	2.31				
	14.57	9.20		22.21	29.95
	10.04	**4.95**	**0.00**	**12.83**	**17.15**
	5.51	0.70		3.46	4.34
	0.910			4.785	
	43.87	28.65	0.00	47.24	60.72
	5.19 43.56				
3	ET 3	A3	B3	C3	D3
	35 904	10 650	16	11 341	13 897
	0.79 %	0.38 %	0.00 %	1.07 %	0.87 %
	282	40	0	121	121
	127.3	266.3	-	93.7	114.9
	± 68 510	± 14 810	± 0	± 51 607	± 42 556
	312 408	18 778	0	182 121	111 509
	21.9%	78.9%	-	28.3%	38.2%
	3.64	1.93		20.71	9.38
	22.5%				
	1.91	1.39	-	4.55	3.06
	2.38				
	15.25	4.49		24.98	8.02
	10.58	**1.76**	**0.00**	**16.06**	**8.02**
	5.92	-0.96		7.14	2.02
	0.802				
	40.03	8.70	0.00	50.12	33.69
	5.17 39.69				

Esquema guía para la interpretación de los cuadros precedentes



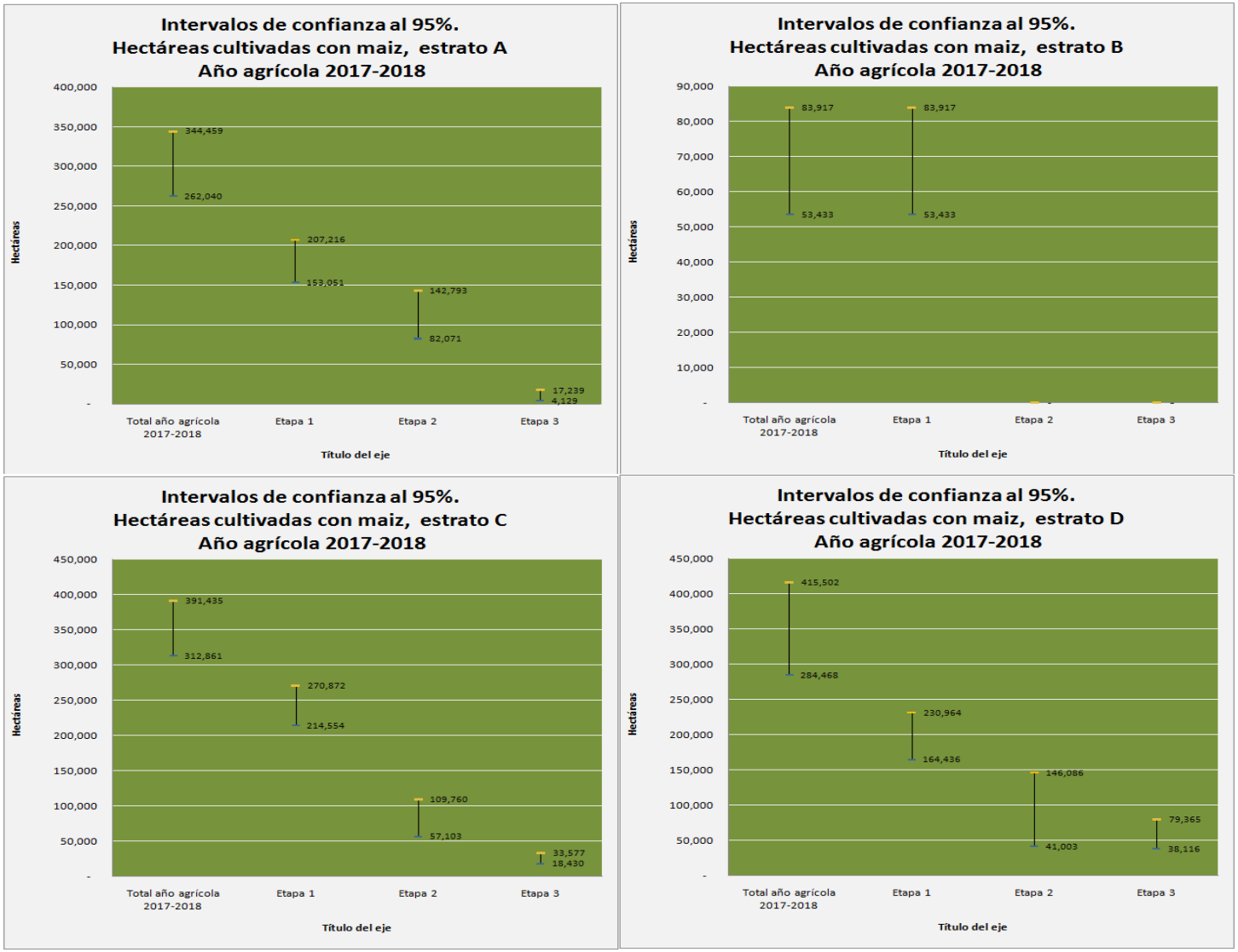


Gráfico 13. Intervalos de confianza al 95%. Superficie cultivada con maíz, según estrato.

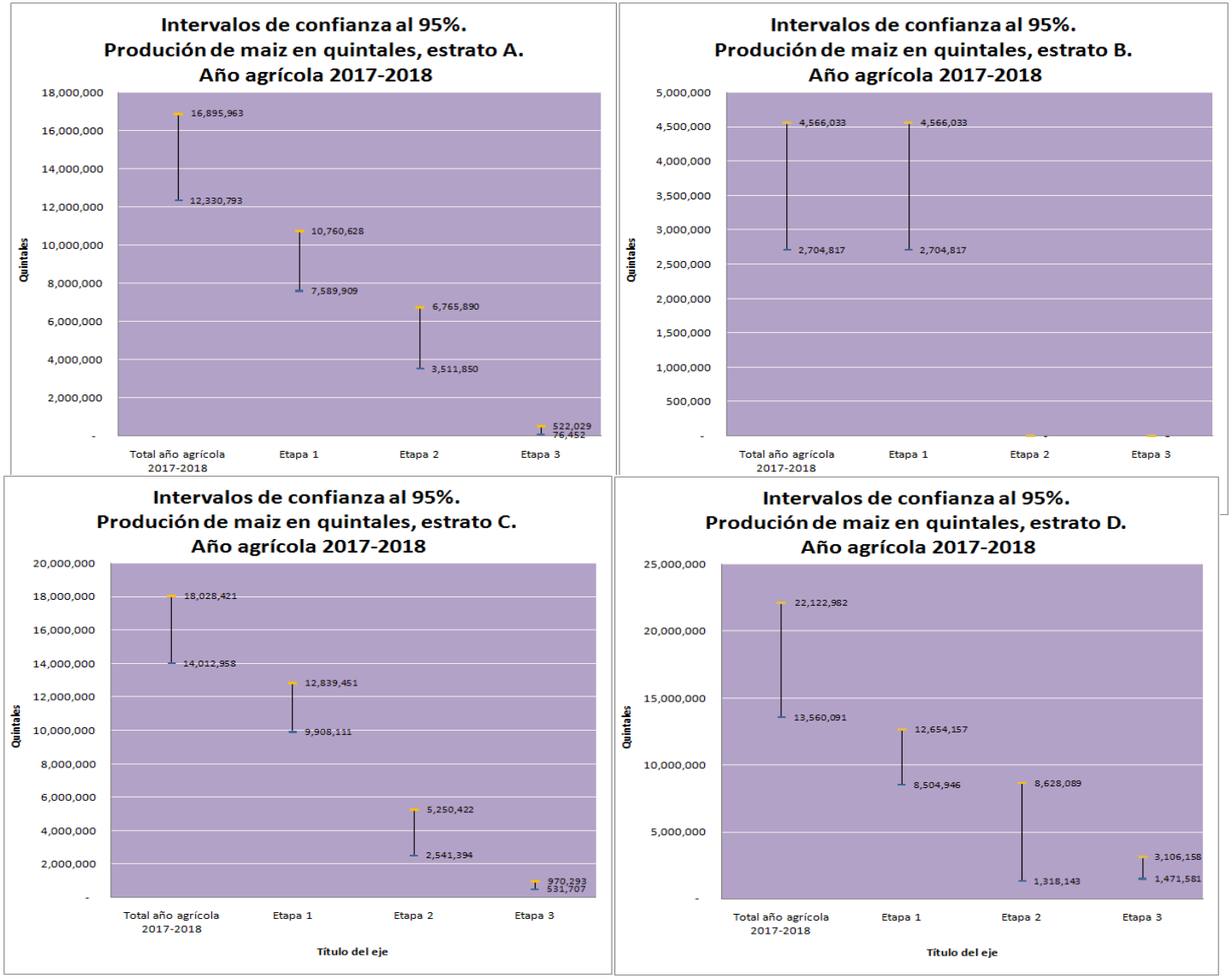


Gráfico 14. Intervalos de confianza al 95%. Superficie cultivada con maíz, según estrato

6.4 Glosario básico

a) Campo:

Superficie terrestre continua asignada a un mismo uso. Es la unidad de análisis más fina, comprendiendo un polígono de cultivo con un uso determinado y con una superficie bien definida. Los campos se encuentran dentro de cada segmento de la muestra.

b) Estrato:

Es un conjunto de segmentos, que tienen la misma clasificación respecto a la intensidad del uso del suelo, atendiendo a las características prestablecidas. En la ENA se definieron cuatro estratos identificados con las letras A, B, C y D, con segmentos de tamaño 25 ha, 6.25 ha, 50 ha y 100 ha respectivamente.

c) Segmento:

Es la unidad primaria de muestreo dentro del marco de áreas, base del procedimiento del operativo de campo para el levantamiento de la información.

d) Categoría no agrícola:

Hace referencia a aquellos usos que difícilmente puedan cambiar en el tiempo y convertirse en áreas de producción agrícola, ésta condición se cumple en las siguientes categorías de la Leyenda del COBUSOT:

- Infraestructura: Centros poblados, instalaciones (educativa, militar, prisión), recreacionales (zoológicos, parque recreativo, campo y/o pista deportiva), agroindustria, complejo industrial, aeropuertos, puertos, cementerios.
- Cuerpos de agua: Ríos, lago–laguna, embalse, canal-drenaje.
- Humedales con bosque y otra vegetación, manglar.
- Zonas áridas y mineras: playa y/o arena; arena y/o material piroclástico, roca expuesta, minas descubiertas y otras superficies de excavación, suelo estéril.

En esta categoría “no agrícola”, también se incluye cualquier categoría del COBUSOT que se encuentre dentro de las áreas protegidas del país, para ello se utilizó el mapa de áreas protegidas del CONAP (2011) y se separó las categorías de manejo según lo estricto y

sostenible de la conservación, utilizando como base la Ley de Áreas Protegidas y su reglamento.

e) Categoría agrícola:

Incluye toda la superficie nacional menos la “no agrícola”: comprende superficie cultivada que reporta el mapa de COBUSOT (por ejemplo: hule, caña, granos básicos, hortalizas, palma africana, café, cardamomo) y aquellas otras superficies no cultivadas, pero que podrían llegar a serlo y que son o podrían ser susceptibles de aprovechamiento ganadero.

f) Cultivo:

Es el tipo de siembra que se realiza en un determinado campo, pudiendo existir una clasificación para los distintos tipos de cultivo. En la ENA 2018–2019 se aplica únicamente a los granos básicos de estudio, esto es: maíz, frijol y arroz.

g) Cultivos asociados o intercalados:

Cultivos que se encuentran sembrados sucesivamente por conveniencia para el control de plagas o para provechar eficientemente el uso de los nutrientes del suelo. Las leguminosas (como el frijol, la soja) proveen nitrógeno a otros cultivos como maíz y tomate cuando están sembrados juntos. Algunas plantas como el pimiento y el ajo pueden repeler las plagas de los cultivos vecinos. Estas asociaciones de plantas y otras pueden ser mezcladas dentro o alrededor del área de siembra, algunos cultivos permanentes en sus primeras etapas de crecimiento de 1 a 4 años, los intercalan con granos básicos (maíz) ejemplo: hule, café, cítricos, etcétera.

h) Monocultivo:

Se refiere a las plantaciones de gran extensión con el cultivo de una misma especie y en la mayoría de los casos de la misma variedad, tratado con los mismos patrones productivos, resultando en un cultivo homogéneo.

i) Polígono:

Es la delimitación física de un determinado campo de cultivo, terreno al cual es posible siempre asignar una superficie determinada.

6.5 Junta Directiva 2019

Ministerio de Economía
Titular: Acisclo Valladares Urruela
Suplente: José Ramón Lam Ortiz

Ministerio de Finanzas Públicas
Titular: Víctor Manuel Alejandro Martínez Ruiz
Suplente: Claudia Larissa Rodas Illescas de Ávila

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Titular: Mario Estuardo Méndez Montenegro
Suplente: Manfred Alberto Melgar Padilla

Ministerio de Energía y Minas
Titular: Luis Alfonso Chang Navarro
Suplente: Edwin Aroldo Rojas Domingo

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
Titular: Miguel Ángel Estuardo Moir Sandoval
Suplente: Ramón Conrado Aguilar Reyes

Banco de Guatemala
Titular: Sergio Francisco Recinos Rivera
Suplente: José Alfredo Blanco Valdés

Comité Coordinador de Asociaciones
Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras
Titular: Oscar Augusto Sequeira García
Suplente: Julio Rafael del Cid Vielman

Universidad de San Carlos de Guatemala
Titular: Murphy Olimpo Paíz Recinos
Suplente: Orlando Roberto Monzón Girón

Universidades privadas
Titular: Miguel Ángel Franco De León
Suplente: Ariel Rivera Irías

Gerencia
Gerente: Néstor Mauricio Guerra Morales
Subgerente Técnico: Fredy Arizmendy Gómez Gómez
Subgerente Administrativo-financiero: Lucrecia Edith Martínez López

6.6 Equipo técnico y profesional del INE central ENA 2018 – 2019

Dirección de Censos y Encuestas
Carlos Enrique Mancía Chua

Jefatura de Censos y Encuestas
María Eugenia Guzmán Chete

Coordinación General de la Encuesta
Henry Orlando Godínez López

Coordinación Técnico Administrativa
Gloria Aracely Véliz Hernández

Asesoría Estadística en Muestreo
Marco Vinicio Barrientos Carles

Desarrollo y Administración de BD
Julio David Velásquez Dardón

Técnicos en Sistemas de Georreferenciación SIG
Henry Yovany Morales Coro
Walter Iván Palacios Ávila

Técnicos en Consistencia y Análisis de Datos
Beatriz América Burgos Aguilar
Héctor Manuel Pilo Ramírez

Asistencia Técnico Administrativa
Dan Clodobaldo Efraín Monzón Méndez
María de los Ángeles Morales
Thelma Patricia Vargas Guevara

Digitación
Luis José Quino Morales
Lucía López López Porras
Ligia Gabriela Hernández López
Clara María Robles Alfonso

DIGEGR MAGA
Rovoham M. Monzón Miranda
Rudy A. Vásquez VIllatoro
Wendy Donis
Miriam Tejeda
Rosario López

6.7 Personal del Operativo de Campo ENA 2018 – 2019

Oscar David Robles Núñez	**Monitor**
Víctor Josué Orozco Godínez	**Monitor**
Bayron Guillermo Herrera	**supervisor**
Claudio Roberto López Tul	**supervisor**
Homero José Portillo Vásquez	**supervisor**
Jorge Güicoy Tomás	**supervisor**
Saúl Alfonso Guerra López	**supervisor**
Ubaldo Benjamín Max Gue	**supervisor**
Wendy Jhanileth Monroy Monroy	**supervisora**
Alex Samuel Valle García	**encuestador**
Alva Leticia Ramos Alfaro	**encuestadora**
Cristopher Alexis Genaro Morales Estrada	**encuestador**
Edgar Orlando Ibarra Gómez	**encuestador**
Edin Orlando Jacinto Rodríguez	**encuestador**
Edwin Rolando Catú Cumez	**encuestador**
Emilse Roxana de León Hernández	**encuestadora**
Fredy José Batz Tiu	**encuestador**
Fredy Armando Mazariegos Reyes	**encuestador**
Jeudy Azarías Marroquín Mejía	**encuestador**
José Israel Herrarte Pérez	**encuestador**
José Rodolfo Aguirre Estrada	**encuestador**
Luis Ángel de Paz Paz	**encuestador**
Luis Fernando Sum Mérida	**encuestador**
Luis Francisco Ramírez Ardón	**encuestador**
Oscar René Caal Acté	**encuestador**
Raúl José Medina Mijangos	**encuestador**
Ricardo Antonio Sánchez García	**encuestador**
Sandra Argelia Sánchez Marroquín	**encuestadora**
Wendy Rocío Alvizuris Collado	**encuestadora**
Zully Rubith Arévalo Mazariegos	**encuestadora**