



# Diseño Muestral

 ESPAC 2023

Abril, 2024



# Documento de Diseño Muestral de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua

ESPAC 2023



**Dirección**

Dirección de Infraestructura Estadística y Muestreo

**Unidad**

Gestión de Diseño Muestral

**Elaborado por:**

Jonathan Rosero

**Revisado por:**

Javier Núñez  
Christian Garcés

**Aprobado por:**

Julio Muñoz



# Contenido

Introducción.....	6
Objetivo.....	7
Determinación del marco de muestreo .....	7
Marco de áreas.....	7
Estratificación del marco de áreas .....	9
Segmentación y definición de tamaño por estrato .....	10
Actualización del marco.....	12
Marco de lista .....	15
Recopilación de los datos .....	17
Levantamiento de información .....	17
Control de calidad de los datos recogidos.....	18
Diseño muestral.....	19
Universo de investigación.....	19
Población Objetivo.....	20
Unidades de muestreo y análisis .....	20
Cobertura geográfica .....	20
Tipo de Muestreo.....	20
Tamaño de muestra .....	20
Selección de la muestra .....	21
Cobertura muestral.....	23
Cálculo de los factores de expansión.....	25
Probabilidad de selección .....	25
Probabilidad de selección de primera etapa .....	25
Probabilidad de selección de segunda etapa .....	26
Ajustes por rechazo .....	26
Ajuste por subdivisión .....	27
Ajuste por fuera de territorio .....	27
Ajuste por intersección.....	27
Estimación de características .....	28
Error de Muestreo .....	30
Bibliografía.....	32
Anexos .....	33



## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Estratos del marco de muestreo para investigaciones agropecuarias .....	10
<b>Tabla 2.</b> Tamaño de las Unidades primarias de muestreo (UPM) .....	11
<b>Tabla 3.</b> Segmentos de Estrato 04 a eliminar .....	12
<b>Tabla 4.</b> Segmentos de Estrato 04 a cambiar de estrato .....	13
<b>Tabla 5.</b> Distribución de los segmentos del marco por provincia .....	14
<b>Tabla 6.</b> Número de segmentos y superficie por estrato del marco de áreas .....	15
<b>Tabla 7.</b> Fuentes de información considerados para el marco de lista .....	16
<b>Tabla 8.</b> Código de estrato por producto para el marco de lista.....	16
<b>Tabla 9.</b> Tasas de muestreo por estrato.....	20
<b>Tabla 10.</b> Tamaños de muestra por provincia y estrato.....	21
<b>Tabla 11.</b> Cobertura muestral .....	23
<b>Tabla 12.</b> Distribución de los segmentos por provincia y tipo de rechazo.....	24
<b>Tabla 13.</b> Distribución del número de terrenos por provincia y estrato .....	25

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Generación de las Unidades Mínimas de Estratificación (UME) .....	8
<b>Figura 2.</b> Límites provinciales del marco de muestreo de áreas para investigaciones agropecuarias. Un ejemplo para las provincias de Esmeraldas y Manabí.....	9
<b>Figura 3</b> Áreas para estratificación .....	11
<b>Figura 4.</b> Distribución de los segmentos del marco de áreas por estrato .....	14
<b>Figura 5.</b> Zonas de selección del estrato 02 de la provincia de El Oro .....	22
<b>Figura 6</b> Selección de los segmentos muestrales de estrato 04 .....	22
<b>Figura 7.</b> Segmentos que se encuentran fuera del territorio continental ecuatoriano .....	27
<b>Figura 8.</b> Superficie de los terrenos declarados en campo.....	28

## Anexos

<b>Anexo 1.</b> Distribución por provincias del número de productos del marco de lista.....	33
---	----



# Introducción

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) es la institución pública que coordina, norma y evalúa la producción de la información estadística oficial proveniente del Sistema Estadístico Nacional con el propósito de entregar a la sociedad y al Estado información de calidad, pertinente, veraz y oportuna, que contribuya al desarrollo nacional.

La necesidad de generar herramientas de decisión para la planificación y formulación de política agropecuaria en el país es permanente, por lo que es indispensable contar con estadísticas agropecuarias con regularidad, tales como la producción de cultivos y de ganado. Esta información se recoge generalmente mediante registros administrativos y/o encuestas por muestreo.

Con este antecedente y con la finalidad de estimar los principales indicadores agropecuarios y ambientales, el INEC realiza anualmente la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), la cual es el pilar fundamental del actual Sistema de Estadísticas Agropecuarias Nacionales de Ecuador.

El proceso para la generación del diseño muestral consta de las siguientes etapas:

Primera etapa:

- Definición del marco de muestreo
- Las unidades de muestreo y análisis
- Cobertura Geográfica
- Cobertura temática

Segunda etapa:

- Metodología para el diseño muestral
- Determinación de los dominios de estudio
- Determinación del tamaño de la muestra
- Selección de la muestra

Tercera etapa:

- Validación de la cobertura obtenida en campo
- Cálculo de los factores de expansión
- Estimación de características
- Error de muestreo
- Declaración del plan de muestreo



# Objetivo

Elaborar el diseño muestral de la "Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2023", utilizando técnicas de muestreo probabilístico que permitan emitir resultados confiables de las principales variables que se investigarán en esta encuesta.

## Determinación del marco de muestreo

(Kish, 1972) Manifiesta que el marco de muestreo es la piedra angular en torno a la cual los procesos de selección deben ser diseñados. Por tal motivo, es indispensable que el marco se encuentre completo, validado y depurado antes de iniciar el cálculo de la muestra.

El marco de muestreo de la ESPAC se basa en un **marco de muestreo múltiple** que se define como una combinación de un marco de áreas y un marco de lista (marco dual). Las estimaciones basadas en marcos de áreas tienden a ser sensibles a valores extremos, es así, que para conseguir estabilidad se incluye una lista de unidades de observación más extrema, denominado marco de lista.

Un muestreo de marcos múltiples es más eficiente que un marco de áreas, puesto que proporciona estimaciones más exactas y el costo adicional de elaborar el marco de lista es muy bajo. En encuestas agropecuarias se usa frecuentemente un marco dual, que es completo en el sentido de que cualquier unidad de observación de la población objetivo está en al menos uno de sus dos componentes.

## Marco de áreas

Un marco de áreas se construye a partir de la división del área a ser investigada en pequeños pedazos conocidos como segmentos. El conjunto de segmentos conforma el marco de áreas, en cuya construcción se utiliza material cartográfico (mapas, imágenes de satélite y fotografías aéreas) para delimitar las unidades de muestreo y medir su superficie.

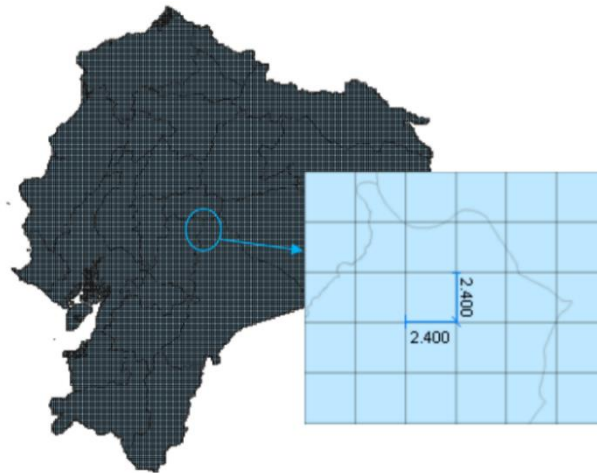
La construcción del marco de muestreo de áreas para investigaciones agropecuarias inicia con la definición de una malla cuadrada homogénea sobre el territorio continental ecuatoriano. Cada elemento de la malla tiene un área de 576 hectáreas (ha), de este modo se forma un recubrimiento finito de todo el territorio nacional (Ver **Figura 1**). A cada elemento de la malla homogénea se le denomina Unidad Primaria de Estratificación UME)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Reciben este nombre porque las UME serán estratificadas en función a la intensidad de uso de suelo, procedimiento que se explicará más adelante.



**Figura 1.** Generación de las Unidades Mínimas de Estratificación (UME)



**Fuente:** INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2015)

Para la construcción del marco de áreas se debe excluir las zonas del territorio ecuatoriano en las que la producción agropecuaria es ínfima y no afecta significativamente a los objetivos de la operación estadística. Entre estas zonas se encuentran:

- Segmentos completamente contenidos en superficies mayores a los 3.000 metros sobre el nivel del mar (msnm).
- Segmentos completamente contenidos en superficies sin uso agropecuario, tales como reservas naturales, selva amazónica, entre otros.
- Segmentos completamente contenidos en superficies urbanas.
- Segmentos con intersección parcial o total con sectores amanzanados, pertenecientes al marco de muestreo generado para el Sistema Integrado de Encuestas de Hogares (SIEH)<sup>2</sup>.

Como se mencionó, el conjunto de todas las UME forman un recubrimiento finito del territorio continental ecuatoriano, esto permite garantizar que el marco de muestreo de áreas sea completo. Por otro lado, debido a que cada UME ocupa una superficie única en el territorio ecuatoriano se puede afirmar que no existe intersección entre cada par de UME. Esto implica que dentro del marco de muestreo de áreas se puede identificar de manera única cada UME, garantizando así la no duplicidad de elementos en el marco de áreas. Esta propiedad se mantiene en el caso de dividir cualquier UME.

Las UME ubicadas sobre las zonas fronterizas y costeras del territorio ecuatoriano abarcan superficie de otros países y del Océano Pacífico, respectivamente. Para evitar que población ajena o sin información agropecuaria (en el caso de las UME costeras) formen parte del marco de muestreo, todo subconjunto territorial de cada UME que no forme parte de la superficie continental ecuatoriana no será investigado.

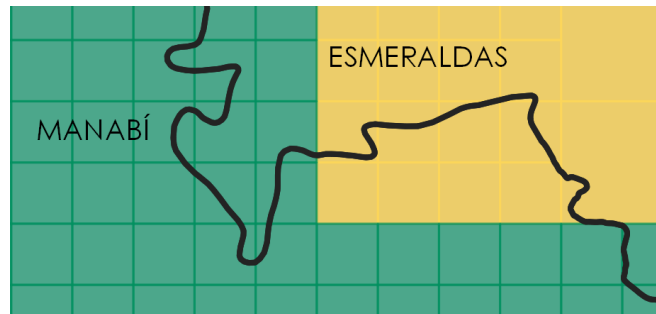
<sup>2</sup> El Sistema integrado de Encuestas de Hogares (SIEH) es una estrategia de producción de información sobre las características demográficas y socioeconómicas de los hogares y las personas, basado en el diseño y ejecución coordinada de un conjunto de encuestas que comparten un cierto marco conceptual y metodológico.





Por otra parte, debido a que el requerimiento de información incluye la estimación de información a nivel provincial, los límites provinciales se han ajustado al perfil de las UME. Es decir, dentro del marco de muestreo de áreas para investigaciones agropecuarias, cada provincia tiene límites poligonales definidos en el porcentaje de cada UME que pertenece a cada provincia. (Ver **Figura 2**)

**Figura 2.** Límites provinciales del marco de muestreo de áreas para investigaciones agropecuarias. Un ejemplo para las provincias de Esmeraldas y Manabí.



Fuente: INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2015)

### Estratificación del marco de áreas

El muestreo es un proceso o conjunto de métodos para seleccionar una parte de la población con el objetivo de realizar inferencias sobre toda la población. Uno de los métodos más utilizados es la generación de estratos, denominado como muestra estratificada, la cual permite seleccionar una muestra la cual represente de la mejor manera posible las características de la población observada.

En términos generales, el muestreo estratificado se compone de los siguientes pasos:

- a) La población total de las unidades de muestreo se dividen en distintas subpoblaciones mutuamente excluyentes, denominadas estratos.
- b) Dentro de cada estrato se selecciona una muestra independiente entre todas las unidades de muestreo.
- c) A partir de la muestra seleccionada se calcula las estimaciones para cada estrato.
- d) Las varianzas se calculan de forma separada en cada estrato para luego ser ponderadas y añadidas correctamente en un estimador combinado para la población total.

La estratificación del marco de áreas inicia con la estratificación del territorio nacional, pues el interés se centra en estudiar las zonas con uso agropecuario y con baja densidad poblacional. Así, se crean dos estratos primarios:

- (i) Zonas urbanas densamente pobladas.
- (ii) Resto del territorio, incluyendo áreas agropecuarias, forestales, agua y otras áreas rurales con baja densidad de población.

Del estrato (ii) se separan únicamente los cuerpos de agua, la superficie restante se estratifica en función de los siguientes criterios:



- **Distribución Político-Administrativa del Ecuador actualizada a junio de 2022 hasta el nivel provincial:** debido a que el marco de muestreo es nacional y que el requerimiento de información contempla estimaciones a nivel provincial, cada provincia es tratada como un dominio de estudio independiente.
- **Intensidad de uso de suelo:** para la selección de la muestra, se tomó la variable "superficie de suelo con uso agropecuario" como variable de diseño de muestra, estratificándose el marco de muestreo en función al porcentaje de superficie con uso agropecuario que tiene cada UME de la siguiente forma:

**Tabla 1.** Estratos del marco de muestreo para investigaciones agropecuarias

Estrato	% de la UME con uso agropecuario	Superficie de la UME con uso agropecuario en hectáreas (ha)
<b>Estrato 1</b>	60% - 100%	345,6 - 576
<b>Estrato 2</b>	20% - 60%	115,2 - 345,6
<b>Estrato 3</b>	0% - 20%	0 - 115,2

Fuente: INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2015)

Los límites entre estratos son los estándares recomendados en [FAO (1996, 1998)], citados en (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2015):

- Áreas con una proporción mayor al 60% de uso de suelo agropecuario se consideran UME de estrato 1.
- Áreas con una proporción de superficie cultivada entre el 20% y 60% se consideran UME de estrato 2.
- Áreas con una proporción de superficie cultivada inferior al 20% se consideran UME de estrato 3.

## Segmentación y definición de tamaño por estrato

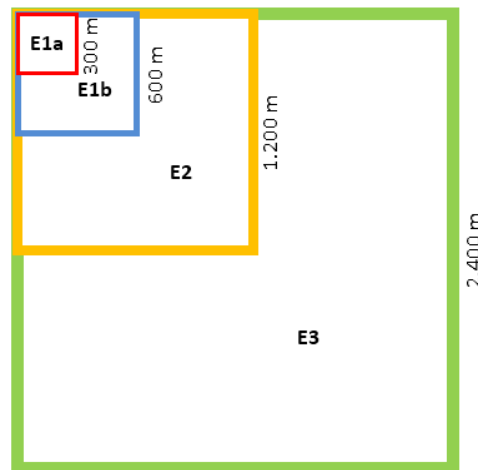
Teniendo en cuenta que las características de producción de la región natural Sierra (producción intensiva) son distintas a las características de las regiones naturales Costa y Amazonía (producción extensiva), se decidió diferenciar las UME del estrato 1 en dos estratos. Estrato 1a para las regiones naturales de la Sierra y estrato 1b para las regiones naturales de la Costa y Amazonía. Esta diferenciación fue establecida por la Dirección de Cartografía Estadística y Operaciones de Campo del INEC, de acuerdo a las regiones biogeográficas del Ecuador.

Además, gracias a la experiencia obtenida al recolectar la información en campo, se pudo demostrar que investigar una superficie de 576 hectáreas (ha) resulta sumamente difícil por varios factores, entre ellos el alto número de entrevistas a realizar. Así, con el objetivo de construir Unidades Primarias de Muestreo (UPM) más acordes a las características de producción se dividió sucesivamente cada UME en función al estrato al que pertenece, de la siguiente forma. (Ver **Figura 3**)

- UME de estrato 2 se dividen en 4 partes iguales,
- UME de estrato 1a y 1b se dividieron en 64 y 16 partes iguales, respectivamente,
- UME de estrato 3 no fueron divididas.



Figura 3 Áreas para estratificación



Fuente: INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2015)

Para facilitar la interpretación, se decidió cambiar el nombre inicial de los estratos de la siguiente forma: al estrato 1a se le denominará Estrato 1, el estrato 1b se llamará Estrato 2, al estrato E2 se le llamará Estrato 3 y al estrato 3 se le denominará Estrato 4. Bajo estas consideraciones, los tamaños de las UPM quedan definidos de la siguiente manera:

Tabla 2. Tamaño de las Unidades primarias de muestreo (UPM)

Estrato	Tamaño UPM en hectáreas (ha)
01	9
02	36
03	144
04	576

Fuente: INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2015)

De ahora en adelante, las UPM se denominarán segmentos.

Luego de haberse generado los segmentos a partir de las UME en función a su estrato, se procedió a retirar las zonas del marco de muestreo en las cuales la producción agropecuaria es ínfima y que no afecta significativamente a los objetos de la operación estadística. Estas zonas son:

- Segmentos completamente contenidos en superficies mayores a los 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm).
- Segmentos completamente contenidos en superficie sin uso agropecuario, tales como reservas naturales, selva amazónica, entre otros.
- Segmentos con intersección total o parcial con sectores amanzanados pertenecientes al marco de muestreo generado por el Sistema Integrado de Encuestas de Hogares (SIEH).



## Actualización del marco

Es importante mencionar que para la ESPAC 2023 se realizaron algunas actualizaciones en el marco de áreas, las cuales consistieron en:

- Actualización de la División Política Administrativa (DPA) con base a la cartografía del censo 2022, con ello aparece Juval como nueva zona no delimitada y se excluyen con segmentos con intersección total o parcial con zonas amanzanadas.
- Depuración de los segmentos de estrato 04 con superficie dentro del territorio menor al 20%.
- Actualización de la estratificación de los segmentos de estrato 04.

El proceso de la actualización del marco de áreas inicia con la actualización de la División Política Administrativa 2022 y el análisis por parte de la Dirección de Cartografía y Operaciones de Campo para excluir los segmentos con intersección total o parcial con sectores amanzanados. El número de segmentos involucrados en dicha intersección es de 884.

Posteriormente DINEM procede a identificar los segmentos de estrato 04 cuya superficie dentro del territorio ecuatoriano es menor al 20%, obteniendo como resultado un total de 111 segmentos a excluir. Lo que corresponde al 2,2% del total de los segmentos de estrato 04 presentes en el marco. Los segmentos de estrato 04 a excluir se encuentran distribuidas en las siguientes provincias:

**Tabla 3.** Segmentos de estrato 04 a eliminar

Provincia	Segmentos E04
Carchi	10
El Oro	4
Esmeraldas	36
Loja	5
Manabí	14
Pastaza	2
Zamora Chinchipe	2
Sucumbios	38
<b>Total</b>	<b>111</b>

Otro paso para la actualización del marco de áreas es el cambio de estrato de segmentos de estrato 04 cuya intensidad del uso de suelo con actividad agropecuaria es mayor al 20% (análisis a cargo de DEAGA). Los segmentos a cambiar de estrato están distribuidos de la siguiente manera:



**Tabla 4.** Segmentos de Estrato 04 a cambiar de estrato

Provincia	Estrato	Segmento	Intensidad uso de suelo
Bolívar	04	00005	65%
Bolívar	04	00023	22%
Bolívar	04	00041	58%
Bolívar	04	00050	59%
Cañar	04	00075	30%
Cotopaxi	04	00048	26%
El Oro	04	00043	41%
El Oro	04	00056	71%
Guayas	04	00059	35%
Imbabura	04	00009	21%
Loja	04	00088	32%
Manabí	04	00150	73%
Manabí	04	00202	23%
Manabí	04	00255	24%
Manabí	04	00360	57%
Morona Santiago	04	00442	28%
Pichincha	04	00036	66%
Zamora Chinchipe	04	00093	24%

La estratificación de los segmentos identificados se la realiza en base a la **Figura 1**

Así, el marco de áreas para la ESPAC 2023 consta de 356.823 segmentos, los mismos que están distribuidos de la siguiente manera:



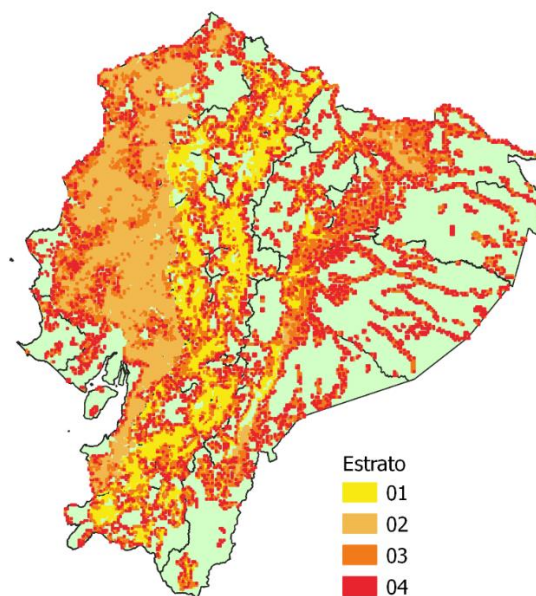
**Tabla 5.** Distribución de los segmentos del marco por provincia

Provincia	E1	E2	E3	E4	Total
Azuay	29.945	190	1.008	189	31.332
Bolívar	17.099	252	613	47	18.011
Cañar	9.172	690	463	80	10.405
Carchi	10.143	0	405	80	10.628
Cotopaxi	23.369	410	664	122	24.565
Chimborazo	17.650	60	792	151	18.653
El Oro	12.430	3.348	661	77	16.516
Esmeraldas	1.905	16.828	1.712	258	20.703
Guayas	275	15.859	1.619	301	18.054
Imbabura	14.375	98	664	104	15.241
Loja	19.661	0	1.275	264	21.200
Los Ríos	2.142	14.889	454	3	17.488
Manabí	0	26.213	2.897	348	29.458
Morona Santiago	9.740	2.894	2.239	520	15.393
Napo	6.814	127	1.485	291	8.717
Pastaza	4.579	366	2.454	724	8.123
Pichincha	26.077	389	911	195	27.572
Tungurahua	9.425	0	263	52	9.740
Zamora Chinchipe	3.549	667	758	164	5.138
Sucumbíos	1.990	4.858	2.403	430	9.681
Orellana	324	2.309	1.959	422	5.014
Santo Domingo de los Tsáchilas	12.498	1.815	286	0	14.599
Santa Elena	0	179	193	71	443
Zona no delimitada	64	0	68	17	149
<b>Total</b>	<b>233.226</b>	<b>92.441</b>	<b>26.246</b>	<b>4.910</b>	<b>356.823</b>

Fuente: Marco de áreas ESPAC 2023

En la **Figura 4** se puede observar la distribución de los segmentos del marco de áreas por estrato en el territorio continental ecuatoriano:

**Figura 4.** Distribución de los segmentos del marco de áreas por estrato



Fuente: Marco de áreas ESPAC 2023



Por otra parte, en la **Tabla 6**. Número de segmentos y superficie por estrato del marco de áreas SE muestra el número de segmentos por estrato y su respectiva superficie:

**Tabla 6.** Número de segmentos y superficie por estrato del marco de áreas

Estrato	Total	Superficie (Ha)	Total (Ha)	Superficie (%)
01	233.226	9	2.099.034	17,44%
02	92.441	36	3.327.876	27,65%
03	26.246	144	3.779.424	31,40%
04	4.910	576	2.828.160	23,50%
<b>Total</b>	<b>356.823</b>		<b>12.034.494</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Marco de áreas ESPAC 2023

## Marco de lista

Con el objetivo de mejorar la calidad de las estimaciones de las variables de superficie y producción de algunos cultivos, se elaboró un directorio de investigación con los principales productores de ciertos productos.

Los productos considerados para el marco de lista son aquellos que actualmente son de importancia macroeconómica y determinados como sensibles o estratégicos para instituciones como el Banco Central del Ecuador, Ministerio de Agricultura, Secretaría Nacional de Planificación y Vicepresidencia de la República:

- Arroz
- Aves
- Banano
- Brócoli
- Cacao
- Café
- Caña de azúcar para azúcar
- Flores
- Ganado porcino
- Ganado vacuno
- Maíz duro seco
- Mango
- Maracuyá
- Palma africana
- Quinua

Dada la complejidad que representa generar un marco de lista de fuente homogénea para todos estos productos, se elaboró el directorio de investigación utilizando varias fuentes de información que cumplieren las siguientes características:

- Directorio actualizado
- Cobertura superior al 85% de superficie y/o producción a nivel nacional, según las referencias entregadas por MAG.
- Directorio validado (superficie, producción, existencia de animales).

Una vez analizada la consistencia de la información disponible proveniente de varias instituciones, se elaboró un directorio para cada producto. En la **Tabla 7** se



detalla las fuentes de información consideradas para el directorio del marco de lista.

Adicionalmente, se estableció un parámetro de aporte dentro de la actividad agrícola o pecuaria. La determinación del parámetro de aporte para cada producto dentro de su actividad es de vital importancia y debe ser construido con cautela debido a que el objetivo es mejorar las estimaciones, alcanzando niveles aceptables que reflejen la realidad de las actividades agropecuarias, es decir, no sobreestimar las variables de interés.

**Tabla 7.** Fuentes de información considerados para el marco de lista

Producto	Fuente del directorio	Elaboración
Arroz	ESPAC 2013	INEC
Banano	Catastro bananero 2012-2013	MAG
Brócoli	ESPAC 2013	INEC
Café	ESPAC 2013	INEC
Cacao	ESPAC 2013	INEC
Caña de azúcar para azúcar	ESPAC 2013	INEC
Maíz duro seco	ESPAC 2013	INEC
Mango	Directorio de productores, empaques y exportadores de mango 2014	Fundación Mango Ecuador
Maracuyá	ESPAC 2013	INEC
Palma africana	Censo palmicultor 2005	MAG
Ganado vacuno (cabezas)	Registro de productores (vacunación fiebre aftosa) 2013	MAG-AGROCALIDAD
Ganado porcino (cabezas)	Censo porcicultor 2010	MAG
Flores	Catastro florícola 2010	MAG
Planteles avícolas	Censo avícola 2006	MAG-CONAVE
Quinua	ESPAC 2014, ESPAC 2015	INEC

Fuente: INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2015)

Los directorios se consideraron de forma individual, y una vez esquematizada la información en función de su tamaño se realizó una selección por producto. Para mantener un control y seguimiento de los directorios, a cada producto se le asignó un código de estrato:

**Tabla 8.** Código de estrato por producto para el marco de lista

Estrato	Producto
51	Arroz
52	Banano
53	Brócoli
54	Cacao
55	Café
56	Caña de azúcar para azúcar
57	Maíz duro seco
58	Mango
59	Maracuyá
60	Palma africana
61	Ganado vacuno
62	Ganado porcino
63	Flores
64	Aves
65	Quinua

Fuente: INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2015)

La distribución por provincia de los productos considerados en el marco de lista se puede ver en el **Anexo 1**.





# Recopilación de los datos

Tomando en consideración que el soporte de la información a recoger en campo es la ortofoto y los cuestionarios, los cuales permiten recoger datos directamente observables sobre el terreno como las superficies de los cultivos, tipo de riego y tipo de laboreo.

Se dispone de ortofotos para cubrir el 85% del territorio, para el 15% restante se utiliza como soporte gráfico el mapa de usos de suelo. Para este último caso, una opción es dibujar un croquis de los segmentos, incluyendo el croquis de los terrenos existentes dentro del segmento, y tomar en campo con el GPS las coordenadas del mínimo número de puntos requeridos para poder calcular en gabinete la superficie de cada terreno.

## Levantamiento de información

Dentro del proceso de levantamiento los límites de los segmentos de la muestra se imprimen en la ortofoto a escala 1:5000, y se trabaja con información en relación con:

**a) Material gráfico:** fotografías, mapas e imágenes de satélite.

Los límites de los segmentos de la muestra se imprimen en la ortofoto a escala 1:5000 (o superior) o directamente sobre la ortofoto.

En la cartulina figura impreso el número de la hoja del mapa de usos de suelo en la que se encuentra el segmento, también contienen una representación reducida de esta última con el segmento seleccionado. Esta información es útil para la localización del segmento sobre el terreno.

**b) Identificación de los límites del segmento.**

Una vez situado sobre el segmento, el encuestador empieza por asegurarse de que los límites del segmento son identificables al 100%, los segmentos con límites no identificables serán devueltos al supervisor.

**c) Delimitación de terrenos.**

Se entiende por terreno o “unidad de uso de suelo” a una superficie continua ocupada por el mismo cultivo o uso del suelo, pese a estar integrada por varios terrenos catastrales pertenecientes a distintos propietarios. Cualquier cambio de cultivo o uso de suelo será considerado como límite de terreno.

Si los límites del segmento son accidentes naturales o artificiales del terreno, todas las parcelas delimitadas dentro de un segmento serán enteras por lo que no habrá parcelas partidas; si los límites son geométricos, las parcelas quedan partidas por los límites del segmento. En todo caso hay que asegurarse de que todos los recintos o terrenos quedan cerrados.

Pueden ocurrir cambios entre los límites de parcela que se observan en la fotografía y los realmente observados sobre el terreno, por lo que es necesario asegurar que los límites entre terrenos trazados sobre la ortofoto son los actuales. Una forma conveniente de hacerlo es trasladando los límites



de terreno de un año, en soporte informático, sobre los que se va a utilizar en el año siguiente.

Así, para delimitar los terrenos se rotula sobre la ortofoto los límites entre éstos.

**d) Numeración de terrenos.**

Los terrenos se numeran de forma correlativa, siguiendo el mismo criterio utilizado para numerar los segmentos. Es decir, para numerar los terrenos se comienza por el terreno situado más al noroeste, siguiendo de forma serpenteante continua de oeste a este y posteriormente de este a oeste, hasta completar todo el segmento.

**e) Identificación de cultivos o usos del suelo.**

El cultivo o uso del suelo en cada uno de los terrenos del segmento se identifica y registra en el cuestionario, conforme al código que figura en la codificación de cultivos y usos del suelo proporcionado al encuestador.

**f) El cuestionario.**

El cuestionario para la recolección de datos sobre la superficie de los terrenos, consta en su cabecera de un espacio para anotar el código completo del segmento, el nombre del encuestador y la fecha de realización de la encuesta.

El resto del cuestionario lo constituyen diferentes capítulos que contienen varias filas y columnas; los datos se registran en filas y en cada fila se registra la información relativa al cultivo o uso del suelo en un terreno.

**g) Identificación de tramos.**

Los terrenos pertenecientes a una misma UPA deben ser agrupados en un mismo tramo, y el conjunto de tramos en un segmento debe ser identificado.

## Control de calidad de los datos recogidos

El siguiente proceso para mejorar la cobertura consiste en realizar un control de campo y un control de gabinete los cuales se describen a continuación:

**a) Control de campo**

Consiste en una inspección por muestreo del trabajo de campo realizado por cada uno de los encuestadores. Del conjunto de segmentos investigados por cada encuestador, se selecciona una muestra, de la cual un supervisor inspecciona la delimitación de los terrenos en cada uno de los segmentos y la asignación de usos del suelo proporcionada a cada terreno.

**b) Control de gabinete**

En gabinete se controla, primero el material que sirve de soporte a la información recogida en campo: ortofotos y cuestionarios, y después la propia información, previa migración a un programa informático.



El control del material se realiza manualmente, y consiste en verificar la exacta correspondencia entre el código de identificación de la ortofoto y el cuestionario, así como la coincidencia de ambos con el código del segmento al que corresponden.

El control de la información gráfica y alfanumérica, también realizado de forma manual, consiste en verificar:

- (i) El número de terrenos delimitados sobre la ortofoto coincide con el del cuestionario.
- (ii) A todos los terrenos se les ha asignado un número, el cual debe ser único tanto en la ortofoto como en el cuestionario.
- (iii) No debe existir recintos abiertos de entre los delimitados en el segmento.
- (iv) En los cuestionarios, los códigos de cultivo deben coincidir con la denominación del cultivo.

Los errores detectados que pueden ser corregidos en gabinete se corrigen previa consulta con los encuestadores, mientras que la información que no ha sido posible corregir en gabinete se devuelve a los encuestadores para su revisión.

Por último, cabe mencionar que el control de la información gráfica y alfanumérica se realiza por procedimientos informáticos.

## Diseño muestral

### Universo de investigación

El universo de investigación para la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) está conformada por el conjunto de todos los terrenos que presentan superficie con producción agropecuaria en el territorio continental ecuatoriano.

Se entiende por terreno a una extensión de tierra continua que se encuentra con un tipo de cultivo (solo o asociado) o uso de suelo determinado, a cargo de una persona responsable o productora; de existir otro cultivo diferente en un área continua, este se considerará otro terreno que será identificado con otro número secuencial y la clave del cultivo o uso del suelo allí existente.

Por ejemplo, en un espacio físico continuo de una hectárea sin divisiones de cercas o accidentes físicos se encuentran un cultivo de maíz solo, uno con fréjol, otro con plátano, una casa, otro con pasto cultivado y un último espacio con bosque, así esta extensión de tierra tendrá 6 terrenos.



## Población Objetivo

La población objetivo comprende todos los terrenos con superficie agropecuaria en el territorio continental ecuatoriano.

## Unidades de muestreo y análisis

La unidad elemental de muestreo es el segmento, también denominado Unidad Primaria de Muestreo (UPM). Por otro lado, las unidades de análisis son todos los terrenos que presentan superficie con producción agropecuaria en el territorio continental ecuatoriano.

Un segmento es el conjunto de terrenos, cuya superficie varía de acuerdo al estrato al que pertenece.

## Cobertura geográfica

La cobertura geográfica de la ESPAC 2023 está definida por los terrenos que presentan superficie con producción agropecuaria en el territorio continental ecuatoriano, por lo que se excluye la región Insular.

El nivel de estimación es uniforme para cada provincia del Ecuador, manteniendo así la representatividad provincial, por lo que cada provincia es considerada como un dominio de diseño.

## Tipo de Muestreo

El tipo de muestreo corresponde a un muestreo probabilístico estratificado por conglomerados y por réplicas, con selección aleatoria.

## Tamaño de muestra

En cada dominio (provincia) se calcula un número determinado de segmentos en relación con una tasa de muestreo específica por estrato. Con el propósito de mejorar la eficiencia de las estimaciones, estas tasas de muestreo se establecieron en función al número de segmentos del marco de áreas. Es decir, si el número de UPM del marco de áreas es mayor entonces la tasa de muestreo será menor, y viceversa.

**Tabla 9.** Tasas de muestreo por estrato

Estrato	Tasa de muestreo
01	1,50%
02	1,50%
03	1,20%
04	4,00%

Fuente: INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2015)



Es importante señalar que en casos donde la muestra sea menor a 10, se debe ajustar por los mínimos muestrales<sup>3</sup>, de manera que se puede calcular los errores de muestreo asociados a las estimaciones. En la **Tabla 10** se muestra los tamaños de muestra por provincia y estrato para la ESPAC 2023:

**Tabla 10.** Tamaños de muestra por provincia y estrato

Provincia	E1	E2	E3	E4	Total
Azuay	450	10	15	10	485
Bolívar	260	10	10	10	290
Cañar	140	10	10	10	170
Carchi	155	0	10	10	175
Cotopaxi	350	10	10	10	380
Chimborazo	265	10	10	10	295
El Oro	190	50	10	10	260
Esmeraldas	30	270	20	10	330
Guayas	10	255	20	15	300
Imbabura	215	10	10	10	245
Loja	295	0	15	10	320
Los Ríos	35	230	10	3	278
Manabí	0	410	35	15	460
Morona Santiago	150	55	30	20	255
Napo	105	10	20	15	150
Pastaza	70	10	30	30	140
Pichincha	395	10	10	10	425
Tungurahua	145	0	10	10	165
Zamora Chinchipe	55	10	10	10	85
Sucumbíos	30	75	30	20	155
Orellana	10	35	25	20	90
Santo Domingo de los Tsáchilas	190	40	10	0	240
Santa Elena	0	10	10	10	30
Zona no delimitada	10	0	10	10	30
<b>Total</b>	<b>3.555</b>	<b>1.530</b>	<b>380</b>	<b>288</b>	<b>5.753</b>

Fuente: Muestra ESPAC 2023

## Selección de la muestra

Con el objetivo de seleccionar de manera uniforme y eficiente los segmentos que conformarán la muestra, de acuerdo al tamaño establecido, se construyen zonas de selección, las cuales son conjuntos de segmentos muestrales construidas en cada estrato en cada provincia.

Dado que el muestreo de la ESPAC es replicado, se escogen de forma independiente en cada zona de selección<sup>4</sup> (estrato implícito) 5 segmentos, los cuales corresponden a las réplicas del año 2023<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> El número mínimo de segmentos por provincia y estrato en la muestra es 10, cuando el número de segmentos del marco de áreas sea menor a 10 se incluirán en la muestra todos aquellos segmentos.

<sup>4</sup> Para el cálculo de los errores de muestreo debe existir mínimo dos zonas de selección por provincia y estrato, por tal motivo los mínimos muestrales son 10 segmentos, 5 por cada zona de selección.

<sup>5</sup> En el año 2014 se seleccionaron 5 segmentos correspondientes a las réplicas 1,2,3,4 y 5, en el año 2015 las réplicas 2,3,4,5 y 6, en el año 2016 las réplicas 3,4,5,6 y 7, en el año 2017 las réplicas 4,5,6,7 y 8, en el año 2018



En la **Figura 5** se muestra las zonas de selección del estrato 02 de la provincia de El Oro junto con los segmentos que fueron seleccionados en la muestra.

**Figura 5.** Zonas de selección del estrato 02 de la provincia de El Oro

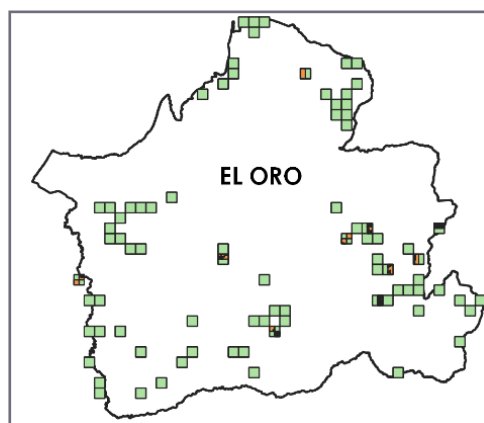


Fuente: Marco de áreas y muestra ESPAC 2023

De acuerdo a las asistencias técnicas proporcionadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para optimizar el tamaño de la muestra y por tanto mejorar la eficiencia de las estimaciones, la selección de la muestra de los segmentos del estrato 04 se realiza en dos etapas.

En la primera etapa se seleccionan los segmentos de estrato 04 en función al tamaño de muestra establecido, para luego, en la segunda etapa dividir estos segmentos en cuatro subsegmentos de igual superficie (144 hectáreas) y escoger únicamente dos de ellos (Ver **Figura 6**) para investigar.

**Figura 6** Selección de los segmentos muestrales de estrato 04



Fuente: Marco de áreas y muestra ESPAC 2023

Es importante señalar que únicamente en la provincia de Los Ríos se investigaron todos los segmentos de estrato 04, es decir, 3 segmentos. (Ver **Tabla 10**)

5,6,7,8 y 9, en el año 2019 las réplicas 6,7,8,9 y 10, en el año 2020 las réplicas 7,8,9,10 y 11, en el año 2021 las réplicas 8,9,10,11 y 12, en el año 2022 las réplicas 9, 10, 11, 12, 13 y finalmente para el año 2023 se tomaron las réplicas 10,11,12, 13 y 14.



## Cobertura muestral

La información de cobertura de una encuesta nos permite evaluar su rendimiento muestral, un seguimiento oportuno y adecuado permite generar estrategias para reducir los errores no muestrales<sup>6</sup> presentes en la etapa de recolección de datos. Esta información se convierte en el insumo principal al momento de ajustar los factores de expansión de una encuesta en función a la relación entre segmentos efectivos y segmentos investigados, para cada uno de los estratos de la población objetivo.

Una vez seleccionada la muestra, los encuestadores se encargan de levantar la información correspondiente a los terrenos. Sin embargo, no siempre es posible obtener la información completa del segmento, pues la o las personas dueñas de los terrenos contenidos en el segmento a investigar se rehúsan a dar información de sus terrenos o desconocen ciertas características de sus tierras que resultan ser importantes para la ESPAC.

Así, se tienen los siguientes rechazos:

- **Rechazo total:** si no se tiene información de ningún terreno del segmento.
- **Rechazo parcial:** si se obtuvo información de al menos un terreno.

Por otro lado, la gran extensión de usos de suelo de los segmentos de estrato 03 y 04, hizo que se considerara realizar una nueva división en dichos segmentos y escoger únicamente un subsegmento para levantar la información (36 y 72 hectáreas respectivamente).

Finalmente, considerando la construcción del marco de áreas, las UME forman un recubrimiento finito del territorio continental ecuatoriano por lo que algunas zonas de selección contienen segmentos que se encuentran por fuera del territorio continental y que fueron seleccionados en la muestra (Ver **Figura 7**). Su identificación es importante para calcular los factores de expansión, lo cual se explica más adelante.

Es así, que una vez levantada la información de la ESPAC 2023 se identificó que de los 5.753 segmentos muestrales a ser investigados únicamente se obtuvieron 5.708 segmentos efectivos, es decir, segmentos con al menos un terreno con información efectiva. La **Tabla 11**, muestra el número de segmentos por cobertura muestral.

**Tabla 11.** Cobertura muestral

Cuestionario	Descripción	Nº segmentos
5555	Subdivididos	16
6666	Fuera del territorio	8
7777	Rechazo total	45
8888	Rechazo parcial	158
<b>Total</b>		<b>227</b>

Fuente: Muestra ESPAC 2023

<sup>6</sup> Este error no muestral se conoce como error debido a la no respuesta.



La **Tabla 12** muestra la distribución de los segmentos por provincia y cobertura muestral, siendo Esmeraldas y Pichincha las provincias que registran un mayor número de segmentos con rechazo total y nuevamente Pichincha la provincia con mayor número de segmentos con rechazo parcial.

**Tabla 12.** Distribución de los segmentos por provincia y tipo de rechazo

Provincia	Subdividido	Fuera del territorio	Rechazo total	Rechazo parcial	Total
Azuay	0	0	3	16	19
Cañar	0	0	3	11	14
Carchi	0	3	1	9	13
Cotopaxi	3	0	3	5	11
Chimborazo	7	0	3	6	16
El Oro	0	0	3	15	18
Esmeraldas	0	1	6	13	20
Guayas	0	0	1	6	7
Imbabura	0	0	0	10	10
Loja	0	0	1	3	4
Los Ríos	0	0	2	14	16
Manabí	0	1	1	4	6
Morona Santiago	0	0	1	4	5
Pichincha	0	0	6	19	25
Tungurahua	6	0	0	3	9
Zamora Chinchipe	0	0	0	6	6
Sucumbíos	0	3	5	13	21
Orellana	0	0	6	1	7
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>45</b>	<b>158</b>	<b>227</b>

Fuente: Muestra ESPAC 2022

Finalmente, la muestra de la ESPAC 2023 consta de 86.884 terrenos. En la **Tabla 13** se muestra la distribución de los terrenos por provincia y estrato.





Tabla 13. Distribución del número de terrenos por provincia y estrato

Provincia	E1	E2	E3	E4	Total
Azuay	5.621	61	572	175	6.429
Bolívar	2.717	197	360	341	3.615
Cañar	2.525	59	248	121	2.953
Carchi	1.479	0	508	346	2.333
Cotopaxi	7.009	126	347	348	7.830
Chimborazo	6.054	128	628	807	7.617
El Oro	996	590	126	107	1.819
Esmeraldas	111	2.729	396	272	3.508
Guayas	27	4.291	873	636	5.827
Imbabura	2.664	148	262	223	3.297
Loja	2.410	0	1.205	747	4.362
Los Ríos	173	4.411	275	85	4.944
Manabí	0	6.242	1.358	388	7.988
Morona Santiago	678	554	363	150	1.745
Napo	747	320	332	65	1.464
Pastaza	419	98	356	198	1.071
Pichincha	4.345	144	191	281	4.961
Tungurahua	6.487	0	644	406	7.537
Zamora Chinchipe	344	141	103	169	757
Sucumbíos	97	1.363	460	402	2.322
Orellana	31	491	804	510	1.836
Santo Domingo de los Tsáchilas	1.182	448	450	0	2.080
Santa Elena	0	73	129	239	441
Zona no delimitada	26	0	66	56	148
<b>Total</b>	<b>46.142</b>	<b>22.614</b>	<b>11.056</b>	<b>7.072</b>	<b>86.884</b>

Fuente: Muestra ESPAC 2023

## Cálculo de los factores de expansión

El objetivo de una encuesta por muestreo es realizar inferencias acerca de la población usando la información contenida en la muestra. En tal sentido, los factores de expansión se utilizan para llevar la información de la muestra a niveles poblacionales.

Es importante resaltar que el cálculo de factores de expansión se realiza exclusivamente para el marco de áreas, pues al ser el marco de lista un "censo" se tiene la información de la población.

## Probabilidad de selección

### Probabilidad de selección de primera etapa

La probabilidad de selección de primera etapa para el  $i$ -ésimo segmento muestreado dentro de la zona de selección  $h$  queda definido por:



$$PPE = \frac{n_h}{N_h}$$

Donde:

$n_h$  Número de segmentos en la muestra en la zona de selección h<sup>7</sup>.

$N_h$  Número de segmentos en el marco de áreas en la zona de selección h.

### Probabilidad de selección de segunda etapa

Recordando que los segmentos de estrato 04 fueron divididos en cuatro subsegmentos de igual superficie, a excepción de la provincia de Los Ríos donde se levantaron los segmentos completos, y se escogió únicamente dos subsegmentos de 144 hectáreas (ha) para investigar, la probabilidad de inclusión de segunda etapa se define como:

$$PSE = \begin{cases} \frac{\text{número de subsegmentos del estrato 04 seleccionados}}{\text{número de subsegmentos del segmento de estrato 04}}, & \text{si es un segmento de estrato 04, excepto Los Ríos.} \\ 1, & \text{caso contrario} \end{cases}$$

Así, para obtener la superficie total del marco de áreas se calcula el factor de expansión teórico, el cual se define como el inverso de la probabilidad de selección de primera etapa por el inverso de la probabilidad de selección de segunda etapa.

$$fexp_{teo} = \frac{1}{PPE} \cdot \frac{1}{PSE} = \begin{cases} \frac{N_h}{n_h} \cdot \frac{4}{2} = 2 \cdot \frac{N_h}{n_h}, & \text{si es un segmento de estrato 04, excepto Los Ríos} \\ \frac{N_h}{n_h} \cdot 1 = \frac{N_h}{n_h}, & \text{caso contrario} \end{cases}$$

## Ajustes por rechazo

Para los segmentos que poseen rechazo parcial o total es necesario realizar un ajuste, con el fin de obtener la superficie total del marco de áreas. En la ESPAC se realizan estos ajustes a nivel de estrato y zona de selección, por lo que los segmentos pertenecientes al mismo estrato y zona de selección comparten el mismo ajuste.

- **Ajuste por rechazo parcial:**

$$aju_{rp} = \frac{\text{superficie total a investigar del segmento}}{\text{superficie investigada del segmento}}$$

- **Ajuste por rechazo total:**

$$aju_{rt} = \frac{\text{número de segmentos en la muestra en la zona de selección h}}{\text{número de segmentos efectivos (completos) en la zona de selección h}}$$

<sup>7</sup> Por cada zona de selección se tomaron aleatoriamente 5 segmentos del total.



## Ajuste por subdivisión

El ajuste por subdivisión se realiza para recuperar la superficie que no se envió a investigar.

$$aju_{sub} = \begin{cases} 4, & \text{si el segmento fue subdividido una vez} \\ 8, & \text{si el segmento fue subdividido dos veces} \end{cases}$$

Así, el factor de expansión ajustado por cobertura se define como:

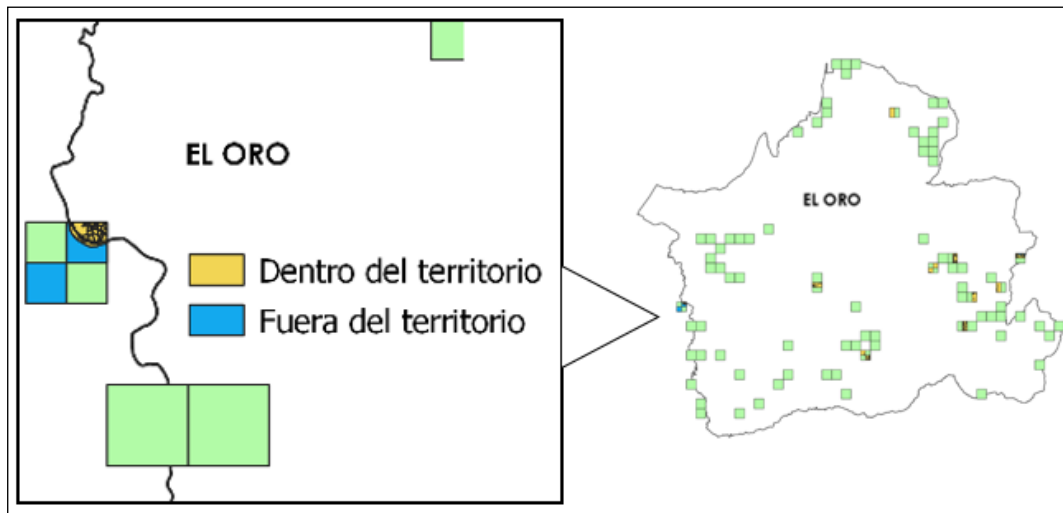
$$fexp_{aju} = fexp_{teo} \cdotaju_{rp} \cdotaju_{rt} \cdotaju_{sub}$$

## Ajuste por fuera de territorio

Para los segmentos seleccionados en la muestra que tienen superficie fuera del territorio continental ecuatoriano se realiza una corrección de la superficie por fuera del territorio nacional, la cual se define como:

$$\delta = \frac{\text{superficie no cuadrada (determinada por los límites reales de las provincias)}}{\text{superficie expandida de la encuesta}}$$

Figura 7. Segmentos que se encuentran fuera del territorio continental ecuatoriano



Fuente: Marco de áreas y muestra ESPAC 2023

## Ajuste por intersección

Existen segmentos cuya información fue levantada en el marco de áreas y en el marco de listas (intersecciones), por lo que la información proveniente del marco de áreas es innecesaria ya que la información obtenida en el marco de lista (censo) es completa. En la ESPAC 2023 existen 909 terrenos con intersecciones.



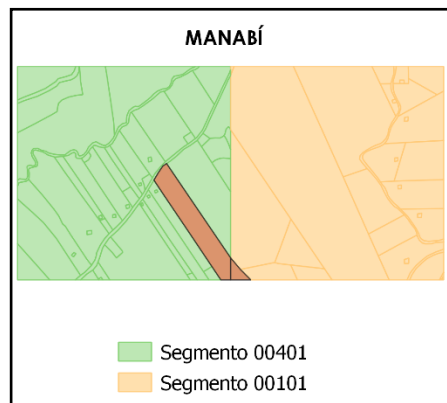
$$\text{intersección} = \begin{cases} 1, & \text{si el segmento pertenece al marco de áreas y al marco de lista} \\ 0, & \text{si el segmento pertenece al marco de áreas o al marco de lista} \end{cases}$$

El ajuste por intersección junto con el ajuste de corrección de superficie permite obtener el factor de expansión calibrado:

$$fexp_{calibrado} = fexp_{ajustado} \cdot \delta \cdot \text{intersección}$$

El objetivo de la ESPAC es expandir la superficie contenida dentro de los segmentos seleccionados en la muestra. Sin embargo, en campo, se levanta la información del terreno completo y no de la parte del terreno que está contenida en el segmento (Ver **Figura 8**).

**Figura 8.** Superficie de los terrenos declarados en campo



**Fuente:** Marco de áreas y muestra ESPAC 2023

Así, es necesario realizar una corrección entre la superficie declarada en campo y la superficie dentro del segmento (denominada como superficie de cartografía). Esta corrección se denota por  $\theta$ :

$$\theta = \frac{\text{sup\_carto}}{\text{sup\_campo}}$$

Donde:

- sup\_carto: superficie de cartografía del terreno
- sup\_campo: superficie del terreno declarada en campo

Así, el factor de expansión final es el resultado de multiplicar el factor de expansión calibrado por el ponderador, de forma que este factor permita expandir la superficie de campo de los terrenos a la superficie del marco de áreas.

$$fexp_{final} = fexp_{calibrado} \cdot \theta$$

## Estimación de características

De acuerdo con el Manual sobre marcos maestros de muestreo para estadísticas agropecuarias (Strategy, 2015), la estimación del total poblacional para determinada característica o variable  $Y$ , se obtiene a partir del estimador de marco dual de Hartley de acuerdo a la siguiente fórmula:



$$\hat{Y}_H = \hat{Y}_a + \rho \hat{Y}_{ab} + (1 - \rho) \hat{Y}_l$$

Donde:

- $\hat{Y}_H$  Estimador de "Hartley para el total poblacional de una determinada característica"  $Y$ .
- $\hat{Y}_a$  Estimador del total poblacional de la característica  $Y$ , correspondiente al de áreas.
- $\hat{Y}_l$  Estimador del total poblacional de la característica  $Y$ , correspondiente al marco de lista.
- $\hat{Y}_{ab}$  Estimador del total poblacional de la característica  $Y$ , correspondiente al marco de áreas.
- $\rho$  Coeficiente de la combinación lineal entre el marco de áreas, marco de lista y su intersección.

Así mismo en (Strategy, 2015), se muestra que "se puede utilizar cualquier valor de  $\rho$  tal que  $0 \leq \rho \leq 1$ . Uno de ellos es una opción óptima ( $\hat{\rho}_0$ ), en el sentido de que reduce al mínimo la varianza  $Var(\hat{Y}_H)$ . En la práctica, el valor de  $\hat{\rho}_0$  puede ser muy cercano a cero, en estos casos es conveniente y ventajoso adoptar el estimador de examen preliminar (elegir  $\rho = 0$ )."

Por tanto, la expresión del estimador de examen preliminar resultante es:

$$\hat{Y}_S = \hat{Y}_a + \hat{Y}_l$$

$$\hat{Y}_S = \sum_{i \in S_a}^{N_a} fexp_{final_a} \cdot y_{i_a} + \sum_{i \in S_l}^{N_l} fexp_{final_l} \cdot y_{i_l}$$

Donde:

- $fexp_{final_a}$  Factor de expansión final del terreno  $i$  del marco de áreas.
- $fexp_{final_l}$  Factor de expansión final del terreno  $i$  del marco de lista.
- $y_{i_a}$  Característica o variable que se está investigando del terreno  $i$  del marco de áreas.
- $y_{i_l}$  Característica o variable que se está investigando del terreno  $i$  del marco de lista.

La fórmula anterior puede simplificarse como:

$$\hat{Y}_S = \sum_{i \in S}^N fexp_{final} \cdot y_i$$

Donde:

- $fexp_{final}$  Factor de expansión final del terreno  $i$ , tanto para el marco de áreas como para el marco de lista.
- $y_i$  Característica o variable del terreno  $i$ , que se está investigando, tanto para el marco de áreas como para el marco de lista.



# Error de Muestreo

Según (Strategy, 2015), el error de muestreo asociado a la estimación de una característica se calcula a través del estimador de marco dual de examen preliminar de Hartley:

$$\hat{Y}_S = \hat{Y}_a + \hat{Y}_l$$

Dado que los dominios son mutuamente excluyentes, y que los estimadores utilizan información de diferentes marcos, la varianza del estimador de examen preliminar es:

$$Var(\hat{Y}_S) = Var(\hat{Y}_a) + Var(\hat{Y}_l)$$

Donde:

$Var(\hat{Y}_a)$  Es el estimador de la varianza del estimador del total poblacional de la variable  $Y$  del marco de áreas.

$Var(\hat{Y}_l)$  Es el estimador de la varianza del estimador del total poblacional de la variable  $Y$  del marco de lista.

La varianza del estimador del total poblacional del marco de lista  $Var(\hat{Y}_l)$  es igual a cero debido a que se levanta la información de todos los productores. Es decir, el tamaño de muestra es igual al de la población, lo que anula la varianza.

Así, la varianza del estimador de examen preliminar será:

$$Var(\hat{Y}_S) = Var(\hat{Y}_a)$$

El estimador de la varianza del estimador del total poblacional de la variable  $Y$  se calcula a partir de un muestreo probabilístico aleatorio simple de conglomerados en una etapa de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Var(\hat{Y}_S) = Var(\hat{Y}_a) = \sum_{h=1}^H M_h^2 (1 - f_h) \frac{\hat{S}_h^2}{m_h}$$

Donde:

$M_h$  Número de segmentos en el marco de áreas en la zona de selección  $h$ .

$m_h$  Número de segmentos en la muestra en la zona de selección  $h$ .

$f_h$  Fracción global de muestreo.

$$f_h = \frac{m_h}{M_h}$$

$\hat{S}_h^2$  Varianza estimada de la característica  $Y$  en los segmentos de la zona de selección  $h$ .

$$\hat{S}_h^2 = \frac{1}{m_h - 1} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y}_h)^2$$

Así, el coeficiente de variación para la estimación de una determinada característica se define como la división entre la raíz de la varianza del estimador del total poblacional (error estándar) y la suma de los totales poblacionales estimados del marco de áreas y del marco de lista:



$$CV(\hat{Y}_s) = \frac{\sqrt{\text{Var}(\hat{Y}_s)}}{\hat{Y}_s}$$
$$CV(\hat{Y}_s) = \frac{\sqrt{\text{Var}(\hat{Y}_s)}}{\hat{Y}_a + \hat{Y}_l}$$



# Bibliografía

- Ambrosio, L. (2017). Curso de muestreo con marcos múltiples: Estimación con marcos sencillos. Muestreo Aleatorio Simple sin información auxiliar. Madrid: España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2015). Metodología de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2014. Quito.
- Kish, L. (1972). Muestreo de encuestas. México: Trillas.
- Strategy, G. (2015). Manual sobre Marcos Maestros de Muestreo para las Estadísticas Agropecuarias: elaboración del marco, diseño de la muestra y estimación.



# Anexos

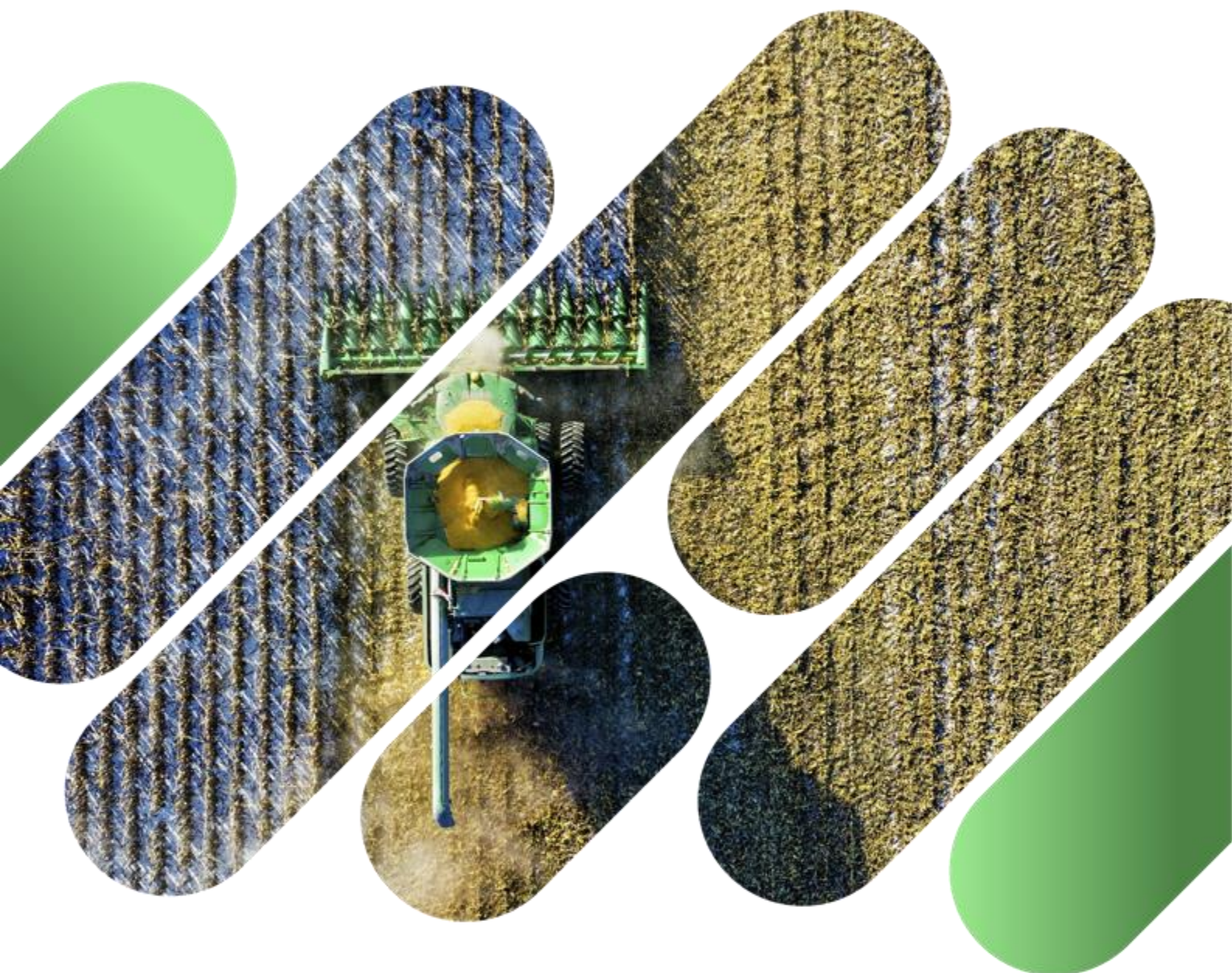
Anexo 1. Distribución por provincias del número de productos del marco de lista

Provincia	Arroz	Aves	Banano	Brócoli	Cacao	Café	Caña de azúcar para azúcar	Flores	Ganado porcino	Ganado vacuno	Maíz duro seco	Mango	Maracuyá	Palma africana	Quinua
Azuay	0,00	92,00	0,00	0,00	9,00	3,00	0,00	21,00	5,00	21,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bolívar	0,00	20,00	0,00	0,00	18,00	3,00	0,00	0,00	14,00	7,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
Cañar	2,00	37,00	9,00	0,00	12,00	0,00	12,00	5,00	15,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carchi	0,00	27,00	0,00	0,00	0,00	23,00	0,00	30,00	4,00	58,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cotopaxi	9,00	45,00	7,00	62,00	1,00	0,00	0,00	356,00	7,00	182,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Chimborazo	0,00	74,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	10,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
El Oro	0,00	197,00	48,00	0,00	51,00	11,00	0,00	0,00	82,00	83,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
Esmeraldas	8,00	6,00	0,00	0,00	27,00	1,00	0,00	0,00	31,00	415,00	0,00	0,00	0,00	216,00	0,00
Guayas	119,00	166,00	130,00	0,00	156,00	50,00	108,00	12,00	62,00	371,00	39,00	50,00	15,00	18,00	0,00
Imbabura	0,00	80,00	0,00	0,00	0,00	14,00	12,00	109,00	4,00	128,00	0,00	0,00	0,00	11,00	4,00
Loja	0,00	31,00	0,00	0,00	0,00	15,00	2,00	0,00	5,00	5,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Los Ríos	79,00	52,00	180,00	0,00	28,00	3,00	4,00	0,00	22,00	122,00	42,00	0,00	15,00	81,00	0,00
Manabí	0,00	292,00	3,00	0,00	38,00	41,00	0,00	0,00	61,00	723,00	9,00	0,00	17,00	4,00	0,00
Morona Santiago	0,00	18,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	7,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Napo	0,00	21,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastaza	0,00	34,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pichincha	0,00	223,00	0,00	0,00	0,00	41,00	0,00	688,00	26,00	458,00	0,00	0,00	0,00	22,00	0,00
Tungurahua	0,00	280,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	6,00	8,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zamora Chinchipe	0,00	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sucumbíos	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	18,00	4,00	0,00	10,00	1,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00
Orellana	0,00	27,00	0,00	0,00	3,00	14,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	0,00	23,00	0,00
Santo Domingo de los Tsáchilas	0,00	163,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	73,00	217,00	0,00	0,00	65,00	57,00	0,00
Santa Elena	0,00	9,00	6,00	0,00	0,00	17,00	0,00	1,00	14,00	0,00	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Zona no delimitada</b>															
<b>Total</b>	<b>217,00</b>	<b>1.918,00</b>	<b>385,00</b>	<b>62,00</b>	<b>347,00</b>	<b>257,00</b>	<b>142,00</b>	<b>1.228,00</b>	<b>479,00</b>	<b>2.846,00</b>	<b>120,00</b>	<b>50,00</b>	<b>118,00</b>	<b>441,00</b>	<b>4,00</b>

Fuente: Marco de listas ESPAC 2023



Buenas cifras,  
mejores vidas



@InecEcuador



@ecuadorencifras



@ecuadorencifras



INECEcuador