

Departamento Administrativo
Nacional de Estadística



Diseño DSO
Dirección de Producción y Metodología
Estadística - DIMPE

**Diseño Estadístico
Encuesta Nacional Agropecuaria
– ENA**

Junio 2013

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 2 FECHA: 08-07-2013
PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	4
1. OBJETIVOS	5
1.1 Objetivo general.....	5
1.1.1 Objetivos específicos	5
1.2. Conceptos básicos	5
1.3. Diseño estadístico	7
1.3.1 Generalidades	7
1.3.2 Universo	7
1.3.3 Población objetivo	7
1.3.4 Variables de estudio	8
1.3.5 Cobertura.....	8
1.3.6 Unidades estadísticas	9
1.3.7 Marco estadístico.....	10
1.3.8. División del marco en segmentos de muestreo.....	12
1.3.9 Parámetros a estimar o a medir.....	12
1.4. DISEÑO MUESTRAL	13

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 3 FECHA: 08-07-2013
PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

1.4.1 estratificación.....	13
1.4.2 Información disponible.....	13
1.4.3 Metodología.....	13
1.4.3.1 Simulación del universo	14
1.4.3.2 Diseño muestral	16
1.4.4 Tamaño de muestra	16
1.4.6. Metodología de estimación	19
1.4.7 Factores de expansión	19
1.4.8. Estimadores	20
1.4.9 Errores muestrales	21
1.4.10 Metodología de imputación.....	22
BIBLIOGRAFÍA.....	23

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 4 FECHA: 08-07-2013
PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

INTRODUCCIÓN

El DANE con el propósito de facilitar la labor de los diferentes usuarios de los datos, genera información del sector agropecuario de manera que permita la planificación, gerencia y toma de decisiones relacionadas con el sector. Esta información debe poseer alta calidad, confiabilidad y oportunidad. Este documento presenta de manera detallada la metodología usada en la selección y diseño de la muestra de la Encuesta Nacional Agropecuaria –ENA–, como material de consulta para los diferentes usuarios.

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -		CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 5 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño	SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria	
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE	

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Estimar el uso de la tierra, el área, la producción y el rendimiento de los principales cultivos transitorios, permanentes, árboles frutales dispersos, el área en pastos y forestal, la producción de leche, especies menores y el inventario pecuario en 22 departamentos del territorio colombiano.

1.1.1. Objetivos específicos

- Estimar el tipo de uso del suelo
- Estimar el área sembrada de los cultivos transitorios y permanentes
- Estimar el área cosechada, la producción y el rendimiento de los cultivos transitorios y permanentes
- Estimar el área sembrada en pastos o forrajes y forestales
- Estimar la cantidad de plantas totales y en edad productiva y producción de los frutales dispersos.
- Estimar el inventario bovino y porcino según orientación productiva, sexo y edad a nivel nacional y departamental, y la cantidad de cabezas de otras especies pecuarias por sexo.
- Estimar el volumen y el destino de la producción de leche bovina el día anterior a la entrevista nivel nacional y departamental.
- Investigar y estimar otras variables de estudio.

1.2. Conceptos básicos

A continuación se enuncian algunos conceptos básicos tomados de la Primera Encuesta Nacional Agropecuaria – PENAGRO - FAO:

Cultivo transitorio: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo o de crecimiento es en general menor a un año, llegando incluso a ser de solo unos pocos meses. Tienen como característica fundamental que después de la cosecha han de volverse a sembrar para conseguir otra cosecha.

Son ejemplo de ellos, los cereales (maíz, trigo, cebada, arroz); los tubérculos como la papa; las oleaginosas como el ajonjolí y el algodón. Se incluyen en esta categoría

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 6 FECHA: 08-07-2013
PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

aqueellos cultivos que permanecen en la tierra por más de un año, pero al efectuar la recolección, la planta se destruye o no vuelve a producir. Es el caso de la yuca y el ñame.

Cultivo permanente: Son aquellos que después de plantados llegan en un tiempo relativamente largo a la edad productiva; dan muchas cosechas y, terminada su recolección, no se los debe plantar de nuevo. Se incluyen en esta categoría los cultivos arbóreos y arbustivos.

Son ejemplos típicos de estos cultivos: el café, la caña de azúcar, el cacao y los árboles frutales.

Área sembrada: Es la extensión de un terreno en dos dimensiones, y en el caso de la ENA, la unidad utilizada es la hectárea. Esta extensión de superficie corresponde a la proyección de un terreno sobre un plano horizontal, dedicado a la actividad agropecuaria y efectivamente sembrada.

Área cosechada: Es la extensión de un terreno en dos dimensiones, y en el caso de la ENA, la unidad utilizada es la hectárea. Esta extensión de superficie corresponde a la proyección de un terreno sobre un plano horizontal, dedicado a la actividad agropecuaria y efectivamente cosechada.

Producción: Cantidad total de producto efectivamente obtenido de una superficie ocupada por plantas cultivadas para consumo animal o humano.

Rendimiento: Cantidad total de producto agropecuario efectivamente obtenido después de la recolección en una unidad de área.

UPM: Unidad Primaria de Muestreo. Pedazo de tierra delimitado por accidentes físicos naturales y/o culturales, fácilmente identificables sobre el terreno

SM: Segmento de Muestreo. Es un área de tierra continua dentro de una UPM

PSM: Pedazo de Segmento de Muestreo. Es un área de tierra continua dentro de un SM

Lote: Es un área continua dedicada a un cultivo o asocio de cultivos dentro de un PSM

Segmento cerrado: Significa incluir únicamente las superficies encerradas por los límites del SM, conjuntamente con todas las variables específicas o actividades realizadas y asociadas con esas tierras.

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 7 FECHA: 08-07-2013
PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

Segmento ponderado: Consiste en recolectar los datos de todas las superficies y sus variables correlacionadas para cada una de las Unidades Productoras (UP) que se encuentren total o parcialmente dentro de los límites del SM. Los datos de cada UP son ponderados por alguna información que generalmente es la proporción de la superficie de la UP que se encuentra dentro del SM con respecto al total de la misma.

1.3. Diseño estadístico

1.3.1. Generalidades

La superficie continental del país es de aproximadamente 109 millones de hectáreas, la geografía colombiana se caracteriza por la presencia de un gran sistema montañoso y extensas llanuras que ofrecen una gran variedad de climas apropiados para el desarrollo de la actividad agropecuaria. El aprovechamiento de geografías tan diversas, es la principal causa de la gran heterogeneidad de la actividad agrícola del país, a la cual contribuyen aspectos de orden social, económicos, políticos y culturales como la tenencia y distribución de la tierra, los aspectos tecnológicos y los sistemas de producción propios de la economía campesina.

1.3.2. Universo

El universo de la ENA está constituido por toda la zona rural del país, deduciendo la superficie que no es utilizada con fines agropecuarios, la cual está representada aproximadamente por 51 millones de hectáreas agropecuarias planimetradas.

1.3.3. Población objetivo

Está formada por 37.941.476 ha, luego de excluir:

1. Los departamentos de Arauca, Amazonas, Caquetá, Chocó, Guainía, Guaviare, Putumayo, San Andrés, Vaupés y Vichada por no ser departamentos tradicionalmente agrícolas;

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -		CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 8 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE	

2. El estrato 9999 por estar fuera del universo de estudio. Estos corresponden a áreas agro urbanas, bosques naturales y sin uso agropecuario;
3. Dominios de palma africana, banano tipo exportación y caña de azúcar dado que la información de estos cultivos se obtienen por registros administrativos;

1.3.4. Variables de estudio

Las principales variables de la ENA a estimar para cada cultivo o grupo de cultivos de interés y para las cuales está diseñada la muestra son:

- Área sembrada (ha)
- Área cosechada (ha)
- Producción (Tn)
- Rendimiento (Tn/ha)
-

1.3.5. Cobertura

El marco total está constituido por 114'344.727 ha, de estas se excluyó el área correspondiente al estrato 9999 y 10 departamentos considerados como tradicionalmente no agropecuarios o de difícil acceso, dominios de palma africana, banano de exportación y caña de azúcar. La respectiva relación de área se encuentra discriminada por departamento en el siguiente cuadro.

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA-	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 9 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño	SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

Cuadro 1.

Cobertura y resultados en la depuración del marco

Departamento	Marco total	Área excluida	Marco final	Porcentaje de cobertura
Antioquia	6.336.441	2.389.044	3.947.397	62,3%
Atlántico	332.361	51.402	280.959	84,5%
Bolívar	2.658.546	1.172.748	1.485.798	55,9%
Boyacá	2.301.010	491.395	1.809.615	78,6%
Caldas	738.803	74.334	664.469	89,9%
Caquetá	10.201.384	8.896.786	1.304.598	12,8%
Cauca	1.773.817	1.773.817	-	0,0%
Cesar	2.258.626	279.317	1.979.309	87,6%
Córdoba	2.509.532	597.154	1.912.378	76,2%
Cundinamarca	2.427.844	371.855	2.055.989	84,7%
Choco	4.822.441	4.822.441	-	0,0%
Huila	1.943.573	588.537	1.355.036	69,7%
La Guajira	2.062.680	373.455	1.689.225	81,9%
Magdalena	2.311.163	698.511	1.612.652	69,8%
Meta	8.519.735	3.140.573	5.379.162	63,1%
Nariño	3.051.130	2.279.340	771.790	25,3%
Norte de Santander	2.202.228	875.412	1.326.816	60,2%
Quindío	194.467	34.486	159.981	82,3%
Risaralda	365.105	166.015	199.090	54,5%
Santander	3.099.572	767.897	2.331.675	75,2%
Sucre	1.079.362	195.906	883.456	81,8%
Tolima	2.412.245	567.978	1.844.267	76,5%
Valle del Cauca	2.048.646	1.157.877	890.769	43,5%
Arauca	2.387.449	2.387.449	-	0,0%
Casanare	4.451.903	394.858	4.057.045	91,1%
Putumayo	2.556.052	2.556.052	-	0,0%
Archipiélago de San Andres	4.874	4.874	-	0,0%
Amazonas	11.324.566	11.324.566	-	0,0%
Guainía	7.220.535	7.220.535	-	0,0%
Guaviare	5.344.519	5.344.519	-	0,0%
Vaupés	5.429.854	5.429.854	-	0,0%
Vichada	9.974.264	9.974.264	-	0,0%
Total Nacional	114.344.727	76.403.251	37.941.476	33,2%

Fuente: DANE

1.3.6. Unidades estadísticas

Unidad de observación: PSM y lotes.

Unidad de muestreo: SM.

Unidad de información: El productor.

Unidad de análisis: Cultivos de interés.

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -		CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 10 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE	

1.3.7. Marco estadístico

El marco de muestreo de áreas, se forma al dividir el área total a ser investigada en pedazos pequeños, llamados Unidades Primarias de Muestreo, mediante límites naturales y/o culturales fácilmente identificables en el terreno y delimitados sobre fotografías aéreas, mapas o cualquier otro elemento de tipo geográfico. Este conjunto de unidades constituye el Marco de Muestreo de Áreas (MMA).

El marco muestral tiene dos estratificaciones básicas que son:

- **macroestratificación:** la macroestratificación se encuentra sustentado en factores de tipo agropecuario, los cuales permiten separar las principales clases de coberturas vegetales tanto naturales (áreas boscosas), como culturales (agro ecosistemas). Con este fin se emplean los pisos térmicos y la cobertura vegetal.
- **Microestratificación:** la cual consiste en una estratificación más detallada de los usos de la tierra, esta permite clasificar las UPM en diferentes grupos, de acuerdo con la intensidad de uso actual de la tierra.
-

División de las UPM en Segmentos de Muestreo: Cuando se ha seleccionado la muestra de segmentos, se procede a dividir cartográficamente solo las UPMs a las que pertenecen los segmentos seleccionados, de acuerdo con los tamaños previamente establecidos.

Estratos del diseño muestral

Teniendo en cuenta la macro estratificación y micro estratificación y además las actualizaciones dadas por las muestras se ha llegado los siguientes estratos del diseño muestral ver tabla1

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -		CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 11 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias		APROBÓ: Director DIMPE

Tabla 1.

Definición de los estratos ENA.

Estrato	Descripción del estrato	Estrato	Descripción del estrato
60	Transitorios transables clima cálido	2122	Transitorios clima templado
640	Cebolla	2123	Transitorios clima frío
850	Hortalizas de hoja	2201	Pastos clima cálido
860	Hortalizas	2202	Pastos clima templado
1140	Papa	2203	Pastos clima frío
1211	Sabana	3260	Banano
1221	Paramo	3410	Caña panelera
2110	Permanentes	3420	Caña de azúcar
2121	Transitorios clima cálido	4390	Palma

FUENTE: Grupo preparación de la muestra- DANE

Fecha de construcción: 1985 – 1986; actualizado periódicamente con base a cada operativo de campo de la ENA y censos agrícolas en el país.

Método de actualización: El marco se actualiza periódicamente cada año con respecto a la información recolectada en la muestra de ese año y con fotografías aéreas en las zonas de interés.

Elementos que lo componen: El Marco de Muestreo de Áreas lo constituye todos las unidades primarias de muestreo demarcadas en la cartografía topográfica del país, mediante límites físicos, naturales y/o culturales fácilmente identificables en terreno, de los cuales se seleccionan por procedimientos estadísticos, aquellos que van a formar parte de la muestra a investigar.

Diseño del registro: El marco está conformado por 61733UPM

- Variables de identificación, ubicación: Código del departamento (COD.DTO), Código del municipio (COD.MPIO), Número de la UPM (NUM.UPM).
- Variables auxiliares: Área de la UPM en Km2 (AREA.UPM), Tipo de cultivo por piso térmico (CULTIVO), Estrato Temático (ESTRATO), Subestrato Temático (SUBESTRATO), Parques Naturales (NO.PARQUE), Código de las regiones naturales (COD.RENA), y los estratos del diseño (Nestrato).

Problemas del marco: En la actualidad el grupo estadístico viene trabajando con una combinación de los marcos de áreas del DANE y CCI, dado que los estratos del diseño

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 12 FECHA: 08-07-2013
PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

están en el marco de la CCI y las reglas para la construcción de los segmentos se realiza con respecto a los estratos del DANE.

El problema fundamental con que cuenta el Marco de Muestreo de Áreas es su desactualización, el Marco ha sido actualizado parcialmente es decir para algunos dominios y para las Unidades Primarias de Muestreo que han participado en la Encuesta, además no existe una relación uno a uno entre el marco geográfico y marco alfanumérico, por otro lado se han encontrado inconsistencias entre el marco del DANE y el marco CCI.

1.3.8.División del marco en segmentos de muestreo

Para la división de las UPMs en SMs, se partió de las reglas establecidas para la realización de la primera ENA en 1995, con las cuales se encuentran los tamaños óptimos de SMs por regiones. Dado que el marco ha sufrido cambios desde su creación, estas reglas fueron adaptadas para la totalidad de las UPMs del marco de selección y no sólo para las UPMs seleccionadas en la muestra como se venía haciendo.

Con las reglas de división, se utilizan para establecer el número de SMs en los que se debe dividir cada UPM del marco de selección, quedando un total de SMs, 172.769 correspondientes a 33.100 UPMs.

1.3.9.Parámetros a estimar o a medir

Los principales parámetros a estimar son: Total de área cosechada, Total producción, Razón de rendimiento (total producción sobre total área cosechada).

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 13 FECHA: 08-07-2013
PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

1.4. DISEÑO MUESTRAL

1.4.1. Estratificación

Estratificar es un método estadístico que parte la población en conjuntos disjuntos de elementos cuya unión conforma el universo. Con el fin de que la variabilidad dentro de los elementos del mismo estrato sean muy homogéneos; la utilización de este método requiere la disponibilidad de información auxiliar que permita detectar diferencias y dividir la población en estratos, en este caso los estratos de diseño fueron creados por la CCI y tiene como base la macro estratificación y micro estratificación ver tabla 1.

1.4.2. Información disponible

Para el diseño de la muestra nueva de la ENA se contaba con el marco de UPMs para todo el país con su respectiva clasificación de acuerdo a la intensidad, uso del suelo (ESTRATOS DANE), y además los estratos de diseño (tabla 1); también se tenían las reglas establecidas en la primera encuesta agropecuaria para la división de las UPMs en SMs y las bases correspondientes a las encuestas pasadas desde 2005 hasta el año 2009.

1.4.3. Metodología

La Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA, originalmente¹ se manejaba un sistema de rotación con 5 réplicas, el cual consistía en implementar 4 réplicas para la muestra del año de estudio y 1 réplica para reemplazar el siguiente año. De esta forma se rotaba el 25% de la muestra cada año y 1 de las réplicas duraba solo un año por fuera de la muestra.

¹ Se refiere a los inicios de la encuesta; es decir, desde el año 1985 (PENAGRO). Es de aclarar que los documentos metodológicos y de diseño estadístico de la ENA no fueron transferidos al DANE, el conocimiento sobre la metodología implementada hace parte de la memoria institucional.

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 14 FECHA: 08-07-2013
PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

Las limitaciones presupuestales de la ENA motivaron a que se ajustara la metodología original. Hacia el año 2005, la muestra estaba dividida en 5 réplicas en todos los estratos de selección, cada réplica era equivalente al 20% de la muestra y se seleccionaba 1 réplica para completar el 10% de los segmentos de la muestra total; iniciando con aquellos segmentos que en la encuesta anterior presentaron problemas de orden público o inconvenientes con la fotografía o cartografía. Posteriormente, se completaba el 10% de la muestra total con los segmentos pertenecientes a la réplica del año correspondiente.

Dado que la metodología solo rotaba los SM dentro de la UPM y las únicas UPM que se cambiaron fueron las que presentaron problemas de orden público e inconvenientes con el material cartográfico; hubo limitaciones en la actualización del uso de la tierra dentro de las UPMS de la muestra, con lo cual la muestra se desactualizaba, aun cuando el marco se fuera actualizando.

En el año 2011, se determinó ajustar el 10% de la muestra de la ENA, cambiando la totalidad de los segmentos de 3 departamentos, respetando el tamaño de muestra original. En el siguiente punto se describe la metodología para el cálculo y selección de la muestra nueva en los departamentos de Magdalena, Huila y Norte de Santander.

1.4.3.1. Simulación del universo

Para calcular el tamaño para estos tres departamentos se parte de el diseño de la ENDA 2008 el cual para su momento se pudo comprobar que era más adecuado, por otro lado se simulo universo de la área sembrada de los principales productos agrícolas en estos tres departamentos, se calculó la varianza con el diseño (ESTMASC) y teniendo en cuenta el error muestreo se busco el tamaño de muestra óptimo y además, teniendo en cuenta que los tamaños de muestra para estos tres departamentos ya están

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -		CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 15 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE	

definidos, lo único que se puede realizar fue encontrar la distribución óptimas para los estratos .

La varianza corresponde a un valor poblacional, por lo cual se procedió con la simulación de un universo que permitiera el cálculo de varianzas, Este universo fue simulado ejecutando los siguientes pasos:

1. Fuentes de información: Inicialmente se consolidó la información de la ENA 2006 a 2009 a nivel de segmento de muestreo, con el fin de poder simular la distribución de área Sembrada de los cultivos de mayor interés en los 23 departamentos.
2. Listado de segmentos de muestreo: Utilizando el marco de UPMs y las reglas para determinar la cantidad de segmentos de muestreo para cada UPM, se le asignó la cantidad de SMs en los cuales debería ser dividida cada una de ellas, así se construyó un listado de segmentos de muestreo, que contenía para cada registro, la UPM a la que pertenecía, junto con sus respectivas variables de clasificación e identificación.
3. Distribución de área sembrada: Al interior de cada estrato de diseño de los cultivos de mayor interés.
4. Determinación de intervalos para la simulación: Con ayuda de la distribución empírica de cada cultivo se establecieron intervalos, donde el límite superior corresponde a la frecuencia relativa acumulada y el límite inferior se define como cero para la primera clase y para el resto de clases es igual al límite superior con un rezago.
5. Simulación de área sembrada: Para cada registro del listado creado en el punto 3, se generó un número aleatorio con distribución uniforme entre 0 y 1. Cada número aleatorio fue buscado en la correspondiente tabla construida en el punto anterior con el fin de simular la variable de interés de acuerdo con los intervalos establecidos allí.

Una vez simulado el universo, se calcularon la varianza con diseño (ESTMASC) que se propuso.

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -		CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 16 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE	

1.4.3.2. Diseño muestral

El diseño de muestreo de la ENA es estratificado este diseño cuenta con 171 estratos los cuales se construyen con la combinación de los estratos del diseño (tabla 1) y los 22 departamentos principales del sector agropecuario, por tal razón este diseño permite que cada estrato se utilice un método de selección diferente.

El muestreo de la ENA es un Muestreo de Marco de Áreas (MMA) en la primera etapa las UPM se seleccionan, mediante Probabilidad Proporcional al Tamaño Estratificado, en la segunda etapa se escoge mediante Muestreo Aleatorio Simple un SM dentro de cada UPM en los departamentos donde no se cambió la muestra y en los departamentos donde la muestra es nueva éstos se seleccionan por medio de un Muestreo Aleatorio Simple.

- **Probabilístico:** Todas las unidades de muestreo tienen probabilidad de selección mayor que cero y conocida.
- **Estratificado:** Para reducir varianza en las estimaciones se conforman grupos homogéneos dentro y heterogéneos entre ellos; en este caso se estratifica por macro estrato y micro estratificación.

1.4.4. Tamaño de muestra

Se construyeron 171 Estratos los cuales corresponden a la combinación de estrato de diseño (tabla1) y departamento, a continuación se muestra la distribución final de la muestra de la ENA, se tiene que tener en cuenta que solo un 10% de la muestra es nueva, y el restante de la muestra es la misma del año 2010.

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -		CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 17 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE	

TABLA 2. Distribución de la muestra de la ENA.

DEPARTAMENTO	SEGMENTOS
Antioquia	654
Atlántico	45
Bolívar	150
Boyacá	697
Caldas	143
Cauca	199
Cesar	237
Córdoba	238
Cundinamarca	746
Huila	278
La Guajira	97
Magdalena	124
Meta	280
Nariño	448
Norte de Santander	214
Quindío	67
Risaralda	102
Santander	460
Sucre	219
Tolima	300
Valle del Cauca	216
Casanare	130
Total general	6044

Fuente: DANE

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA-	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 18 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño	SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

TABLA 3. Listado de estratos de selección finales

Departamento	NESTRARO	Departamento	NESTRARO	Departamento	NESTRARO
Antioquia	60 Transitorios transables clima cálido 850 Hortalizas de hoja 860 Hortalizas 1140 Papa 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2123 Transitorios clima frio 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera	Cordoba	60 Transitorios transables clima cálido 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2201 Pastos clima cálido	Norte de santander	60 Transitorios transables clima cálido 640 Cebolla 860 Hortalizas 1140 Papa 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2122 Transitorios clima templado 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera
Atlántico	2121 Transitorios clima cálido 2201 Pastos clima cálido	Cundinamarca	60 Transitorios transables clima cálido 850 Hortalizas de hoja 860 Hortalizas 1140 Papa 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2122 Transitorios clima templado 2123 Transitorios clima frio 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera 9999 Vegetacion de páramo	Quindío	860 Hortalizas 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio
Bolívar	60 Transitorios transables clima cálido 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado	Huila	60 Transitorios transables clima cálido 860 Hortalizas 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2123 Transitorios clima frio 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera	Risaralda	860 Hortalizas 2110 Permanentes 2122 Transitorios clima templado 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera
Boyacá	640 Cebolla 850 Hortalizas de hoja 860 Hortalizas 1140 Papa 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2122 Transitorios clima templado 2123 Transitorios clima frio 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera 9999 Vegetacion de páramo	La Guajira	60 Transitorios transables clima cálido 1221 Paramo 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2122 Transitorios clima templado 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado	Santander	60 Transitorios transables clima cálido 860 Hortalizas 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2122 Transitorios clima templado 2123 Transitorios clima frio 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera 9999 Vegetacion de páramo
Caldas	60 Transitorios transables clima cálido 860 Hortalizas 1140 Papa 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2122 Transitorios clima templado 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera	Magdalena	60 Transitorios transables clima cálido 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado	Sucre	60 Transitorios transables clima cálido 2121 Transitorios clima cálido 2201 Pastos clima cálido
Cauca	860 Hortalizas 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2122 Transitorios clima templado 2123 Transitorios clima frio 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera	Meta	60 Transitorios transables clima cálido 1211 Sabana 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado	Tolima	60 Transitorios transables clima cálido 860 Hortalizas 1140 Papa 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera
Cesar	60 Transitorios transables clima cálido 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera	Nariño	640 Cebolla 850 Hortalizas de hoja 860 Hortalizas 1140 Papa 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2122 Transitorios clima templado 2123 Transitorios clima frio 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio 3410 Caña panelera	Valle del cauca	60 Transitorios transables clima cálido 860 Hortalizas 2110 Permanentes 2121 Transitorios clima cálido 2122 Transitorios clima templado 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado 2203 Pastos clima frio
				Casanare	60 Transitorios transables clima cálido 1211 Sabana 2121 Transitorios clima cálido 2201 Pastos clima cálido 2202 Pastos clima templado

Fuente: DANE

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -		CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 19 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE	

1.4.5. Metodología de estimación

Para las estimaciones de los cultivos transitorios y permanentes se utiliza el método de segmento cerrado, el cual implica recabar todos los datos referentes al PSM ubicado dentro de los límites del SM y para la estimación del inventario pecuario se hace uso del método de segmento ponderado, que consiste en ajustar los datos de la Finca por el cociente entre el área del PSM que se encuentra dentro del SM y el área total de la Finca.

1.4.6. Factores de expansión

Si el segmento pertenece a los departamentos Magdalena, Huila y Norte Santander que son los departamentos con la muestra nueva el factor de expansión es el siguiente:

$$f_{ha} = \frac{n_h}{N_h} : \text{Probabilidad de selección del SM } a \text{ en el estrato } h\text{-ésimo}$$

Así el factor de expansión del SM a en el estrato h es:

$$F_{ha} = \frac{1}{f_{ha}}$$

Donde:

n_h Número de segmentos en la muestra del estrato h .

N_{hi} Número de segmentos en el estrato h .

Si los segmentos perteneces a los departamentos a los cuales no se cambio la muestra el factor de expansión es:

$$F_{hi} = \frac{A_h}{A_{hi\alpha} m_{hi}}$$

Donde:

A_h Área planimetría del estrato h .

$A_{hi\alpha}$ Área planimetrada del segmento a de la i ésima UPM del estrato h

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -		CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 20 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE	

m_{hi} Numero de segmentos seleccionados en la i ésima UPM en el estrato h

1.4.7. AJUSTES DE COBERTURA

Los ajustes de cobertura en general es bajo, alrededor del 2% de los SM seleccionados, se considera que su comportamiento es aleatorio y por lo tanto se realizan ajustes al factor de expansión multiplicándolo por el siguiente factor de ajuste:

$$f_{h \text{ ajuste}} = \frac{n_h}{n_h - r_{h_{rch}}}$$

Donde

n_h = cantidad de SM seleccionados en la muestra del estrato h

$r_{h_{rch}}$ = cantidad de SM que no se pudieron realizar en la muestra del estrato h

1.4.8. Estimadores

Estos son los estimadores para los departamentos de la muestra nueva:

El estimador del total es:

$$\hat{t}_{yh} = \sum_h \frac{N_{Ih}}{n_{Ih}} \sum_{S_{Ih}} N_i \bar{y}_{Si}$$

Con estimador de varianza:

$$\hat{V}(\hat{t}_{yh}) = \sum_{h=1}^H \frac{N_{Ih}^2}{n_{Ih}} \left(1 - \frac{n_{Ih}}{N_{Ih}}\right) S_{Ih}^2 + \frac{N_{Ih}}{n_{Ih}} \sum_{S_{Ih}} \frac{N_i^2}{n_i} \left(1 - \frac{n_i}{N_i}\right) S_{ySi}^2$$

El estimador de razón es:

$$\hat{r} = \frac{\hat{t}_{yh}}{\hat{t}_{xh}}$$

Con estimador de varianza:

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 21 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño	SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

$$\hat{V}(\hat{r}) = \frac{1}{\left(\sum_{S_I} N_i \bar{x}_{S_I} / n_i\right)^2} \left[\left(\frac{1}{n_I} - \frac{1}{N_I}\right) \frac{\sum_{S_I} N_i^2 e_{S_I}^2}{n_I - 1} + \frac{1}{n_I N_I} \sum_{S_I} N_i^2 \left(\frac{1}{n_I} - \frac{1}{N_I}\right) \frac{\sum_{S_I} (e_k - \bar{e}_{S_I})^2}{n_I - 1} \right]$$

donde $e_k = y_k - \hat{r}x_k$.

Los estimadores para los departamentos donde no se modificó la muestra:

$$\tilde{t} = \sum_h \sum_i \sum_\alpha F_{hia} X_{hia}$$

Y estimador de varianza para el total:

$$\tilde{V}(\tilde{t}) = \sqrt{\sum_{h=1}^H \frac{1}{a_h - 1} \left[a_h \sum_\alpha 1 - \left(\frac{1}{F_{hia}}\right) \tilde{t}^2 - \left(\sum_\alpha \sqrt{1 - \frac{1}{F_{hia}}} \tilde{t}\right)^2 \right]}$$

$$\tilde{V}(\tilde{R}) = \frac{1}{\tilde{t}_a} [\tilde{V}(\tilde{t}_p) + \tilde{R}^2 \tilde{V}(\tilde{t}_a) - 2\tilde{R} \tilde{c}\tilde{d}v(a, p)]$$

$$\tilde{c}\tilde{d}v(a, p) = \sqrt{\sum_{i=1}^H \frac{1}{a_h - 1} \left[a_h \sum_\alpha 1 - \left(\frac{1}{F_{hia}}\right) \tilde{t}_A^2 \tilde{t}_P^2 - \left(\sum_\alpha \sqrt{1 - \frac{1}{F_{hia}}} \tilde{t}_A\right)^2 \left(\sum_\alpha \sqrt{1 - \frac{1}{F_{hia}}} \tilde{t}_P\right)^2 \right]}$$

1.4.9. Errores muestrales

Los errores muestrales se entienden como el grado de aproximación con que se estiman las características del universo de estudio, a través de una muestra probabilística, tomada aleatoriamente. Para el muestreo de conglomerados iguales se utilizan las fórmulas

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -		CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 22 FECHA: 08-07-2013
	PROCESO: Diseño	SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria	
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE	

propias de éste. En muestreo de elementos, se estima con las fórmulas propias de muestreo aleatorio estratificado.

Para la Estimación de los errores relativos, se tiene que es el resultado de dividir el error estándar absoluto del parámetro estimado sobre el valor de la estimación, se expresa en porcentaje, de la siguiente forma:

$$cve = \frac{\sqrt{\text{var}(\hat{\theta})}}{\hat{\theta}} \times 100$$

Con base en este error se estiman los límites de confianza entre los cuales están los valores del universo investigado así:

$$\hat{\theta} (1 - 1,96 \text{ cve}(\hat{\theta}); 1 + 1,96 \text{ cve}(\hat{\theta}))$$

1.4.10. Metodología de imputación

Para la Encuesta Nacional Agropecuaria se desarrolla una metodología de imputación en caliente la cual consiste en un método el cual señala que un dato por imputar se reemplaza por un dato obtenido de los registros de la misma encuesta. Para este tipo de imputación, la base de datos de la encuesta se divide en dos grupos. El primero, contiene los registros con al menos un dato faltante que se llama receptores. El segundo grupo contiene los registros completos y consistentes y se denomina donantes, posteriormente para los receptores se realiza un promedio con los donantes y este dato es el que se ajusta al grupo de receptores. Esto se realiza a nivel jerárquico de tal forma que el promedio sea con los más cercanos al faltante. En primer lugar se buscan donantes a nivel de Segmento de Muestreo, luego a nivel de estrato, luego a nivel de municipio, luego a nivel de departamento y por ultimo a nivel nacional.

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 23 FECHA: 08-07-2013
PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

BIBLIOGRAFÍA

Bautista, J. L. 1998. Diseños de muestreo estadístico. Universidad Nacional de Colombia, Bogota.

Castro Larrea, Manuel Eduardo. 2007. Estudio Diagnóstico Relativo a Las Estadísticas Agropecuarias de los Países Andinos. Unión Europea, ANDESTAD & Comunidad Andina.

Equipo de muestreo. 2006. Lineamientos para documentar la metodología muestral de las encuestas. Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE –. Bogotá.

Ospina B., David. 2001. Introducción al muestreo. Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Särndal, C-E., Swensson B. & Wretman J. 1992. Model Assisted Survey Sampling – Springer – Verlag, New York.

SISAC. 2005. Diseño Temático Encuesta Nacional Agropecuaria. Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE –. Bogotá.

	del Diseño Estadístico Encuesta Nacional Agropecuaria -ENA -	CÓDIGO: DSO-ENA-DES-01 VERSIÓN: 04 PÁGINA: 24 FECHA: 08-07-2013
PROCESO: Diseño		SUBPROCESO: Encuesta Nacional Agropecuaria
ELABORÓ: Componentes Estadístico	REVISÓ: Gerente de Estadísticas Agropecuarias	APROBÓ: Director DIMPE

Principales abreviaturas

CCI:	Corporación Colombiana Internacional.
CV:	Coeficiente de Variación.
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
ENA:	Encuesta Nacional Agropecuaria.
ENDA:	Encuesta Nacional de Desempeño Agropecuario.
ESTPPT:	Estratificado con Probabilidad Proporcional al Tamaño.
ESTMAS:	Muestreo Aleatorio Simple Estratificado.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación.
MAS:	Muestreo Aleatorio Simple.
MASC:	Muestreo Aleatorio Simple de Conglomerados.
PENAGRO:	Primera Encuesta Nacional Agropecuaria.
PIB:	Producto Interno Bruto.
PLANIB:	Plan Nacional de Información Básica.
PPT:	Probabilidad Proporcional al Tamaño.
PPTC:	Probabilidad Proporcional al Tamaño de Conglomerados.
PSM:	Pedazo de Segmento de Muestreo.
SEAM:	Sistema de Estadísticas Agropecuarias por Muestreo.
SENADER:	Sistema Estadístico Nacional y de Desarrollo Rural.
SENDA:	Sistema Nacional de Estadísticas de Desempeño Agropecuario.
SIM:	Sistema de Inteligencia de Mercados.
SIPSA:	Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario.
SISAC:	Sistema de Información del Sector Agropecuario y Pesquero.
SM:	Segmento de Muestreo.
UMATA:	Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria.
UPM:	Unidad Primaria de Muestreo.
UPA:	Unidad de Producción Agrícola.
URPA:	Unidades Regionales de Planificación Agropecuaria.