

Actividad 1: Línea base y demanda potencial técnica de biodigestores en Ecuador: Análisis del contexto y tipologías de productores

PROYECTO: DESIGN AND SCALE-UP OF CLIMATE RESILIENT WASTE MANAGEMENT AND ENERGY CAPTURE TECHNOLOGIES IN SMALL AND MEDIUM LIVESTOCK FARMS - REFERENCE NUMBER: 2015000061

Jaime Martí Herrero (CIMNE)

(jaimemarti@cimne.upc.edu)

María Agusta Piedra Burbano (INIAP-CIMNE)

Paola Cuji (INER)

Valeria Ramírez (INER)

Luis Rodríguez (INIAP)

Duther López Domínguez (INIAP)

Jordi Cipriano (CIMNE)

Contenido

1.	Objetivo, metodología y limitantes de este documento	4
2.	Antecedentes sobre Ecuador	6
2.1.	Caracterización general.....	6
2.2.	Geografía del Ecuador	7
2.3.	Clima de Ecuador.....	7
2.4.	El Estado de Ecuador y población	8
2.4.1.	Pueblos indígenas.....	10
2.5.	Economía.....	11
2.6.	Sector energía y población.....	12
2.6.1.	Energía en el sector agro.....	13
3.	El sector agropecuario en Ecuador	15
3.1.	Población rural y trabajadores del sector agropecuario.....	15
3.2.	Sistemas de producción agropecuaria en Ecuador	16
3.3.	Unidades productivas agropecuarias UPAS	17
3.4.	Clasificación de los productores en Ecuador.....	18
3.5.	Grupos indígenas en la agricultura en Ecuador	18
3.6.	Uso del suelo en el Ecuador	19
3.7.	La economía del sector agropecuario en el Ecuador	19
4.	El Sector Pecuario en el Ecuador.....	21
4.1.	El sector bovino en el Ecuador	22
4.1.1.	El subsector de la carne de bovino en Ecuador	23
4.1.2.	El subsector lechero en el Ecuador	24
4.2.	El sector porcícola en el Ecuador	28
4.3.	El sector cavícola en el Ecuador	33
4.4.	El sector ovino en el Ecuador	34
4.5.	El Sector Avícola en el Ecuador	36
5.	Tipología de productores	38
5.1.	Pequeño productor	38
5.1.1.	Pequeño productor lechero por regiones.....	38
5.1.2.	Pequeño productor porcícola por regiones	39
5.2.	Mediano productor	39

5.2.1.	Mediano productor lechero por regiones.....	40
5.2.2.	Mediano productor porcícola por regiones	41
6.	Reseña histórica de los biodigestores en Ecuador	42
6.1.	Primeras experiencias en la producción de biogás en Ecuador	42
6.2.	Incursión en el uso de biodigestores tubulares	42
6.3.	Biodigestores de laguna cubierta.....	45
6.4.	Nuevas tendencias en el uso de biodigestores	45
6.4.1.	Biodigestores tecnificados	45
6.4.2.	Nuevos proyectos.....	46
6.5.	Perspectivas sobre el uso de biodigestores en Ecuador	48
7.	Regiones de interés.....	49
8.	Sectores de interés.....	50
9.	Potencial técnico de biodigestores en Ecuador	51
10.	Regulación ambiental del sector agropecuario en el Ecuador.....	53
11.	Conclusiones y recomendaciones	56
12.	Bibliografía	58
	Información complementaria	62

1. Objetivo, metodología y limitantes de este documento

Este documento se encuadra dentro del proyecto DESIGN AND SCALE-UP OF CLIMATE RESILIENT WASTE MANAGEMENT AND ENERGY CAPTURE TECHNOLOGIES IN SMALL AND MEDIUM LIVESTOCK FARMS - REFERENCE NUMBER: 2015000061, financiado por UNIDO, en el contexto del Climate Technology Centre & Network (CTCN). El proyecto es coordinado por el CIMNE siendo sus socios locales el INIAP y el INER.

El objetivo del proyecto es proveer de asistencia técnica, para el desarrollo de herramientas que promuevan de manera sostenible el sector de biodigestores en Ecuador, permitiendo la promoción y la implementación masiva de la tecnología, para aprovechar el potencial de la biomasa de la producción pecuaria.

Este documento corresponde a la Actividad 1: Línea base y demanda potencial de biodigestores: análisis del contexto y tipología de productores. El objetivo de este documento es contextualizar al Ecuador a nivel socio-económico, con énfasis en el sector energético y sobre todo pecuario, como insumo para el desarrollo de un sector sostenible de biodigestores.

Los objetivos específicos del documento son:

- Analizar el nivel socio-económico y geográfico del Ecuador;
- Comprender el sector pecuario en el país, por regiones y sectores;
- Identificar tipologías de productores de interés para el proyecto;
- Recuperar el proceso histórico y situación actual del desarrollo de los biodigestores en Ecuador;
- Seleccionar regiones de interés;
- Seleccionar sectores de interés;
- Determinar un potencial técnico de instalación de biodigestores;
- Mostrar la regulación ambiental;
- Obtener conclusiones y recomendaciones para el desarrollo sostenible de biodigestores mediante la implementación de un programa nacional de biodigestores.

La metodología empleada para alcanzar los objetivos propuestos se ha basado en la recopilación de información secundaria, a partir de informes públicos e información estadística. También se han realizado entrevistas con actores de interés en el sector, desde personal de institutos de investigación, ONGs, gobierno y productores pecuarios.

De este modo se quiere agradecer la colaboración e información aportada por:

- José Orellana, Asociación de poricultores de Ecuador (ASPE,Ecuador)
- Wilson Espín, Ecuajugos (Ecuador)
- Javier Morales, MAG(Ecuador)
- Yajaira Vergara, MAG (Ecuador)
- Luis Montesdeoca y todo el personal de la Región 5 del MAG (Manabí y Santo Domingo) (Ecuador)
- Raúl Rodríguez MAE (Ecuador)
- María Araujo, pequeña productora Machachi (Ecuador)
- Hugo Uto, pequeño productor Machachi (Ecuador)
- Antonio Guacapiña, INIAP (Ecuador)

- Gerardo Parra, Biodigestores Ecuador (Ecuador)
- Jose Ribadeneira, Coordinadora Ecuatoriana de Agroecología (CEA, Ecuador)
- Sam Schlesinger, GreenEmpowerment (Ecuador)
- Martin CordoVez, INER (Ecuador)
- Froilan Quino, MAE (Bolivia)
- Omar Espejo (Bolivia)
- Rene Alvaréz (Bolivia)
- Joaquin Víquez, empresa VIOGAZ (Costa Rica)
- Lylian Rodríguez, Fundación UTA- TOSOLY (Colombia)
- Sandra Hernández, Servicio holandés de cooperación para el desarrollo (SNV, Nicaragua)
- Guillermo Largaespada SNV (Nicaragua)
- Martijn Veen, SNV (Holanda)
- Alex Eaton, empresa Biobolsa (México)

Los limitantes encontrados han sido la dispersión de datos estadísticos pecuarios, principalmente en cuanto a años y disgregación. Por ellos el potencial técnico de los biodigestores en el país se ha estimado de manera conservadora, ya que no se puede conocer el número de productores que tienen cerdos, cerdos y lechería y solamente lechería, por ejemplo. La información sobre productores de agricultura familiar es difícil de encontrar y para este estudio se ha basado en entrevistas con personal técnico de asistencia técnica a este tipo de productor y productores. La distribución geográfica de los productores pequeños y medianos se ha tratado de hacer mediante el número de animales por provincia, y además se ha hecho uso de la densidad de estiércoles, pudiendo identificar de este modo cantones de interés.

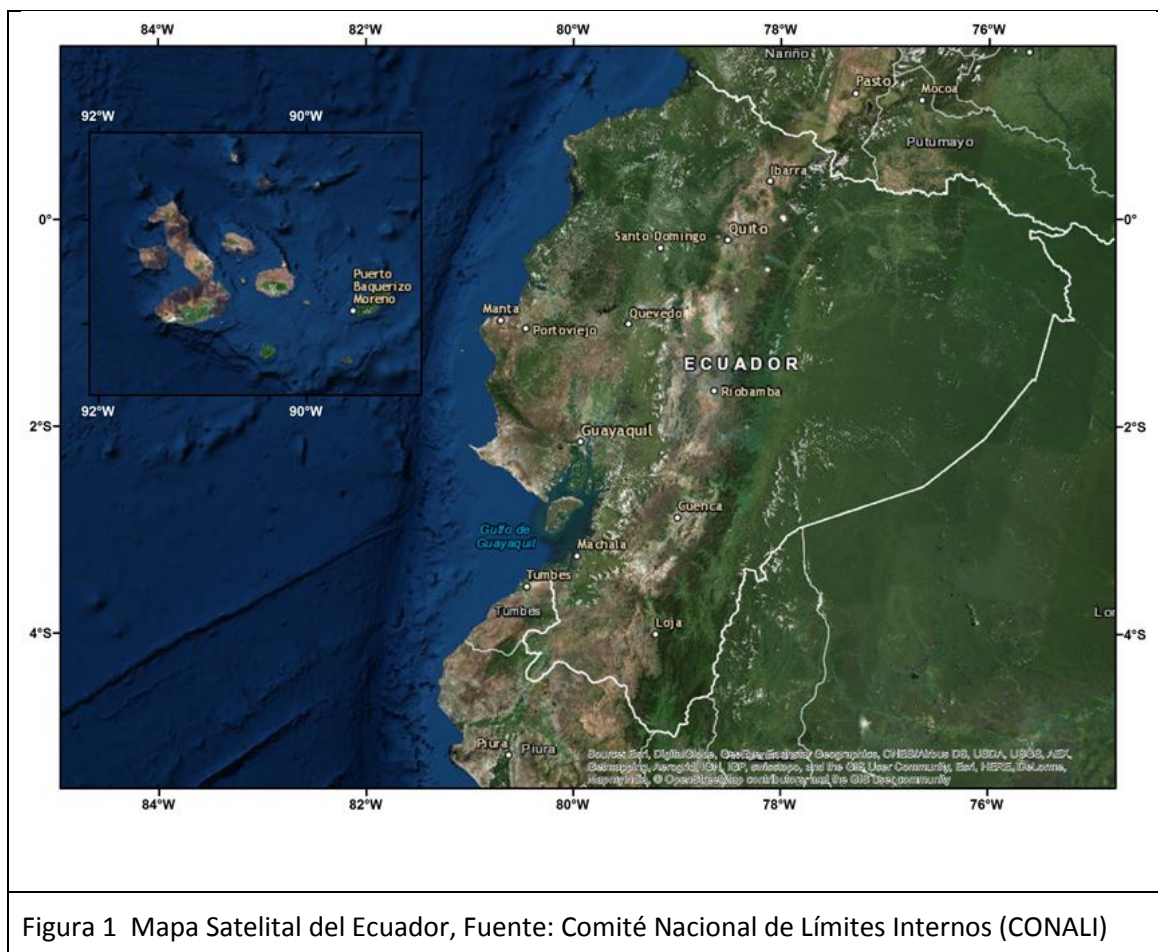
De este modo, las conclusiones y recomendaciones que nacen de este documento hay que considerarlas como preliminares, y sujetas a cambios según vaya avanzando el proyecto, ya que se irá disponiendo de información más precisa y amplia en el desarrollo de las siguientes actividades.

2. Antecedentes sobre Ecuador

2.1. Caracterización general

Ecuador se encuentra en Sudamérica sobre la línea ecuatorial terrestre, encontrándose su territorio repartido entre el hemisferio norte y sur. Comprende dos espacios distantes entre sí: el territorio continental al noroeste de América del Sur, con algunas islas adyacentes a la Costa, y el archipiélago y provincia insular de Galápagos, que se encuentra a aproximadamente a 1000 kilómetros de distancia del litoral ecuatoriano en el Océano Pacífico.

Limita al norte con Colombia, al sur y este con Perú y al Oeste con el Océano Pacífico. Es el décimo país en extensión de Sudamérica con una superficie de 285.000 de Km² (el cuarto país más pequeño del continente), y 16.650.684 habitantes de acuerdo al Censo de población y vivienda del 2010 (INEC, 2017¹). Su densidad poblacional es de 65 habitantes/km² (Saber es práctico, 2016). Una sección volcánica de la cordillera de los Andes divide el territorio de norte a sur, dejando a su flanco occidental el golfo de Guayaquil y una llanura boscosa tropical, y al oriente la Amazonía. Es uno de los países con concentraciones más altas de ríos por km² en el mundo, y uno de los países de mayor diversidad por km², por ende uno de los países con mayor biodiversidad del mundo. Es el primer país del planeta en tener los Derechos de la Naturaleza garantizados en su Constitución.



¹ <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>

2.2. Geografía del Ecuador

Ecuador geográficamente está formado por cuatro regiones: Costa, Sierra, Oriente y Galápagos.

La Costa ecuatoriana está conformada por 7 provincias las mismas que se extienden desde la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes a una altitud aproximada de 1200m. Su paisaje está compuesto de matorrales, bosque seco, bosque húmedo y manglares. La ciudad más poblada de esta región es Guayaquil, a su vez ciudad más poblada del país. En esta región vive el 53% de la población ecuatoriana.

La región Sierra o Andina se encuentra en la zona central del país, formada por dos cordilleras: La Occidental y la Oriental. Está formada por 10 provincias que atraviesan el país de norte a sur desde la frontera con Colombia hasta la frontera con Perú. Va desde 1800 m hasta 6310m siendo las elevaciones más reconocidas el Chimborazo (su cima es el punto más alejado desde el centro de la tierra, 6263 msnm) y el volcán Cotopaxi. En esta región existen zonas calientes, templadas y frías. La principal ciudad es Quito, capital de la Nación. En esta región vive el 42% de la población ecuatoriana.

El Oriente o Amazonía se encuentra en la vertiente Oriental de la cordillera de los Andes. Se extiende por la llanura amazónica y está formada por 6 provincias con áreas de exuberante vegetación propia de bosques húmedo-tropicales. En esta región vive el 4% de la población ecuatoriana.

La región Galápagos o Insular está integrada por 13 islas mayores, constituidas mayormente por volcanes que emergen del mar. La temperatura varía enormemente, entre los 7 y los 28 °C a lo largo del año. Su clima está muy influenciado por la temperatura de la superficie y las corrientes oceánicas, lo que crea microclimas que tienen influencia en los hábitats particulares de la flora y fauna de cada isla. En el territorio habitan 25.124 personas, según el último censo nacional (2010), siendo la provincia menos poblada del país, debido principalmente al afán de conservar al máximo la flora y fauna de la región. En esta región vive menos del 1% de la población ecuatoriana.

2.3. Clima de Ecuador

El país tiene un clima muy variado, pues aunque su posición latitudinal le propicia características tropicales, este tipo de clima solo es apreciable en un tercio del territorio (la Costa Norte en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo y Los Ríos; y la Región Amazónica). En los dos tercios del país restantes existen otros climas definidos, como el subtropical templado húmedo y seco, el continental subtropical, el mediterráneo, tropical de tierras altas, tropical de sabana, de montaña, bioma oceánico y desértico. La calidad del aire es muy buena por la presencia de grandes bosques naturales, parques nacionales y la selva amazónica, siendo el 20 % del país es reserva ecológica. Debido a la presencia de la cordillera de los Andes y según la influencia del mar, el Ecuador continental se encuentra climatológicamente fragmentado en diversos sectores. Además, a causa de su ubicación ecuatorial, cada zona climática presenta solo dos estaciones definidas: la húmeda y la seca, llamadas erróneamente «invierno» y «verano» respectivamente. La estación húmeda se extiende entre diciembre y mayo en la Costa, entre noviembre a abril en la Sierra y de enero a

septiembre en la Amazonía. Al igual que ocurre en otras regiones del globo donde por sus emplazamientos próximos a la línea ecuatorial, no ocurren verdaderos inviernos y veranos.

Tanto en la Costa como en el Oriente del país, la temperatura oscila entre los 20 °C y 33 °C, mientras que en la Sierra, esta suele estar entre los 3 °C y 26 °C por la altura sobre el nivel del mar de las ciudades. Las islas Galápagos tienen un clima más bien templado y su temperatura oscila entre 17°C y 32°C, aproximadamente.

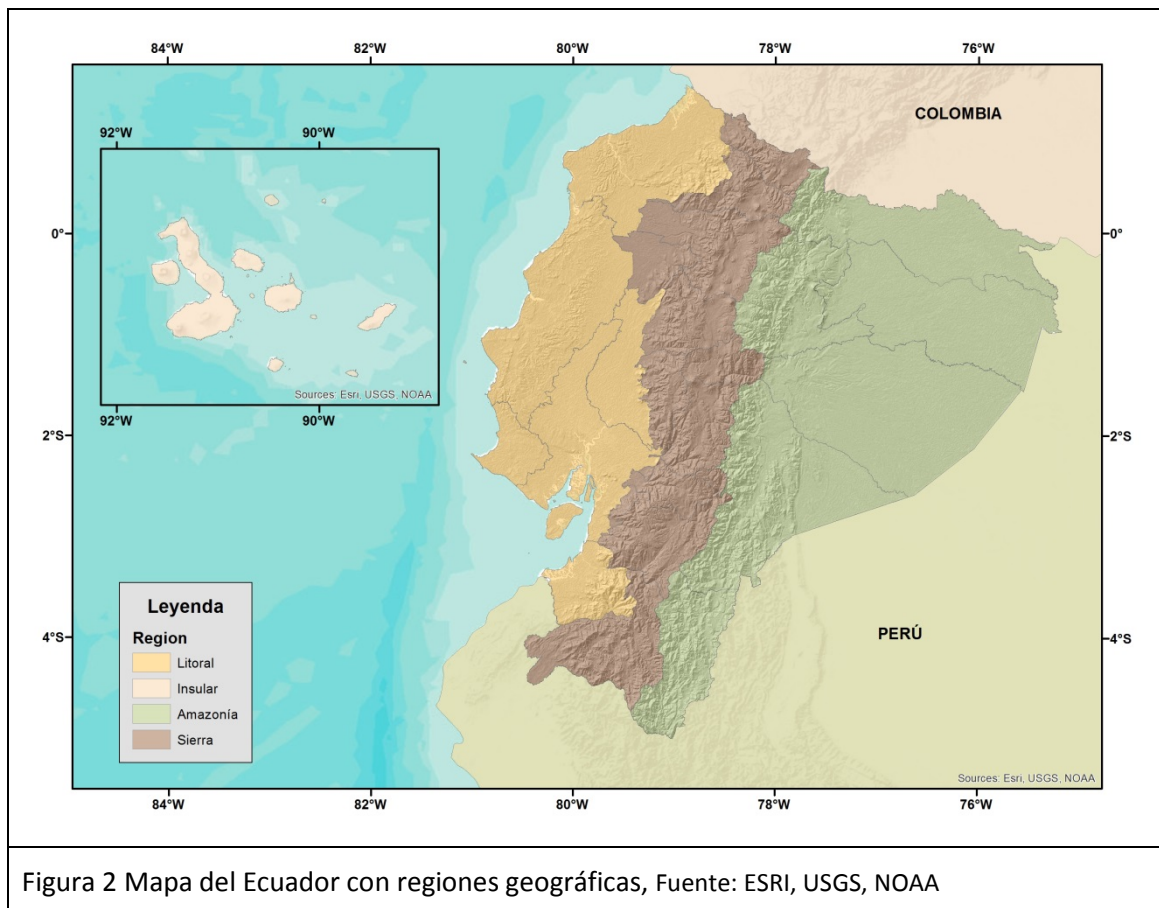


Figura 2 Mapa del Ecuador con regiones geográficas, Fuente: ESRI, USGS, NOAA

2.4.El Estado de Ecuador y población

La última versión de la Constitución de la República del Ecuador se encuentra vigente desde julio de 2008. En el año 2009 durante el Mandato del presidente Rafael Correa se construye el “Plan Nacional del Buen Vivir” donde se plantea nuevos retos orientados a la construcción de un Estado Plurinacional e Intercultural con el objetivo de alcanzar el Buen Vivir de las y los ecuatorianos. Entre los temas que recogen este documento está la “Revolución económica, productiva y agraria” (Consejo Nacional de Planificación, 2009). Con esta propuesta se desea democratizar los medios de producción, aumentar la productividad, transformar la educación superior y transferencia de conocimiento en ciencia, tecnología e innovación.

Es así que se propone objetivos para cumplir con el Plan Nacional del Buen Vivir, entre ellos específicamente el 4 indica: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”. Establece como una de las políticas "diversificar la matriz energética nacional, promoviendo la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles” y como meta: alcanzar el 6% de participación de energías alternativas

en el total de la capacidad instalada al 2013. De acuerdo al Balance Energético Nacional del año 2016, las energías alternativas como eólica y solar representan el 0,6% de la capacidad total nominal instalada que es de 8229 Mw.

Para cumplir los objetivos del Buen vivir se dieron transformaciones en el estado, estableciendo niveles administrativos de planificación, siendo la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades) quienes definen zonas, distritos y circuitos a nivel nacional para mejorar la identificación de necesidades y soluciones efectivas para la prestación de servicios públicos en el territorio. Esta conformación no implica eliminar la disposición geográfica del país, por provincias, cantones y parroquias. Esta conformación administrativa en caso de proyectos de inversión sirve para priorizar las zonas de ejecución y por tanto destinar mayor inversión en zonas distintas a las ciudades principales.

Ecuador geográficamente está formado por 24 provincias, siendo la capital el Distrito Metropolitano de Quito ubicado en la provincia de Pichincha.

Provincia	Urbana (hab)	Rural (hab)	Total (hab)
Azuay	380.445	331.682	712.127
Bolívar	51.792	131.849	183.641
Cañar	94.525	130.659	225.184
Carchi	82.495	82.029	164.524
Cotopaxi	120.970	288.235	409.205
Chimborazo	187.119	271.462	458.581
Imbabura	209.780	188.464	398.244
Loja	249.171	199.795	448.966
Pichincha	1.761.867	814.420	2.576.287
Tungurahua	205.546	299.037	504.583
Total	3.343.710	2.737.632	6.081.342
Porcentaje	54,98	45,02	

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo de Población y Vivienda, 2010

De acuerdo a la tabla 1, en la región Sierra la provincia con mayor porcentaje de habitantes en la zona rural es Bolívar, así también la de mayor cantidad de población urbana es la provincia de Pichincha donde se encuentra la capital Quito. Estos valores son calculados con respecto al total de población por provincia.

Provincia	Urbana (hab)	Rural (hab)	Total (hab)
El Oro	464.629	136.030	600.659
Esmeraldas	265.090	269.002	534.092
Guayas	3.080.055	565.428	3.645.483
Los Ríos	415.842	362.273	778.115
Manabí	772.355	597.425	1.369.780
Santo Domingo	270.875	97.138	368.013
Santa Elena	170.342	138.351	308.693
Total	5.439.188	2.165.647	7.604.835

Porcentaje	71,52	28,48
-------------------	--------------	--------------

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo de Población y Vivienda, 2010

En la tabla 2 se muestra el total de población de la región Costa. La provincia del Guayas es la de mayor porcentaje de habitantes en la zona urbana (Guayaquil, la ciudad más poblada del país se encuentra en esta provincia) y Esmeraldas la de mayor población rural.

Provincia	Urbana (hab)	Rural (hab)	Total (hab)
Napo	35.433	68.264	103.697
Orellana	55.928	80.468	136.396
Pastaza	36.927	47.006	83.933
Sucumbios	73.040	103.432	176.472
Zamora Chinchipe	36.163	55.213	91.376
Total	237.491	354.383	591.874
Porcentaje	40,13	59,87	

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo de Población y Vivienda, 2010

En la tabla 3 se observa la población de la región Oriental, tiene la particularidad que la mayor concentración de población se encuentra en la zona rural de su territorio.

Provincia	Urbana (hab)	Rural (hab)	Total (hab)
Galápagos	20.738	4.386	25.124
Porcentaje	82,54	17,46	
Zonas no definidas	0	32.384	32.384
Porcentaje	0,00	100,00	

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo de Población y Vivienda, 2010

La población en la Región Galápagos mayoritariamente se encuentra en la zona urbana como se indica en la tabla 4. Se presenta también un valor para zonas no definidas, que son territorios que no poseen definido la ubicación territorial en una provincia o región específica, generalmente se encuentran en sectores limítrofes interprovinciales.

2.4.1. Pueblos indígenas

En el Censo también se observa que alrededor de 1.018.176 personas se autodefinen como indígenas, representado el 7% de la población total, bajo el amparo de 14 nacionalidades y 18 pueblos indígenas reconocidos por el Consejo Nacional de Desarrollo de las Nacionalidades y Pueblos del Ecuador (CODENPE). Cada nacionalidad mantiene su lengua y cultura propias, existiendo además pueblos dentro de la nacionalidad. Los de mayor población son los Kichwa (23,6%), Puruhá (7,8%) y Shuar (6,3%) (Ministerio Coordinador de Patrimonio - UNICEF, 2001). Ecuador al ser un estado plurinacional e intercultural, y de acuerdo a la Constitución del año 2008, establece al castellano como lengua oficial en el país, el kichwa y el shuar son idiomas oficiales por relación intercultural. Los demás idiomas ancestrales son de uso oficial para los pueblos indígenas en las zonas donde habitan y en los términos que fija la ley (Secretaría del Buen Vivir, 2016).

2.5.Economía

Respecto al Producto Interno Bruto, entre 2006 y 2014, Ecuador experimentó un crecimiento promedio del PIB de 4,3% impulsado por los altos precios del petróleo e importantes flujos de financiamiento externo al sector público (Figura 3). Esto permitió un mayor gasto público, incluyendo la expansión del gasto social e inversiones emblemáticas en los sectores de energía y transporte. En ese periodo, la pobreza disminuyó del 37,6% al 22,5% y el coeficiente de desigualdad de Gini se redujo de 0,54 a 0,47 debido a que los ingresos de los segmentos más pobres de la población crecieron más rápido que el ingreso promedio (Banco Mundial, 2017).

A partir del año 2014 el país entra en recesión debido a los bajos precios del petróleo y la apreciación del dólar (el país no dispone de moneda local). Entre 2014 y 2016 el desempleo incrementó de 4,5% a 6,5%. A partir del 2016 se reduce la inversión y gasto público, se implementan medidas para incrementar los ingresos públicos no petroleros y se restringen importaciones a partir de salvaguardias arancelarias.

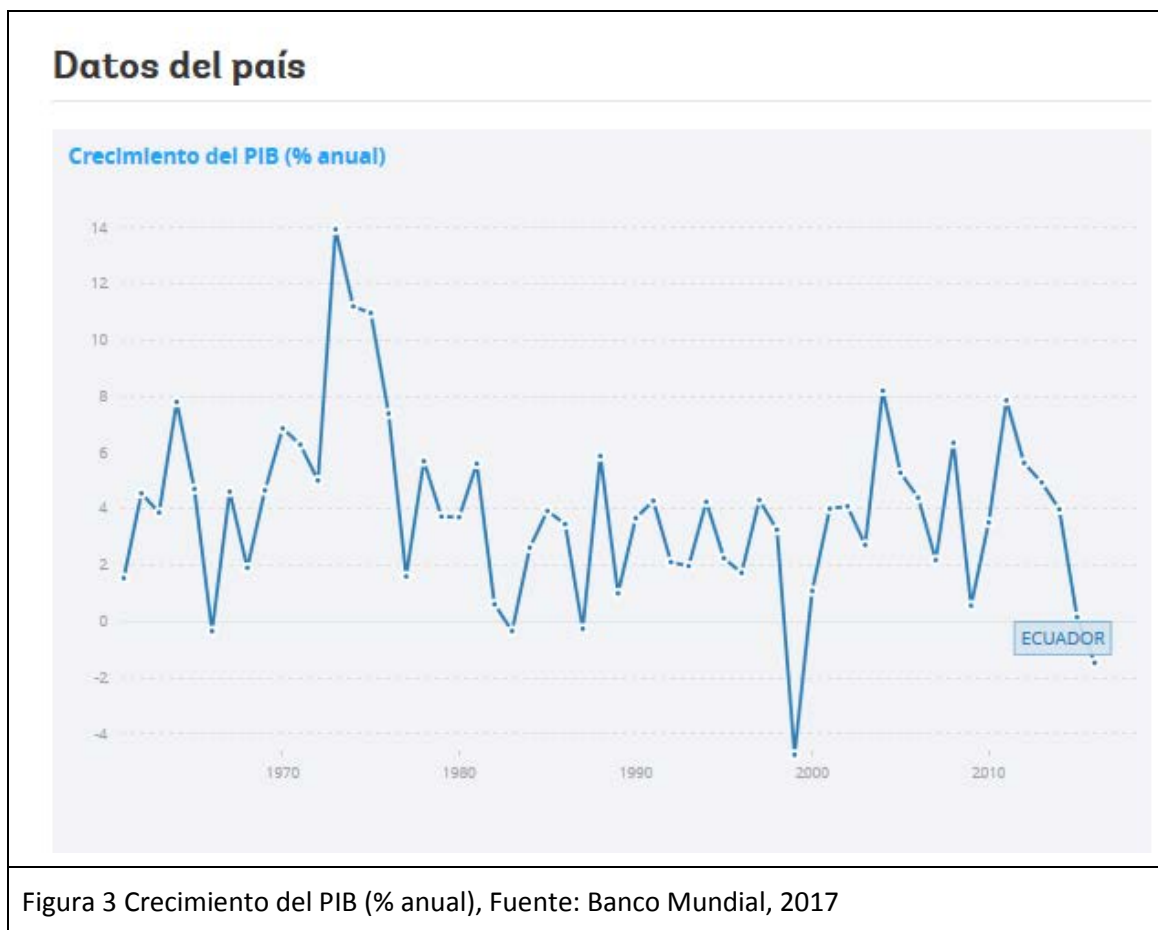


Figura 3 Crecimiento del PIB (% anual), Fuente: Banco Mundial, 2017

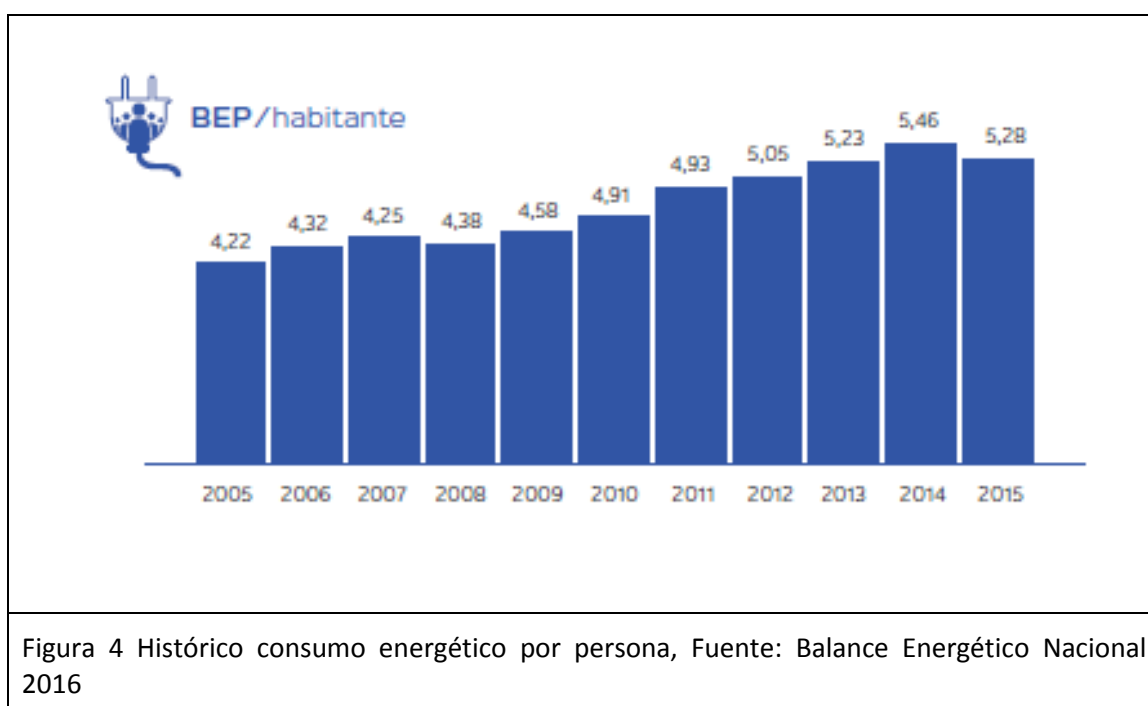
Con respecto a estadísticas de comercio internacional, en 2016 el Ecuador exportó \$USD 16,8 Miles de millones e importó \$USD 16 Miles de millones.

- Las principales exportaciones son: Petróleo Crudo (\$USD 5,05 Miles de millones), Plátanos (\$USD 2,74 Miles de millones), Crustáceos (\$USD 2,59 Miles de millones), Pescado Procesado (\$USD 896 Millones) y Flores Cortadas (\$USD 802 Millones).
- Las principales importaciones son: Refinado de Petróleo (\$USD 1,34 Miles de millones), Alquitrán de aceite (\$USD 972 Millones), Medicamentos envasados (\$USD 717

Millones), Coches (\$USD 480 Millones) y Harina de soja (\$USD 362 Millones). (The observatory of economic complexity, 2017).

2.6.Sector energía y población

Desde el año 2005 al 2015 el Ecuador registró un incremento de 13,2 millones a 16,3 millones de habitantes (+23,3%). Esto se debe a una confluencia de factores como son: el retorno de migrantes que salieron del país en la primera década del milenio y que tras la crisis mundial del 2008 comenzaron a retornar a Ecuador; nueva inmigración proveniente de Colombia, Perú y Venezuela; y una tasa de fertilidad más alta que los países vecinos, pasando de 2,79 hijos/mujer en 2005, a 2,51 hijos/mujer en 2015 (Perú ese mismo año tenía 2,43 h/m y Colombia 1,88 h/m). Con este antecedente de aumento de población, además se presentó un ascenso en el consumo energético per cápita en el país del orden del 25%, pasando de 4,22 BEP²/Hab en 2005 a 5,28 BEP/Hab (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2016).

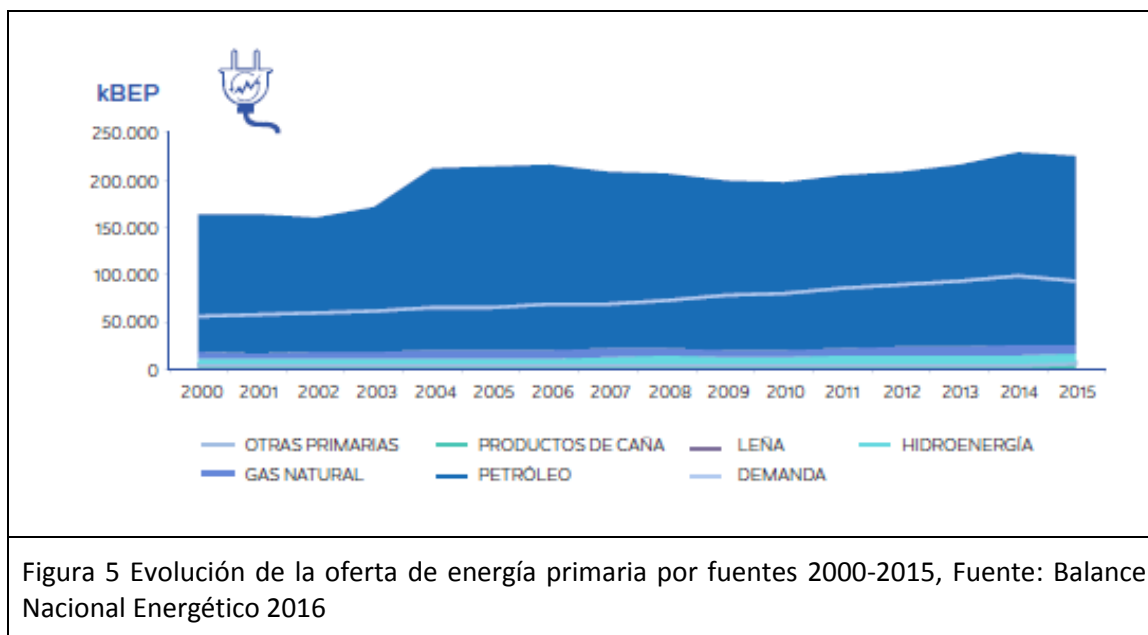


La matriz de energía primaria del Ecuador, ha sido predominada históricamente por la producción de petróleo. Esta historia comienza en el año 1911 que se perfora el primer pozo petrolero en la región Costa, sigue en 1972 la primera exportación, en la vigencia de la Ley de Hidrocarburos y en la inauguración del Oleoducto Transecuatoriano (SOTE) que transportó hasta 360,000 barriles/día por un recorrido de 497 km entre la región Oriental y Costa (EP PETROECUADOR, 2017). En el año 2003 tuvo lugar la puesta en marcha del Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) que proyectó una capacidad de transporte de hasta 450.000 barriles/día.

A partir del año 2009 se propuso el cambio de la matriz energética. Se realizó una fuerte apuesta por las grandes hidroeléctricas, incrementado la potencia instalada en 72% entre 2000

² Barriles equivalentes de petróleo

y 2015, mientras que la introducción de la energía eólica y fotovoltaica inició en el 2007 y su aporte actual a la matriz energética es marginal.



2.6.1. Energía en el sector agro

El consumo total de energía en el Ecuador según el Balance Energético Nacional 2016 año base 2015, es de 95 millones de BEP al año, de los cuales aproximadamente el 1,2% (1.150 kBEP) corresponde a la demanda energética del sector Agro, pesca y minería. Esto ha supuesto una reducción de 0,8% respecto a 2014, pero manteniendo el % de consumo energético de este sector constante desde 2010 (1,2%) respecto al total del país. Dentro de este valor se cuantifica el consumo de gas licuado de petróleo (GLP) (176 kBEP), gasolinas (765 kBEP) y no energéticos (209 kBEP), puesto que, la energía necesaria para accionamiento de maquinaria para transporte o maquinaria agrícola que implica el uso de diésel u otros tipos de combustibles, se encuentran cuantificados de manera conjunta dentro de otros sectores.

Los combustibles que satisfacen la demanda del sector agro, pesca y minería son principalmente gas licuado de petróleo (GLP) y gasolinas, de los cuales para el 2015 se registra un consumo de 23`117.000 Kg de GLP y 136`127.193 litros de gasolina o 176 y 765 kBEP en unidades equivalentes respectivamente.

De los datos reportados por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífico (ARCH) al Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) para la elaboración del Balance Energético 2016, se conoce que, la ARCH clasifica el consumo de GLP y gasolinas para el sector Agro, pesca y minería como: "GLP de agro" y "gasolinas de pesca". Por lo tanto, se entiende que del consumo total de GLP reportado (176 kBEP), el 100% corresponde al sector agrícola.

Al presente, no se cuenta con información actualizada sobre el consumo detallado por actividad dentro del sector agropecuario en el país. Sin embargo, se conoce de forma cualitativa que el GLP es utilizado en todos aquellos procesos donde se requiere la generación de calor de forma controlada.

En el sector agrícola, por ejemplo, se evidencia el uso de GLP en el acondicionamiento de la temperatura en invernaderos (producción de flores), con lo cual, se logra un nivel de temperatura artificial que mantiene condiciones ambientales estándar, evitando cambios bruscos que causarían la pérdida de una producción determinada. De igual manera, se destaca el uso del GLP en secadores para reducir la humedad de los productos agrícolas (principalmente granos) evitando de esta manera pérdidas durante el período de almacenamiento en producciones de mediana y grande escala. Adicionalmente, dentro del mismo sector, este combustible es aplicado en la quema de rastrojos y preparación del terreno para cultivos con mayor tecnificación y escala.

En referencia al sector pecuario, el GLP es utilizado para mantener las condiciones de temperatura requeridas en granjas dedicadas a la crianza de distintas especies (pollos, cerdos, conejos, etc.) dentro de las distintas fases de crecimiento de animales de granja. Sin embargo, es necesario aclarar, que el GLP no es la única fuente energética para este fin, puesto que existen otros mecanismos como el calentamiento por lámparas que utilizan electricidad, aunque no se dispone de datos.

Finalmente, y de forma general en todos los sectores del país, el uso del GLP se enfoca en aplicaciones domésticas como la cocción de alimentos y el calentamiento de agua. En promedio, según datos del INEC, en el 2011 el consumo de gas por unidad familiar en el área urbana y rural del Ecuador fue de 1,23 tanques de 15 kg por mes.

En referencia a las gasolinas como combustible, son principalmente usadas en el accionamiento de maquinaria agrícola (maquinaria para el abonado, siembra, labores de cultivo, tratamientos fitosanitarios, entre otras) así como en el transporte.

3. El sector agropecuario en Ecuador

Las fuentes de información que se encuentran en el país en muchos de los casos son obsoletas debido a que se tienen censos realizados hace mucho tiempo como el de población y vivienda en el año 2010 y el censo agropecuario realizado en el 2000. Por ello se ha recurrido a encuestas realizadas por el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC) que permiten analizar la población a través de muestras.

3.1. Población rural y trabajadores del sector agropecuario

Según el último censo nacional de población y vivienda realizado en el año 2010 por el INEC (2010), la población rural ascendía a 5.392.713 personas, 37,23% del total de la población del país, siendo el 49,4% mujeres y el 50,6% hombres. Para el año 2017, el 29,3% del total de la población nacional se dedica a la agricultura. (ENEMDU, 2017).

La agricultura emplea a 1.897.134 personas en Ecuador según datos de 2016 (ESPAC, 2016). Esto significa una pérdida de 800.000 trabajadores respecto a 2014 (ESPAC, 2014). De los 1,9 millones de trabajadores en 2016, 1.4 millones lo hacen de forma no remunerada (75%) y un 25% de forma remunerada permanente u ocasional (Tabla 5). De este modo, a nivel general, la población rural que trabaja en el sector agropecuario se caracteriza por su informalidad vinculada a una agricultura familiar, que ha aumentado del 69 al 75% del 2014 a 2016.

Región	Trabajadores totales	Trabajadores no remunerados		Trabajadores remunerados		
		Productor y/o familiares	%	Permanentes	Ocasional es	%
Sierra	999.338	807.545	81%	114.693	77.099	19%
Costa	786.542	515.010	65%	124.897	146.635	35%
Oriente	108.626	94.826	87%	7.693	6.108	13%
Zonas no delimitadas*	2.627	1.477	56%	734	416	44%
Total Nacional	1.897.134	1.418.858	75%	248.017	230.258	25%

*Zonas no delimitadas: El Piedrero y las Golondrinas, zonas que no pertenecen a ninguna provincia.
Fuente: ESPAC 2016.

La remuneración de los trabajadores en el sector agropecuario ecuatoriano marca una gran diferencia entre la región de Costa y las regiones de Sierra y Oriente. En la Costa, el 65% de los trabajadores no son remunerados, mientras en la Sierra y oriente este porcentaje sube hasta 87 y 81% respectivamente. Estos datos ya

La Sierra y el oriente tienen una proporción muy alta de trabajadores del sector agropecuario no remunerados, lo que indica la importancia de la agricultura familiar, frente a la Costa, donde hay mayor número de trabajadores remunerados vinculados principalmente a cultivos de exportación.

indican un manejo diferente de la actividad agropecuaria en el país. Esto se debe a que en la Costa existen mayor cantidad de cultivos agroexportables que demandan el uso intensivo de mano de obra (ESPAC 2016).

3.2. Sistemas de producción agropecuaria en Ecuador

Se entiende por sistema de producción agropecuaria a la forma en que la sociedad explota la tierra, disponiendo sobre ella plantas y animales, valiéndose de un conjunto de recursos y técnicas interrelacionadas tales como: clima, agua, suelo, cultivos, ganadería, herramientas, surcos, terrazas, camellones, irrigación, drenaje, fertilización, árboles, etc. (HARO. R, 2003)

Históricamente en el Ecuador la forma en la que se ha producido ganado en general, ha sido básicamente de forma extensiva, es decir que para poder incrementar la producción se van incorporando más unidades de factor siendo éstas principalmente pastizales y número de cabezas. Más no se realiza un mejoramiento en los rendimientos por cada una de estas unidades, lo cual se evidencia en las bajas cantidades de producción de leche como de carne dependiendo del tipo de animal. (HARO. R, 2003)

De esta perspectiva, se puede categorizar el manejo de los hatos ganaderos en general, que básicamente comprenden: manejo estabulado, semiestabulado, pastoreo libre y sogueo, o considerados como intensivo, semintensivo y extensivo. (HARO. R, 2003)

En el país predominan tres grandes sistemas de producción agropecuaria:

- **La Costa**, cuya superficie representa un 27% del total nacional, alberga a 1.825 mil habitantes de la población rural, de estos 786.542 (el 43,08%) son productores. Se caracteriza por un sistema mixto y de plantación costera. Incluye tierras agrícolas de buena calidad y con posibilidades de riego. Estas tierras se destinan a la agricultura de exportación y a ganadería vacuna extensiva (básicamente de carne). A esto se añade la pesca y la producción camaronera, repartida en toda la faja costera, pero con mayor concentración en el Golfo de Guayaquil. (NIETO. C, 2006)
- **La Sierra**, con un 25% de superficie del territorio total nacional y 2.270 mil habitantes en la zona rural, de estos 999.338 (el 44,01%) son productores, se caracteriza por un sistema mixto de montaña en los Andes. La producción y el tipo de unidades productivas están bastante diversificadas: predominan en número los agricultores familiares, le siguen los agricultores medianos y las grandes propiedades dedicadas a ganadería de leche. A esto hay que sumar las tierras altas con ecología de páramos (alrededor de 600.000 ha), que se dedican a pastoreo extensivo, pero con significativas intervenciones para cultivos, lo cual pone en riesgo la disponibilidad de agua para la región debido a que los páramos son los ecosistemas en los cuales se originan la mayoría de fuentes y cursos de agua. (NIETO. C, 2006)
- **El oriente** representa un 45% de superficie del territorio total nacional y tiene 402 mil habitantes en la zona rural, de estos 108.626 (el 26,98%) son productores, y se caracteriza por un sistema amazónico. Este sistema está basado en recursos forestales, a los cuales se han venido incorporando producciones ganaderas extensivas de carne y leche, y pequeñas explotaciones agrícolas generalmente poco tecnificadas con cultivos de subsistencia. Últimamente hay una expansión de cultivos de exportación,

principalmente café y cacao, aunque con serias dificultades de manejo, postcosecha y transporte. (NIETO. C, 2006)

En forma general a nivel nacional, los pequeños productores que tienen propiedades entre 1 a menos de 5 ha, y los medianos con propiedades entre 5 a 20 ha, poseen todo tipo de ganado criollo con escasa tecnología. Aquellos productores con considerable espacio y producciones grandes con más de 20 ha realizan una ganadería tecnificada y semitecnificada con procesos de mejoramiento genético, razas que están en función de sus características de adaptación en las tres regiones. (HARO. R, 2003)

3.3.Unidades productivas agropecuarias UPAS

La unidad productiva agropecuaria, conocida por sus siglas como UPA, es una extensión de tierra de 500 m² o más, dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria y que es considerada como una unidad económica. (ESPAC 2016)

En el año 2013 en el Ecuador existían 772.136 UPAS en un área de 11.046.825 hectáreas. En la región Sierra es donde se encontraba el mayor porcentaje (63,58%) de pequeños productores (1 a 5 ha de terreno) y de medianos productores (56,22%) (5 a 20 ha). La región Costa es en donde se encuentran la mayor cantidad de grandes productores 77,77% del total nacional (Tabla 6).

Así mismo en la región Sierra es donde se encontró la mayor desigualdad en la distribución de la tierra, con un coeficiente de Gini el cual mide el grado de desigualdad de una variable en una distribución y fue de 0,81, le seguía la Costa con 0,75, luego Galápagos con 0,68 y la Amazonía con 0,53. (INEC 2000).

Los sistemas de producción pecuaria en general, están en relación con el tamaño de la explotación. Las grandes explotaciones tienen un paquete tecnológico con insumos externos considerables, los medianos, utilizan asimismo asistencia técnica pero en menor proporción y los pequeños productores casi siempre recurren a prácticas de autosuficiencia y agricultura familiar.

En general, no son las mejores tierras las que se encuentran en posesión de los pequeños productores. Esta situación, unida a la reducida superficie de la propiedad, los obliga a minimizar los riesgos de malas cosechas explotando una amplia variedad de cultivos y ganadería de todo tipo. Por eso los pequeños productores, casi siempre practican una producción diversificada y resiliente. Los sistemas de producción exclusivamente ganaderos en general se ubican de preferencia en las UPAS grandes. (HARO. R, 2003)

Tabla 6. UPAS por regiones y tamaño de productores en el Ecuador						
Regiones	Pequeños 1-5 ha		Medianos 5-20 ha		Grandes >20 ha	
	UPAS	%	UPAS	%	UPAS	%
Sierra	270.589	63,58	173.999	56,22	6.191	16,70
Costa	112.348	26,40	105.424	34,07	28.828	77,77
Oriente	42.660	10,02	30.048	9,71	2.049	5,53
Total nacional	425.597	100	309.471	100	37.068	100

Fuente: CGSIN – MAGAP 2016. Datos ESPAC 2013

3.4. Clasificación de los productores en Ecuador

Ante la falta de información estadística que permita operativizar conclusiones más refinadas, se definió a los diversos tipos de agricultura con criterios empíricos que ponen el acento en algunas dimensiones que caracterizan a las unidades productivas. (MAGAP, 2016)

Las variables utilizadas fueron:

- Valor monetario de la producción total de la UPA (anual)
- Mano de obra no remunerada empleada en la UPA
- Residencia de la persona productora principal en la UPA

Basándonos en estos criterios, los productores se clasifican de la siguiente manera:

Pequeña agricultura campesina y familiar.- Son aquellos cuyos ingresos anuales de producción de la UPA son menores a 10.000 dólares, al menos el 50% de la mano de obra de la UPA no es remunerada y la persona productora principal reside en la UPA. (MAGAP, 2016)

Mediana agricultura.- Es aquella cuyos ingresos anuales de producción de la UPA son mayores a 10.000 y menores a 30.000 dólares, la mano de obra no remunerada es mayor a 20% y menor del 50%, la persona productora principal no necesariamente reside en la UPA. (MAGAP, 2016)

Agricultura empresarial.- Son aquellos productores cuyos ingresos anuales son superiores a 30.000 dólares, la mano de obra no remunerada es menor al 20% de los ocupados en el predio, la persona productora principal no necesariamente reside en la UPA. (MAGAP, 2016)

3.5. Grupos indígenas en la agricultura en Ecuador

En el Ecuador los grupos indígenas en particular, fueron concentrados en tierras de segunda calidad, especialmente en zonas montañosas y con poca accesibilidad al agua de riego entre otros recursos. La población indígena en el área rural de Ecuador en el año 2000 era de 680.586 habitantes, siendo la región Sierra la de mayor concentración con 87,5% de personas. (INEC 2000)

La mayor concentración de tierra en el Ecuador se encuentra en manos de la población mestiza con un 47,7% los cuales poseen 45,9% del total de la superficie rural (tabla 7). Seguido de un gran número de productores 33,5% de pobladores que no informaron su pertenencia étnica, no obstante se responsabilizan del 37,4% de la superficie agropecuaria del país. A continuación están los productores indígenas que representan el 13,9% de la población y responden por el 9,5% de la superficie agropecuaria. (INEC, 2000)

La población indígena dedicada al agro se concentra en la Sierra, donde se da un proceso de minifundios, mientras que otros grupos (mestizos y blancos) han accedido a nuevas tierras de colonización principalmente en la Costa.

Se ha podido evidenciar que el efecto redistributivo de la tierra a través del tiempo se ha reducido ratificándose en la desigualdad de la superficie promedio por UPA entre los productores indígenas con 10 ha y los blancos con 21,6 ha (INEC 2008). Esto es debido parcialmente a que los blancos y mestizos han accedido a nuevos terrenos agrícolas en el oriente, y principalmente en la Costa, donde las fincas colonizadas son

de mayor tamaño. Por otro lado, los productores indígenas han mantenido sus tierras, principalmente en la Sierra, donde se ha ido repartiendo las fincas en herencias produciendo el minifundio.

Tabla 7. Número de productores agropecuarios y superficie de terrenos por etnias en Ecuador

Etnia	Productores		Superficie	
	Número	%	ha	%
Ignorado	282.143	33,5	4.621.887	37,4
Blanco	30.958	3,7	667.471	5,4
Indígena	117.243	13,9	1.178.486	9,5
Mestizo	402.215	47,7	5.675.635	45,9
Negro	8.321	1	172.205	1,4
Otros	2.000	0,2	40.136	0,3
Total	842.880	100	12.355.820	100

Fuente: INEC 2000.

3.6. Uso del suelo en el Ecuador

En lo que se refiere a la utilidad del suelo en el sector rural del país, la superficie total nacional asciende a 12.385.973 hectáreas en 2016, representando una tasa decreciente de 1,59% respecto a la superficie total del año 2015. Para el año 2016, los cultivos permanentes representan el 11,62%, cultivos transitorios y barbecho el 6,86%, descanso el 1,02%, pastos cultivados el 18,57%, pastos naturales 6,46%, páramos 3,05%, montes y bosques 46,61%. (ESPAC, 2016).

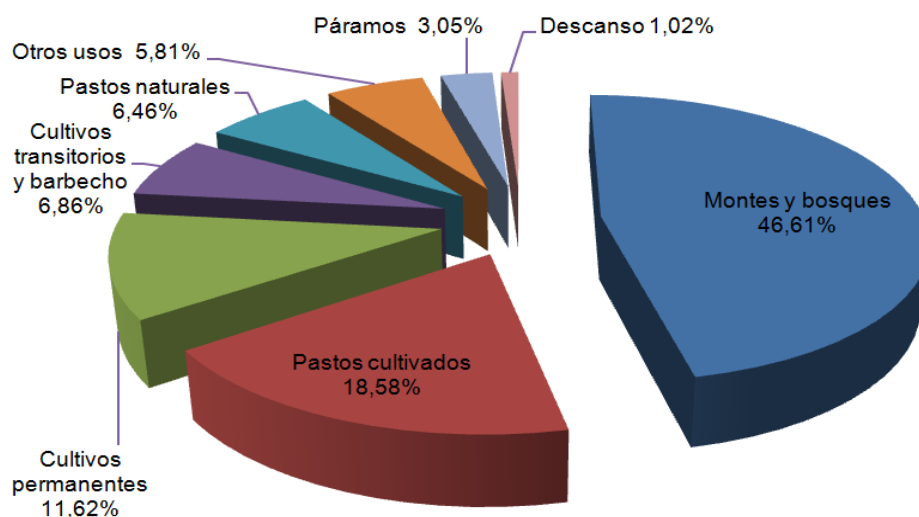


Figura 6: Utilidad del suelo en el área rural. Fuente: ESPAC 2016.

3.7. La economía del sector agropecuario en el Ecuador

La agricultura históricamente ha sido la base de la supervivencia de la población ecuatoriana pues Ecuador es autosuficiente en alto grado en cuanto a productos agropecuarios. Tan solo se

importa el 2,7% de los alimentos, siendo el 2,6% alimentos primarios y el 0,1% industrializados. (MAGAP, 2016)

En el año 2013 la agricultura, adecuadamente medida, constituyó el 14% del valor agregado bruto total de la economía. De este total, la pequeña agricultura campesina aporta con el 7% del Valor Agregado Bruto (VAB) agrícola, aunque los datos no recogen toda su producción, ni todos sus circuitos de comercialización. El segmento de mediana agricultura aporta con el 15,5%, con similares problemas de recolección de la información de producción y de los circuitos de comercialización. Y el segmento de agricultura empresarial aporta con el 77,5% del VAB del sector agrícola. (MAGAP, 2016)

En Ecuador, la ganadería es una actividad económica importante para la población rural y para la producción de carnes y derivados. Durante la última década, la producción pecuaria ecuatoriana, incluyendo ganado porcino, caprino, aves de corral y la agroindustria de derivados pecuarios contribuyó con el 1,6% a la producción bruta total PIB. (MAGAP, 2016)

De la producción pecuaria total, se estima que aproximadamente un 48% corresponde a la cadena de productos lácteos de bovino, un 45% a la cadena de cárnicos y un 7% al resto otras especies menores. (MAGAP, 2016)

Para el año 2016 la producción bruta en miles de dólares para los animales vivos y sus productos fue de 2.722.599. Para la carne, productos y subproductos fue de 2.612.522. Para los productos lácteos elaborados 1.251.931. (BCE, 2016)

El sector lácteo representa un 48% del sector pecuario, siendo el país exportador de leche, mientras que el sector cárnico representa un 45% del sector teniendo que importar carne porcina.

En el año 2014, se exportaron 1200 t de leche, es decir 10 millones de litros, hacia Venezuela y se han hecho negociaciones para exportar en un futuro hacia Brasil, Estados Unidos, Rusia y Europa. (AGSO 2014)

En el 2014, las importaciones más representativas fueron las de especies porcinas que representaron 45% del monto total importado de carne, seguido de harina de carne/chicharrones con 28% y bovino con 13%. Los principales orígenes de las importaciones de productos cárnicos bovinos fueron EE.UU., Uruguay, Chile y Bolivia. (BCE, 2014)

El volumen importado de productos incluidos en las partidas arancelarias de carne y despojos comestibles, embutidos y demás preparaciones de carne, así como harina de carne y chicharrones, sumaron un total de 22.737 t en el año 2014, por un valor de 35.1 millones de dólares FOB, según cifras del BCE. (BCE, 2014)

4. El Sector Pecuario en el Ecuador

Según información de la ESPAC 2013, en el Ecuador la cantidad de productores pecuarios, en general es de 320.279. (INEC, 2013). En la tabla 8 se muestra la distribución de productores según la cantidad de terreno que poseen.

Terreno	Número de UPAS	Porcentaje
menos de 1 ha	16.334	5,1
de 1 hasta menos de 2 ha	13.131	4,1
de 2 hasta menos de 3 ha	10.889	3,4
de 3 hasta menos de 5 ha	16.013	5,0
de 5 hasta menos de 10 ha	24.341	7,6
de 10 hasta menos de 20 ha	31.067	9,7
de 20 hasta menos de 50 ha	61.173	19,1
de 50 hasta menos de 100 ha	50.604	15,8
de 100 hasta menos de 200 ha	39.074	12,2
de 200 ha a más	57.653	18,0
Total	320.279	100

Fuente: INEC, 2013

Los productores con menos de 5 ha son más de 56.000, representando un 18% del total. Similar número suman los productores que poseen entre 5 y 20 ha, representado un 17% del total.

Teniendo en cuenta la información proporcionada por el INEC en el 2000, el número de productores bovinos era de 427.514 y según la información de AGROCALIDAD en el 2003, el número de productores porcinos era de 242.301, dando un total de 669.815, una cifra que duplica a la dada por el INEC en el 2013.

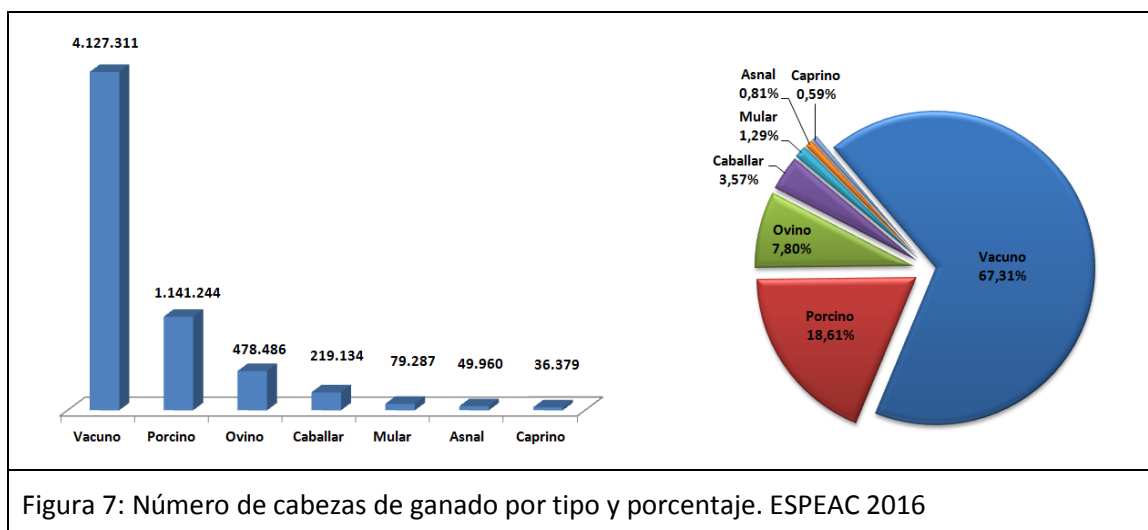


Figura 7: Número de cabezas de ganado por tipo y porcentaje. ESPEAC 2016

En el Ecuador la producción pecuaria, a nivel nacional para el periodo 2016, evidenció que la mayor cantidad de ganado que existía era el bovino (*Bos taurus* y *Bos indicus*) teniendo un total de 4.127.311

En Ecuador, el 18% (56.000) de los productores pecuarios poseen menos de 5 ha, y un número similar (55.000) posee entre 5 y 20 ha.

vacunos. Siendo la región Sierra la que cuenta con mayor cantidad de ganado un 49,48% del total nacional, seguida por la Costa con 41,96%, el Oriente con 8,51% y las zonas no delimitadas con un 0,05%. Es importante destacar que las estadísticas incluyen a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas como Región Sierra, cuando por su clima y condiciones se asemeja más a la sección Costa. Si se incluye Santo Domingo de los Tsáchilas en la Región Costa, la Sierra contaría con el 46% de las cabezas y la Costa con el 45%.

El segundo lugar lo ocupaba el ganado porcino (*Scrofa domesticus*) con un total de 1.141.244 animales, la región que más producción tuvo fue la Sierra con 55,59%, seguida de la Costa con 40%, el Oriente con 3,91% y las zonas no delimitadas con el 0,50% (ESPAC, 2016). De nuevo, si se considera Santo Domingo de los Tsáchilas como región Costa, esta pasa a tener el 49% de los animales, y la Sierra baja a 43%. Las provincias de Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas y Manabí superan los 100.000 cerdos cada una.

Regiones	Vacuno	Porcino	Ovino	Asnal	Caballar	Mular	Caprino	Aves
Sierra*	2.042.144	634.367	464.873	34.161	103.511	20.283	20.135	34.087.495
Costa	1.731.772	456.447	11.222	15.339	92.211	55.221	15.626	13.851.420
Oriente	351.228	44.619	2.078	461	23.284	3.751	618	2.129.222
Zonas no delimitadas	2.167	5.811	312	0	129	32	0	123.840
Total nacional	4.127.311	1.141.244	478.486	49.960	219.134	79.287	36.379	50.191.977

*Considera a Santo Domingo de los Tsáchilas
Fuente: ESPAC 2016

4.1.El sector bovino en el Ecuador

El número total de productores bovinos según el censo agropecuario de 2000 era de 427.514 y según AGROCALIDAD en el 2016 es de 288.226 y se estima que cada productor tiene en promedio una familia de 5 personas.

La producción de ganado bovino es llevada a cabo en su mayoría por pequeños ganaderos los cuales tiene entre 1 ha y menos de 5 ha de superficie de terreno, entre 1 – 20 bovinos y representan el 80,86% de productores. Los medianos productores tienen terrenos de 5 ha a menos de 20 ha, poseen generalmente entre 21 a 50 bovinos y representan el 13,88%. Y los grandes ganaderos son los que tienen propiedades desde 20 ha en adelante, más de 50 bovinos y representan el 5,26%. (AGROCALIDAD, 2016)

Bovinos	Promedio Bovinos en Producción	Productores	Porcentaje	Clasificación
1 - 20	4 – 10 vacas	233.061	80,86	Pequeño
21 - 50	25 – 40 vacas	40.006	13,88	Mediano
más de 50	60 a más	15.159	5,26	Grande
Total		288.226	100	

Fuente: AGROCALIDAD, 2016

La mayor producción se encuentra en manos de pequeños y medianos ganaderos, y sus sistemas productivos se caracterizan por poseer limitados recursos en términos de tierra, capital y tecnología. En general manejan complejos sistemas de producción,

El 80,9% del sector bovino está dominado por pequeños productores que poseen menos de 5 ha de terreno y menos de 10 vacas.

donde pueden ser afectados por factores externos como políticas agrarias, clima, etc., cuyas consecuencias a menudo se reflejan en una baja productividad y sostenibilidad (HARO. R, 2003)

Una Unidad Bovina Adulta (UBA) defeca de 10 a 15 veces por día, el área cubierta por las heces se encuentra entre 0,5 y 1 m² diario y la cantidad total de heces eliminada es de unos 20 a 30 kg por día lo que representa entre el 6 y 7 % de su peso vivo en heces y alrededor del 2,5 % de su peso vivo en orina, lo cual puede variar ampliamente de acuerdo con las condiciones climáticas, su condición fisiológica y la alimentación a la que está siendo sometido el animal, pudiendo elevarse hasta 45 kg. (Bavera. G, Peñafort. H, 2006)

Una carga de una tonelada de estiércol típico de vaca con un contenido aproximado de 50% de humedad, contiene alrededor de 42 kg de nitrógeno (N), 18 kg de Óxido de Fósforo (P₂O₅) y 26 Kg de Óxido de potasio K₂O. (Roberts. T)

4.1.1. El subsector de la carne de bovino en Ecuador

La actividad de mayor predominio en el país es de doble propósito, es decir la producción tanto de leche como de carne. Se estima que alrededor de 2.8 millones (69%) de cabezas del hato ganadero local son animales con doble propósito (USDA FAS, 2015). La crianza del ganado vacuno se caracteriza por ser extensiva, lo cual dificulta fuertemente la recolección de estiércol, y solo en casos específicos aplica la introducción de biodigestores.

Actualmente (2016) Manabí cuenta con 880.000 animales, Azuay con 335.000, seguidas por Cotopaxi y Chimborazo en la Sierra y Guayas y Esmeraldas en la Costa con números ligeramente superiores a las 200.000 cabezas. (ESPAC 2016).

Las razas de ganado de carne de mayor preferencia son Brahman y Charolais, aunque las razas Angus, Brangus y Herefords también son populares. Se estima que en 2015 se sacrificaron alrededor de 0,9 millones de cabezas que produjeron 182 mil t de peso equivalente a la canal. La mayor parte del ganado destinado a faenamiento corresponde a hembras mayores a 2 años es decir el 42%, seguido por toretes de 1 a 2 años que representan el 28%. (ESPAE 2016)

Manabí es la provincia con mayor número de cabezas de ganado bovino (0,8 millones), seguido de Azuay (350 mil), y después le siguen varias provincias con valores entorno a los 200.000 cabezas (Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo en la Sierra y Guayas y Esmeraldas en la Costa)

Tabla 11. Cantidad de ganado de carne y doble propósito y su producción.

Número de cabezas carne y doble propósito (millones)	Producción t/año	Importaciones t/año	Consumo doméstico t/año	Otros usos y pérdidas t/año
3.15	181.890	1.075	174.552	8.413

Fuente: USDA FAS. 2015

Dentro de la cadena de valor de la carne, existe una amplia dispersión en la producción ya que la mayoría de productores (66%) son pequeños. Y debido a la manera en la que manejan su ganado, la cantidad de carne y sus subproductos producidos no es regular. Afectando además el pobre desempeño en el faenamiento que es realizado en un 86% en camales municipales, siendo el 90% de estos de mala calidad. (MIPRO 2011)

El gasto mensual de las familias ecuatorianas en alimentos cárnicos frescos y congelados se ha estimado en 114 millones de dólares, a pesar de que la carne de res ha disminuido su importancia con respecto a la carne de pollo reduciéndose su consumo del 46% en el 2003 al 40% en el 2011. (ENIGHUR 2011).

El país ha recibido recientemente la declaración libre de fiebre aftosa con vacunación, lo que abre la puerta para la exportación de productos ganaderos y que puede ser aprovechado por agronegocios locales con proyección internacional. (ESPAE 2016)

4.1.2. El subsector lechero en el Ecuador

Una de las mayores actividades a las que se dedican los agricultores ecuatorianos es la producción de leche, la que en el año 2016 contabilizó un total de 5.319.288 litros diarios, con un número de vacas ordeñadas de 896.170. Estos datos reportan una producción media diaria de leche por animal de 5,9 litros.

Manabí es la provincia con mayor número de vacas ordeñas (174.000), seguida por Azuay (99.000), Pichincha (80.000), Chimborazo (72.000), Cotopaxi (61.000) y Cañar (60.000) (ESPAC, 2016). En relación al promedio de litros de leche producidos por vaca, la Sierra se destaca con 10,49 litros/vaca, esto debido a la calidad del ganado

Manabí registra el mayor número de vacas en ordeños, pero de muy baja productividad, mientras que es Pichincha la tercera provincia en número de vacas en ordeño, pero la que más litros de leche entrega.

lechero existente en esta región así como los pastos que poseen ya sean cultivados o naturales y que sirven para su alimentación. La región Oriental ocupa el segundo lugar con 4,70 litros/vaca y por último la región Costa con 3,52 litros/vaca. (ESPAC, 2016).

Tabla 12. Ganado bovino de leche y su producción por regiones existente en el Ecuador.

Región	UPAS	Vacas ordeñadas	%	Producción de leche (litros)	%
Sierra	128.282	570.270	63,63	4.106.855	72,21
Costa	88.038	271.194	30,26	955.272	17,96
Oriental	20.964	54.537	6,09	256.421	4,82
No Delimitadas	31	169	0,02	740	0,01
Total Nacional	237.315	896.170	100	5.319.288	100

Fuente: INEC 2000, ESPAC 2016

Las principales provincias que producen leche son: Pichincha, Manabí, Chimborazo y Cotopaxi, pero son casos dispares, ya que la diferencia de productividad de la vacas es muy alta. El caso de Manabí, que aparece como segunda productora de leche del país, es a base de muchas vacas en ordeño pero muy baja productividad (3,6 l/v-d), lo que puede ser indicativo de que predominan las vacas de doble propósito (tabla 13). Las provincias con mayores productividades son Pichincha, Imbabura, Tungurahua y el Carchi y se caracterizan por una mayor especialización en producción lechera, por disponer de los mejores hatos, con una base genética de alto nivel. (ESPAC, 2016)

Las provincias con mayores productividades lecheras por animal son Pichincha, Imbabura, Tungurahua y el Carchi, seguidas por Napo y Cotopaxi.

Tabla 13: Numero de vacas en ordeño, producción de leche y litros/vaca por región y provincia			
Región y Provincia	Número total de vacas ordeñadas	Producción total de leche (litros)	Litros/vaca
TOTAL NACIONAL	896.170	5.319.288	5,9
REGIÓN SIERRA	570.270	4.106.855	7,2
REGIÓN COSTA	271.194	955.272	3,5
REGIÓN ORIENTAL	54.537	256.421	4,7
ZONAS NO DELIMITADAS	169	740	4,4
REGIÓN SIERRA			
AZUAY	99.473	561.431	5,6
BOLÍVAR	40.595	159.055	3,9
CAÑAR	60.419	370.231	6,1
CARCHI	32.835	311.680	9,5
COTOPAXI	61.179	483.699	7,9
CHIMBORAZO	72.524	458.181	6,3
IMBABURA	24.808	246.454	9,9
LOJA	31.664	143.666	4,5
PICHINCHA	80.640	845.963	10,5
TUNGURAHUA	40.470	355.679	8,8
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	25.663	170.816	6,7
REGIÓN COSTA			
EL ORO	14.938	63.677	4,3
ESMERALDAS	28.504	100.556	3,5
GUAYAS	41.149	121.903	3,0
LOS RÍOS	12.525	47.607	3,8
MANABÍ	173.924	621.174	3,6
SANTA ELENA	155	355	2,3
REGIÓN ORIENTAL			
MORONA SANTIAGO	19.619	79.432	4,0
NAPO	4.354	36.326	8,3
ORELLANA	5.132	19.520	3,8
PASTAZA	2.835	18.632	6,6
SUCUMBÍOS	6.744	24.671	3,7
ZAMORA CHINCHIPE	15.853	77.839	4,9

Fuente: ESPAC, 2016

Respecto al tamaño de granja lechera a nivel nacional, la productividad (leche/vaca) se mantiene en el rango 3,95-4,94 litros/vaca (RRCNC, 2016), sin poder identificar el tamaño de UPA típico que tiene mayores productividades, y que por tanto podría indicar lecheros consolidados (ver tabla 14).

La provincia lechera por excelencia es Pichincha, caracterizada por su alta productividad, con sus 8 cantones todos productores de leche. Estos forman los sectores de mayor producción de lácteos del Ecuador, siendo el Cantón Mejía que cuenta con alrededor de 3.872 fincas y su

cabecera cantonal, Machachi, el de mayor producción, convirtiéndose en símbolo nacional de producción lechera. (CIL, 2015)

Tabla 14: cabezas de ganado lechero, litros de leche producidos y productividad según el tamaño UPA

TAMAÑOS DE UPA (Hectáreas)	Cabezas	Litros de leche	Litros/vaca
Total	808.856	3.525.027	4,36
< 1	52.232	224.469	4,30
1-2	45.558	191.574	4,21
2-3	39.396	160.288	4,07
3-5	54.720	227.188	4,15
5-10	80.210	327.755	4,09
10-20	87.353	345.282	3,95
20-50	151.665	644.654	4,25
50-100	119.962	531.871	4,43
100-200	87.581	432.847	4,94
>200	90.179	439.098	4,87

Fuente: RRCNC, 2016

El ganado lechero más antiguo del Ecuador, se encuentra en Mejía, manteniendo un alto valor genético. Las vacas Holstein, Brown Swiss, Jersey y Normando, han sido y son la base donde se ha originado, mucha de la ganadería de todo el país. Allí se ubica la mayoría de haciendas, con muy alta producción lechera por hectárea, que según estudios pertenecientes al año 1948, tenían un promedio de 3,8 litros de leche al día, hoy este promedio alcanza los 17,8 litros y existen varias que alcanzan sobre los 25 litros por día. (CIL, 2015)

En las zonas de la provincia de Pichincha, existen comunidades

campesinas productoras de leche, muchas de ellas en igual que pequeños productores. Cayambe ha sido cuna de la producción artesanal de lácteos, así como, de importantes industrias, que hoy tienen enorme proyección nacional. En toda la provincia, no es raro ver pastando o amarradas en los caminos vecinales, vacas lecheras de campesinos que no dejan desperdiciar ningún pasto. (CIL, 2015)

La provincia Pichincha, es donde más actividad lechera hay en el país (el 15,9% de la producción nacional), especialmente el Cantón Mejía, seguido por el Cantón Cayambe

El pequeño productor de leche en la Sierra ordeña manualmente en el potrero, dificultando la posible recolección de estiércol. En la Costa se ordeña en corral con piso de tierra, facilitando el proceso de recogida de estiércol.

Los pequeños productores lecheros de la Sierra, tienen al ganado generalmente en un potrero cerca de la casa y es ahí donde realizan las labores de ordeño de forma manual. En el caso de la Costa la única variación es que el ordeño se lo realiza generalmente en un corral con piso de tierra. Los medianos productores también tienen al ganado en los potreros ya no tan cercanos a la casa y el ordeño se lo realiza manualmente o en su mayoría con ordeñadoras portátiles en un lugar específico bajo

techo. El estiércol que es depositado en el potrero en el caso de la Sierra y posteriormente es esparcido por todo el terreno con el uso de rastrillos, siendo muy rara vez recogido. En el caso de la Costa queda esparcido en el corral donde se realiza el ordeño sin que nadie lo recoja y en el potrero donde están las vacas es posteriormente esparcido.

Tabla 15. Producción y costos de leche según el tipo de productor en Ecuador

Productor	Producción diaria de leche	Costo al por mayor
-----------	----------------------------	--------------------

Pequeño	50 - 80 litros	0,40 - 0,46 USD/l
Mediano	80 - 200 litros	0,50 - 0,56 USD/l
Grande	desde 200	0,60 - 0,65 USD/l

Fuente: INEC 2000

En el Ecuador la producción diaria de un pequeño productor va de los 50 a los 80 litros diarios de leche vendiéndola desde los 0,40 USD si se la compran piqueros (intermediarios) en la propia finca y hasta los 0,46 USD si se encuentra asociados y la venden en conjunto a pasteurizadoras. Los medianos productores recolectan de 80 a 200 litros diarios de leche, la venden de 0,50 a 0,56 USD/l a las pasteurizadoras. Este precio varía dependiendo de la calidad de la leche y la fábrica que les compra. Los grandes productores tienen una producción diaria de leche que va desde los 200 litros en adelante, la venden desde los 0,60 – 0,65 USD/l, esta variación se da por la calidad de la leche y el análisis que se les hace a las vacas de cada hacienda.

El consumo per cápita de leche en el Ecuador es de 100 litros al año. La leche se comercializa en finca a un precio de 43 centavos de dólar y en el mercado se la encuentra desde 65 centavos de dólar (CGSIN – MAGAP, 2017). En el año 2016 se obtuvieron 782,4 millones de dólares producto de la venta de la leche y sus derivados, un 7% más comparado con el año 2015. (AGSO, 2016).

La distribución de los centros de acopio de leche (Figura 7) confirma que la Sierra es la región con mayor número de estos, sumando la provincia Napo y Pastaza (<http://geoport.al.agricultura.gob.ec/>).

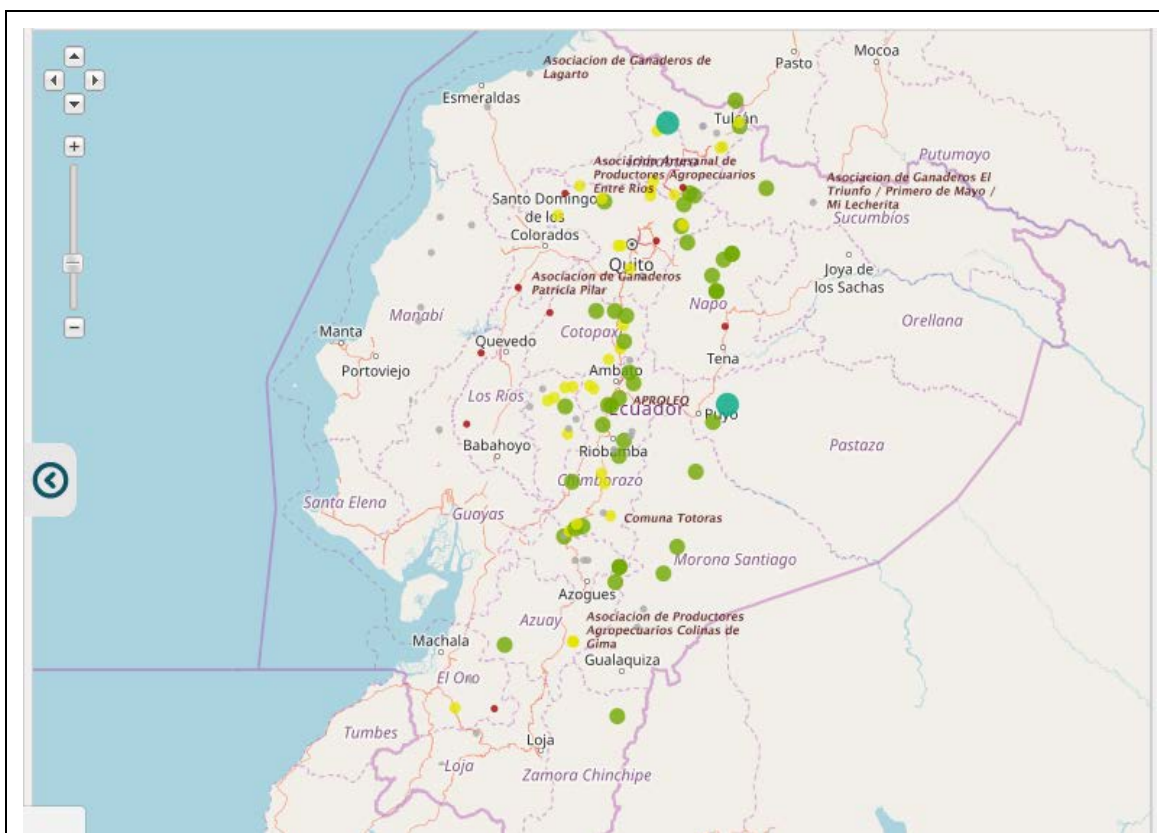
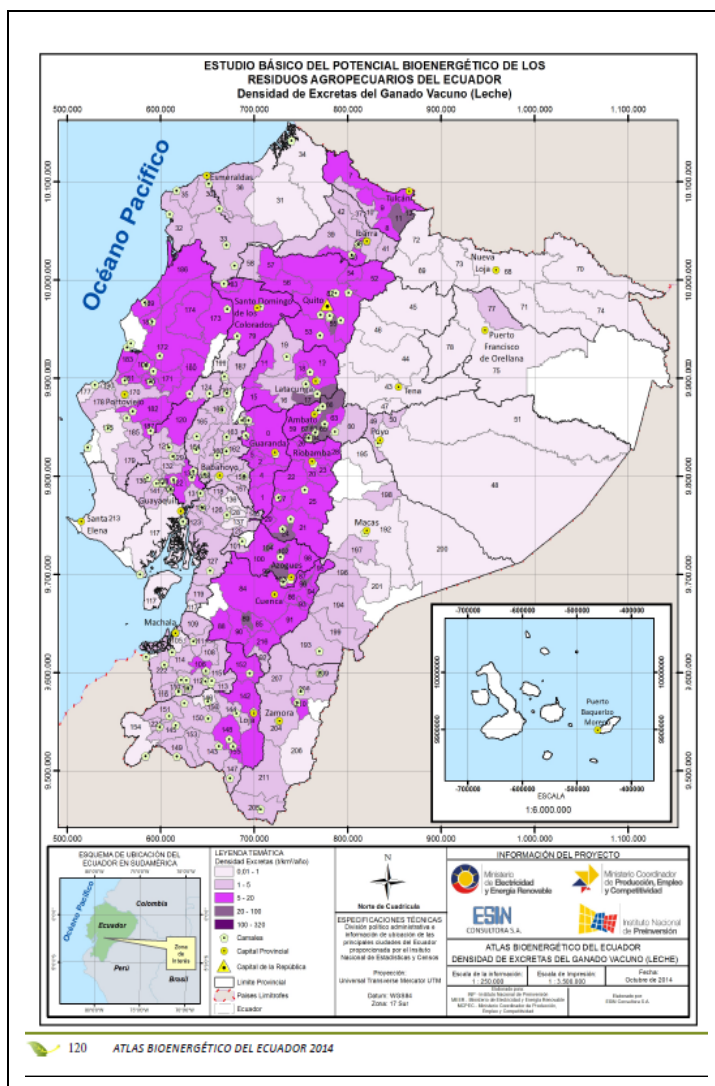


Figura 7: distribución de los centro de acopio de leche registrados en el GEOPORTAL del agro

Ecuatoriano (<http://geoportal.agricultura.gob.ec/>)



Si se considera el atlas bioenergético de Ecuador, en su lámina dedicada a la densidad de excretas de ganado vacuno (leche), se puede observar como las cuencas lecheras se distribuyen a lo largo del eje geográfico de la Sierra. Además aparece Manabí, que como ya se ha comendado seguramente su tipo de ganado sea de doble propósito y por tanto no tenga infraestructura de establos establecida en la mayoría de UPAS. El caso de Manabí y Santo Domingo de Tsáchilas, que en el atlas bioenergético muestran alta densidad de ganado vacuno, no cuentan con centros de acopio relevantes según la Figura 7. Esto puede indicar un sector lechero en estas regiones que venden la leche o derivados en circuito corto, y por tanto estar caracterizado por pequeños productores.

Figura 8: Atlas bioenergético de Ecuador donde se muestra la densidad de excretas de ganado vacuno (leche), (ABE, 2016)

4.2.El sector porcícola en el Ecuador

La producción de cerdos en el Ecuador hace algunos años se limitaba a una labor poco tecnificada de crianza en patios traseros (traspatio) y alimentación a base de desechos de cocina. Actualmente mucha de la crianza porcícola se ha tecnificado, intensificando la producción, dependiendo de alimento externo a la finca, generando grandes cantidades de purines y desvinculando la producción de la agricultura familiar para asociarla a la producción industrial y el concepto de fábrica de carne. El mercado actual de cerdos a nivel nacional e internacional ha crecido mucho, así

Las provincias de Pichincha, Manabí, Guayas y Santo Domingo de los Tsáchilas superan los 100.000 cerdos cada una.

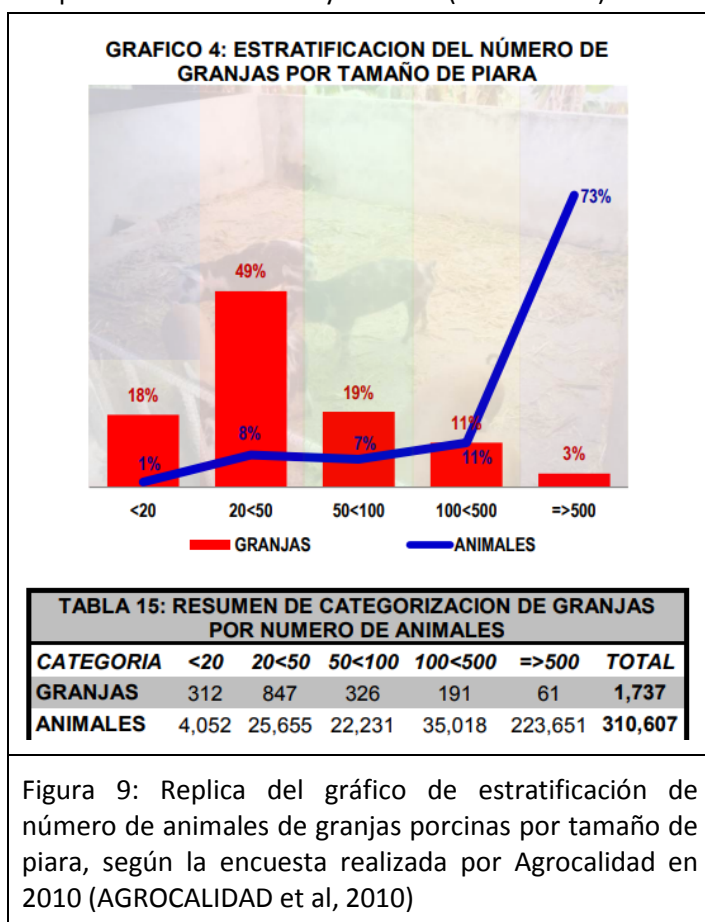
también las exigencias de mejor calidad por parte de los consumidores (AGRYTEC, 2010) a precios menores.

Tabla 16. Cantidad de cabezas de ganado porcino por regiones en el Ecuador.

Región	Total	Menores de 2 meses	%	Mayores de 2 meses	%
Sierra	634.367	210.144	62,43	424.223	52,72
Costa	456.447	112.855	33,53	343.592	42,70
Oriente	44.619	11.612	3,45	33.007	4,10
Zonas no delimitadas	5.811	2.005	0,60	3.806	0,47
Total nacional	1.141.244	336.616	100	804.628	100

Fuente: ESPAC 2016

En Ecuador, según datos de 2016, existen 1,1 millones de cerdos, siendo Pichincha la que mayor número de animales tiene (146 mil), seguida de Manabí (143 mil), Guayas (124 mil) y Santo Domingo de los Tsáchilas (107 mil). La particularidad de la provincia Pichincha es que solo el 42% de los animales es mayor de 2 meses, frente a valores superiores a 70% en el resto de provincias de la Costa y la Sierra (ver tabla 16).



En el año 2010 se realizó en el Ecuador la encuesta nacional de granjas de ganado porcino, conociéndose la existencia de 1.737 granjas porcinas con 20 o más animales y/o con al menos 5 madres, con un total de 310.607 cerdos. (AGROCALIDAD. et al, 2010). Se consideran como granjas porcinas a aquellas que albergan como mínimo a 5 madres; y/o 30 cerdos de levante o crecimiento; y/o 20 cerdos de engorde. Se consideran como productores familiares o traspatio los tenedores de cerdos con existencias bajo esta definición. (AGROCALIDAD, 2012).

Estos datos, si se contrastan con el de número de cabezas porcinas en el país (tabla 9) con 1.140.000 animales en 2016 (ESPAC 2016), muestra que hay un remanente de

unos 830.000 cerdos no considerados y que se encuentran fuera del contexto de "granjas porcinas". A falta de datos más específicos, esto podría indicar que el 72% de los cerdos están

siendo criados de manera informal en agricultura familiar, dato que va parejo con que el 88% de las granjas no están registradas en Agrocalidad (AGROCALIDAD et al, 2010).

La encuesta de AGROCALIDAD de 2010 mostraba (Figura 9) como los productores que tienen menos de 20 cerdos representan entorno al 18%, el mayor número de productores tiene entre 20 y 50 cerdos representando el 49% de la muestra, mientras que los que tienen de 50 a 100 significan el 19%.

El mayor porcentaje de granjas formales (más de 5 madres y/o 20 animales de engorde y/o 30 cerdos de levante) y de animales se encuentran en las regiones Sierra y Costa, con el 79% de las granjas registradas y un 95% de la población porcícola encuestada. La Amazonía y Galápagos concentran el 21% de las granjas y solamente el 5% de la población porcina (AGROCALIDAD. et al, 2010).

Los sistemas de producción de ganado porcino se puede dividir en tres categorías: Familiar (pequeña, entre 1-30 Unidades porcinas adultas), comercial (mediana, entre 31 y 300 unidades porcinas adultas) e industrial (grande, mayor a 300 unidades porcinas adultas), un resumen de sus características se muestra en la tabla 17. De este modo, considerando los datos de la encuesta de AGROCALIDAD (2010) y los datos reportados en la tabla 17, se puede concluir que el tipo de productor porcino más abundante es el Familiar-comercial y Comercial-pequeño.

Categorías	Familiar		Comercial			Industrial	
	Subsistencia	Comercial	Pequeño	Mediano	Grande	Industrial	Industrial integrado
UPOAS*	1 – 10	11- 30	31- 80	81- 100	101- 300	301- 600	mayores a 600
Producción	Autoconsumo	Autoconsumo o Venta	Venta	Venta	Venta	Venta	Venta
Infraestructura	No tecnificada	No tecnificada	Básica tecnificada	Básica tecnificada	Tecnificada	Alta tecnificada	Alta tecnificada
Mano de obra	Familiar	Familiar	Familiar, externa esporádica	Externa	Externa	Externa especializada	Externa especializada
Alimentación	Desechos	Desechos	Balanceado, desechos	Balanceado comprado	Balanceado comprado	Balanceado propio	Balanceado propio

* UPOAS: Unidades Porcinas Adultas
Fuente: AGROCALIDAD, 2012

A partir de la encuesta nacional de granjas de ganado porcino (AGROCALIDAD. et al, 2010) del 2010, se obtiene que la relación cerdos en producción/madres sería de 16,83 es decir que una madre está “produciendo” 16,83 cerdos por año. En las fincas tecnificadas esta relación es en promedio de 22,4 cerdos/madre/año mientras que en las fincas no tecnificadas es en promedio de 9,6 cerdos/madre/año. La relación entre madres y verracos es de 1/15.

Características	Pequeño productor	Mediano productor	Gran productor	
Número de cabezas	1.095.476	39.151	51.296	220.344
UPAS	159.794	82.068	384	191
Promedio	1 a 20 cerdos	21 - 49 cerdos	50 - 99 cerdos	100 - 449 cerdos

Fuente: AGROCALIDAD, 2013

La producción porcina está claramente caracterizada por un grupo de grandes fincas tecnificadas con sistemas de producción intensiva, que representan el 3% de las mismas y poseen el 20% de la población porcina encuestada, y un gran grupo de pequeñas y medianas granjas que corresponden al 97% del total pero poseen el 80% de estos animales. (AGROCALIDAD. et al, 2010).

Si se consideran los datos del **RRCNC (2016)** resultan un total de 440 mil UPAS con ganado porcino, frente a las 242 mil reportadas por Agrocalidad (2013) (tabla 18). La RRNC (2016) describe una distribución por tamaños de UPAS y cerdos donde el 63% de la UPAS tienen menos de 5 hectáreas y representa el 47% de los cerdos a nivel nacional, mientras que el 22% de las UPAs están entre 5 y 20 ha con el 23% de los cerdos, y finalmente el 15% de la UPAs tiene más de 20 ha y tiene el 30% de los cerdos (RRCNC, 2016).

AGROCALIDAD 2013 reporta 240 mil UPAS porcinas frente a 440 mil UPAS porcinas reportadas por RRNC (2016)

El sistema de producción intensiva lo realizan un 10% de productores en el país, con razas importadas (Largewhite, Yorkshire, Landrace, Duroc Jersey, Pietran). Estas razas son utilizadas como razas puras o en crecimientos según los propósitos productivos. Los rendimientos están cercanos a los países industrializados. (MAG, 2003)

A nivel de las granjas en el año 2010, existió una concentración de la producción porcina, principalmente en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, debido al desarrollo de grandes granjas comerciales con sistemas intensivos de producción en esta zona del país. En Manabí se registra una importante producción porcícola de pequeños productores. Situación similar se registra en Loja, Chimborazo, Azuay, Tungurahua y Los Ríos cuyas producciones están consideradas en el análisis de producción de traspatio. (MAGAP, 2010)

El 88% de las granjas porcícolas no están registradas en AGROCALIDAD, y suman el 72% de los cerdos del país, siendo las provincias de Loja, Chimborazo, Azuay, Tungurahua y Los Ríos y Manabí representantes de la producción a pequeña escala.

La principal fuente de alimentación identificada es el alimento balanceado con un promedio ponderado del 73%, seguido de la categoría otros alimentos con el 12.7%, granos enteros o molidos 8.6% y el forraje verde con el 5.3%. (ASPE, 2010)

El peso promedio ponderado nacional de los cerdos al sacrificio es de 109 kilos, los cuales se alcanza a los 169 días desde el nacimiento. El 73% de los productores venden los cerdos al intermediario, el 11% directamente al camal, el 14% en la ferias de ganado en pie y apenas el 2% comercializa directo con la industria de cárnicos. (ASPE, 2010)

Entre 2010 y 2015, la producción nacional de carne de cerdo aumentó de 95.000 a 137.000 toneladas, según la ASPE, que señaló que el 60% de ese último monto provendría de unas 1.700 granjas tecnificadas y semitecnificadas y el 40% de 60.465 productores familiares de cerdos. (ASPE, 2015)

Existen dos formas de comercialización de los cerdos, los menores de 2 meses, más conocidos como lechones, que se venden enteros y son característicos por su carne blanda y jugosa y los cerdos mayores de 2 meses, que son los más utilizados para el consumo diario. En cuanto a la

cadena de producción de carne de cerdo, esta consta de dos eslabones bien definidos. El sector pecuario que se encarga de la crianza, reproducción así como también de la producción del animal en pie, y el sector industrial que se encarga de transformar la carne en alimento industrial. (Garzón & Torre, 2013)

Tabla 19. Número de cabezas de ganado porcino vendidas por región en Ecuador

Región	Menores de 2 meses	Porcentaje	Mayores de 2 meses	Porcentaje
Sierra	170.643	89,74	274.012	69,91
Costa	15.347	8,07	108.208	27.61
Oriente	4.155	2,19	7.999	2,04
Zonas no delimitadas	5	0,003	1.722	0,44
Total nacional	190.150	100	391.941	100

Fuente: ESPAC, 2016

Existe un nivel de formalidad incipiente en el sector, solamente el 12 % de las granjas a nivel nacional está registrado ante AGROCALIDAD como Autoridad Sanitaria Nacional, el 2% cuenta con registros del Ministerio de Ambiente y solo el 7% tiene autorización Municipal.

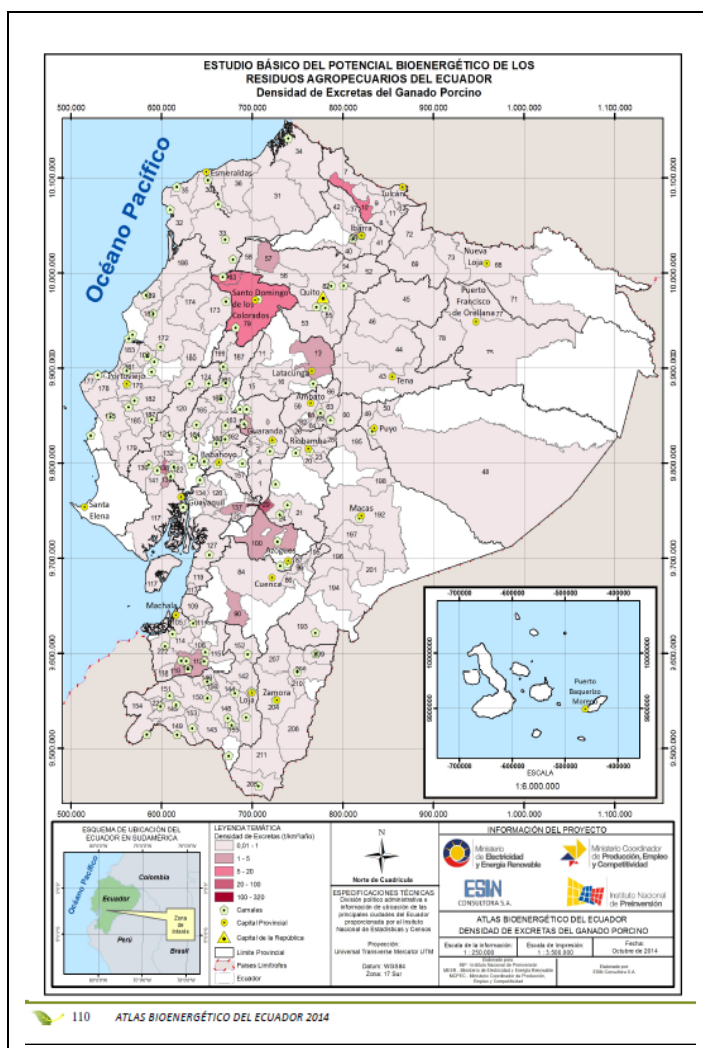


Figura 10: Atlas bioenergético de Ecuador donde se muestra la densidad de excretas de ganado porcino (ABE, 2016)

Según la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE) en el 2016 para procesar un kilo de carne de cerdo (cortar y tratar la

carne) se debió invertir, en promedio, unos USD 2,15. El consumo per cápita de carne de cerdo fue de 10 kg y los 0,45 Kg se comercializaron entre 2 y 2,50 dólares, por lo que el productor saca de rentabilidad entre 1,03 – 1,53 dólares.

La proporción de sitios en los cuales se desecha los purines es bastante similar en la Costa, Sierra y Oriente. En la Costa y Galápagos, la mayoría de granjas desechan los purines en ríos y quebradas con el 51% y 53% respectivamente, mientras que en la Sierra lo hacen el 45% de las granjas. Entre el 43% y 47% de las granjas de estas tres regiones cuentan con piscinas de oxidación que corresponde principalmente a las empresa con alto grado de tecnificación, que cuentan con sistemas de manejo ambiental; mientras que en Galápagos el 90% de las granjas desechan los purines a ríos y quebradas (AGROCALIDAD et al, 2010).

El atlas bioenergético de Ecuador (figura 10) en la lámina que muestra la densidad de estiércol porcino, donde se identifica claramente la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas como punto focal, pero aparecen otras regiones de interés no identificadas por número de animales según la ESPAC (2016) (ver tabla 16). Aparece una región de interés, por la densidad de cerdos y excretas en El Oro, Guayas, Azuay, Cañar, Bolívar y Chimborazo. También entran Cotopaxi y Carchi.

4.3.El sector caviícola en el Ecuador

En la actualidad existen más de 5 millones de cuyes, la mayor población se encuentra en la Sierra ecuatoriana con 4.8 millones, ocupando el segundo lugar la región Costa con 71 mil cuyes. (SINAGAP. 2016).

Región	Upas	Número de cuyes	%
Sierra	318.009	4.804.614	94,82
Costa	6.933	71.969	1,42
Resto del país	12.481	190.466	3,76
Total nacional	337.423	5.067.049	100

Fuente: SINAGAP 2016

El cuy es más apetecido en la zona rural de la Sierra en donde su consumo en el año 2015 llegó a los 2.028.000 consumidores, mientras que en el área urbana se llegó al 1.092.000 consumidores. El consumo per cápita de cuy en la zona rural fue de 16,9 kg/año lo que equivale a 8 cuyes, y en la zona urbana fue de 8,52 kg/año es decir 4 cuyes. (MAGAP, 2015).

El 70% de la producción de cuy es a una escala familiar concentrada principalmente en la Sierra, con producciones de estiércol inferiores a 3kg por día

La crianza de cuy (*Cavia porcellus*) en el Ecuador es una de las actividades básicas para el autoconsumo y sostenibilidad alimentaria de familias de comunidades rurales, sobre todo en la serranía, y que se ha ido extendiendo en las otras regiones del país. Es también una

actividad económica generadora de ingresos para pequeños productores que practican mejores sistemas de crianza. (Amaguaña, 2012)

De la producción total de cuy en el Ecuador, se estima que un 70% está a cargo de pequeños y medianos criadores, quienes han venido realizando esta labor desde mucho tiempo atrás ya que el cuy es un animal que no exige cuidados complicados (Amaguaña, 2012). Su carne es una de las más apreciadas y nutritivas de alto contenido proteico (21%), y tiene una gran aceptación entre los consumidores (IVESCO, 2013).

A nivel familiar la crianza del cuy es el sistema más difundido, y se distingue por desarrollarse fundamentalmente a base de insumos y mano de obra remanentes, y es el que predomina en las comunidades rurales del Ecuador, donde los cuyes y campesinos comparten una misma habitación. Los animales son criados exclusivamente para el consumo familiar ya que este sistema de crianza no permite obtener niveles buenos de reproducción, crecimiento y engorde.

Por otro lado la crianza familiar-comercial, surge de un método organizado, y está circunscrita al área rural cercana a las ciudades en donde pueden comercializar su producto. En este sistema existe la inversión de recursos económicos en infraestructura, tierra para la siembra de forrajes y mano de obra familiar para el manejo de la crianza. El nivel de la producción depende de la disponibilidad de recursos alimenticios, por lo general se mantienen entre 100 y 500 cuyes, y un máximo de 150 reproductoras. Las instalaciones se construyen especialmente para este fin, utilizando materiales de la zona. Toda la población se maneja en un mismo galpón, agrupados por edades, sexo y clase, se mantiene la producción de forraje anexa a la granja, lo cual exige una mayor dedicación de mano de obra para el manejo de los animales como para el mantenimiento de las pasturas (Amaguaña, 2012).

En Ecuador, la crianza familiar-comercial y comercial es tecnificada, con animales mejorados en su mayoría y con parámetros productivos y reproductivos que permiten una rentabilidad económica para la explotación. Los índices productivos registrados indican que son susceptibles de mejoramiento. La producción se oferta bajo forma de animales vivos para el consumo o para la cría.

La crianza y comercialización de cuyes ayuda a mejorar la economía de las familias, debido a que entregan en forma directa al comprador, es decir, se dejó fuera al intermediario. En la actualidad, un cuy de 1,2 kilogramos cuesta USD 6,25. El costo de cada 100 gramos del cuy pie de cría se comercializa en USD 1. (Lideres, 2017)

En el caso del estiércol de cuy existe la facilidad de la recolección puesto que normalmente se los encuentra en galpones en comparación con otros animales. La cantidad de estiércol producido por un cuy es de 2 – 3 kg por cada 100 kg de peso vivo, el peso de una hembra al empadre (112 días) es de 540 g y el de un macho es de 700 g. (García, et al, 2007)

4.4.El sector ovino en el Ecuador

La mayor cantidad de ganado ovino en el Ecuador se encuentra en las Sierra con 469 mil animales, seguida por la Costa con 11 mil animales (ESPAP 2016). La provincia de Chimborazo (146 mil), seguida de Cotopaxi (91 mil) y Azuay (79 mil) es donde mayor cría de oveja se realiza en el país (ESPAC, 2016)

Tabla 21. Cantidad de ovinos por regiones en el Ecuador

Región	Número de animales	%
Sierra	468.873	97,18
Costa	11.222	2,33
Oriente	2.078	0,43
Zonas no delimitadas	312	0,06
Total nacional	482.485	100

Fuente: ESPAC 2016

Los ovinos (*Ovis aries*) en el Ecuador por mucho tiempo han sido desplazados a planos secundarios, por lo que en la actualidad se convierte en un producto importante de explotación y una nueva opción para los productores locales, ya que estos rumiantes están capacitados para sobrevivir en ambientes que van de tropicales a fríos, y con vegetación y agua limitada. El ovino criollo es un animal 90% adaptado a condiciones extremas de clima y manejo, donde a excepción de los camélidos sudamericanos, es la única especie que se puede explotar (ANCO, 2001).

La cría de oveja se realiza principalmente en la Sierra y mediante pastoreo, siendo Chimborazo, Cotopaxi y Azuay las provincias con mayor número de animales

En la actualidad los sistemas de producción ovina son diferentes y dependen de los propietarios, de la cantidad de animales y especialmente de los recursos económicos del productor. La forma más común de alimentar al ganado ovino en la Sierra es por medio del pastoreo. En la mayoría de los casos, éste se realiza en pastizales naturales. (LEMA. E, CACUANGO. G, 2012)

En el Ecuador el pequeño y mediano productor, antes de la importación del Uruguay de las ovejas Corriedale, no tenía buena producción, por tanto su recuperación económica era muy deficiente. Entre las razas que hoy se encuentran en el país están: Corriedale, Suffolk, Hampshire, Dorper, Texel, Pelibuey, Katahdin, Rambouillet, South down, East Friesian (Frisona), Cheviot, Blackbelly, Dorset, Biotipo Criollo y Merino las cuales tienen la capacidad de producir carne y lana de muy buena calidad. (MAGAP, 2012)

En otros países la ovejería es un buen negocio, y aún más toda la economía de un país depende de la producción ovina como es el caso de Australia, Nueva Zelanda, Uruguay, entre otros. Para el caso del Ecuador, esta es una realidad muy diferente debido a que la producción de ovinos se encuentra generalmente en la población campesina del Ecuador, realizada de manera no tecnificada por los mismos. (ANCO 2011)

Las ovejas por la noche son recogidas y llevadas cerca de la casa del productor a un potrero el cual tiene un corral de malla y permanecen ahí hasta el siguiente día que son llevadas a pastar.

A pesar de que ser una actividad secundaria en muchos de los casos permite a los pequeños productores tener productos como carne, lana, leche, piel, abono, etc., favoreciendo a la economía familiar. (ANCO 2011)

El estiércol es utilizado para mejorar y enriquecer los suelos tomando preponderancia especial su explotación en algunos países. La cantidad producida de estiércol por 100 kg de peso animal es de 10 – 15 kg y de orina de 10 kg. (LEMA. E, CACUANGO. G, 2012)

4.5.El Sector Avícola en el Ecuador

La avicultura en el Ecuador, al igual que en otros países de la región, es un sector de gran importancia socio-económica. La actividad ha cuadruplicado su producción desde el año 1990 y ha contribuido a la seguridad y soberanía alimentaria en el país. (CONAVE, 2016)

La actividad avícola se considera como un complejo agroindustrial que comprende la producción agrícola de maíz, soya, alimentos balanceados y la industria avícola de carne y huevos, existiendo una cadena interdependiente. (ARMIJOS. S, et al, 2004)

Según el censo avícola 2006, realizado por el MAGAP, AGROCALIDAD y la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE) se identificaron 1.567 granjas avícolas de pequeños, medianos y grandes productores, sin ser considerada la avicultura familiar o de traspatio.

La clasificación de los productores se lo hace en relación al número de aves que posee cada uno.

La avicultura ecuatoriana está segmentada en grandes avicultores que representan el 60% y por medianos y pequeños avicultores que son el 40%, en donde se encuentra una marcada diferencia. Por un lado los grandes avicultores con implementación de tecnología que promueve la eficiencia en la producción, y por otro lado los pequeños y medianos productores con limitada tecnología, bajo capital de inversión y un mercado cautivo y limitado. (Romero. S, 2016)

Regiones	TOTAL	Gallos y gallinas	%	Pollos	%	Patos	%	Pavos	%
Sierra	2.844.411	1.452.304	41,75	1.286.496	34,56	92.793	17,69	12.818	24,90
Costa	4.279.944	1.728.780	49,70	2.123.294	57,04	392.395	74,81	35.476	68,91
Oriente	650.303	296.655	8,53	311.567	8,37	38.890	7,41	3.191	6,20
No delimitadas	2.340	842	0	1.057	0,03	441	0,08	-	0
Total nacional	7.776.998	3.478.581	100	3.722.414	100	524.518	100	51.486	100

Fuente: ESPAC 2016

En el Ecuador en el año 2016, se registraron 42,4 millones de aves criadas en planteles avícolas, mientras que, en campo se registraron 7,7 millones, evidenciándose una mayor cantidad de aves a nivel industrial. (ESPAC, 2006)

Existen granjas avícolas en todas las provincias del país, siendo la producción permanente a lo largo del año. En el año 2016, de la producción total de huevos, el 90,81% proviene de planteles avícolas y el 9,19% de campo. La mayor concentración en la producción huevos con 22.79 millones se encuentran en la provincia de Tungurahua, lo que representa el 38,52 % del total nacional. (ESPAC, 2006). La provincia de Pichincha (8,54 millones), seguida de Santo Domingo de los Tsáchilas (7 millones), Tungurahua (6,4 millones) y de Guayas (5,8 millones) son las que mayor número de aves hay en planteles.

El ciclo productivo de un pollo de engorde es de alrededor de 42 días con peso promedio de 2,2 kilos. El precio del pollo en pie está a 0,90 centavos de dólar la libra. (CONAVE, 2017). El

costo de la cubeta de huevos actualmente se encuentra en USD 3,00 a nivel de mercados en el Ecuador (CONAVE, 2017)

En promedio un ave en postura puede excretar 35,8 a 40,8 g de heces diarias las cuales tienen 75% de agua, la cantidad y calidad de esta gallinaza depende de la edad, tamaño, dieta, estado fisiológico, material utilizado para la cama y la época del año. Por cada kilo de alimento consumido, los pollos producen alrededor de 1,1 a 1,2 kg de deyecciones frescas con el 70 – 80% de humedad. (ESTRADA. M, 2005)

La gallinaza se la vende como abono, en costales o en volquetas y es aplicada en los cultivos, y la pollinaza se la usa para la fabricación de balanceados.

5. Tipología de productores

Tras conocer la realidad de la parte agropecuaria en el Ecuador, es necesario realizar la tipología de los productores de interés para el desarrollo de un sector sostenible de biodigestores de pequeña y mediana escala.

5.1. Pequeño productor

Los pequeños productores pecuarios en el Ecuador son aquellos que tienen menos de 5 ha y pocos animales. Las decisiones con respecto al manejo de la UPA las toman en su mayoría los hombres. En un 50% pertenecen a asociaciones de pequeños productores. Acceden a asistencia técnica brindada por personas del estado Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Consejo Provincial, Gobiernos Autónomos Decentralizados (GADs), pero esta es en muchos casos escasa. Casi no fertilizan sus cultivos con agroquímicos y en el caso de hacerlo gastan en promedio entre 100 a 200 dólares anuales. El manejo del estiércol como fertilizante es, en general, no eficiente, habiendo muchas pérdidas por escorrentía de lluvias, desperdicio directo a cursos de agua o venta. No cuentan con maquinaria agrícola ni con infraestructura. El acceso a riego es escaso y si lo tienen el caudal no les abastece durante las épocas secas del año. La mano de obra en su mayoría es familiar y no remunerada. La producción es escasa y muchas veces insuficiente para satisfacer las necesidades familiares teniendo que complementar con otros trabajos fuera de la finca. Sus ingresos mensuales promedio son de 500 dólares. No tienen la facilidad para acceder a créditos debido a sus bajos ingresos y poca confiabilidad crediticia por parte de los bancos. Para minimizar los riesgos de malas cosechas explotan una amplia variedad de cultivos y ganadería de todo tipo, practicando una producción mixta y resiliente.

5.1.1. Pequeño productor lechero por regiones

Sierra: La producción de leche les significa solo un 40% de los ingresos por lo que no se dedican exclusivamente a esta actividad. Tienen cultivos de papa, maíz, hortalizas. Poseen de 4 a 10 vacas en producción. Recolectan en promedio 60 litros diarios de leche y venden alrededor de 55 litros. La mayoría no posee sistemas de enfriamiento y la recolección de la misma la realiza a diario el intermediario. En el caso de algunas asociaciones poseen tanques de almacenamiento de la leche. Venden al intermediario desde 0,40 ctvs. hasta 0,42 ctvs. y si la recolectan para fábricas les pagan hasta 0,46 ctvs. de dólar por litro. Los animales se encuentran en su mayoría en potreros cercanos a la casa del productor y es ahí donde duermen, se realiza el ordeño y posteriormente se dispersan las heces de los animales con la ayuda de rastrillos por todo el potrero.

Las principales provincias que producen leche son: Pichincha (especialmente en los cantones Mejía y Cayambe), Cotopaxi, Chimborazo y Azuay.

Costa: No viven solo de la producción de leche, cultivan arroz, plátano, cítricos, café, maíz, cacao, yuca y frutas. Poseen entre 4 a 10 vacas en producción. Recolectan en promedio 50 litros de leche. La cual la vende a 0,45 ctvs. el litro

El pequeño productor lechero (en Sierra, Costa o Amazonía) tiende a ordeñar en el potrero, por lo que dificulta la recolección de estiércol para alimentar un biodigestor.

o fabrican quesos artesanales en la misma finca que posteriormente los venden a 1,50 dólares, los animales permanecen en los potreros y es ahí donde se realiza el ordeño, duermen y se dispersan las heces que desechan los animales.

Manabí produce gran cantidad de leche pero con muy baja productividad por animal, al igual que toda la región lo que puede indicar crianza de doble propósito.

Amazonía: No viven solo de la producción de leche, cultivan plátano, café, cacao, yuca. Recolectan en promedio 30 litros de leche diarios. La venden en 0,40 ctvs. a intermediarios que la recolectan de las fincas. Los animales permanecen en los potreros y el sistema de manejo es mediante sogueo, se realiza ahí mismo el ordeño y los animales permanecen ahí, dispersando posteriormente las heces que dejan.

Morona Santiago y Zamora Chinchipe son las provincias que mayor cantidad de leche producen, pero sus productividades son bajas como en la Costa. La provincia Napo, con poco más de 4.000 vacas muestra productividades tan altas como Pichincha en la Sierra.

5.1.2. Pequeño productor porcícola por regiones

Sierra: Tienen entre 1 a 10 chanchos. Estos permanecen en corrales con piso de cemento cerca de la casa, La crianza se la hace por lo general para autoconsumo y si se los vende se lo hace a través de comerciantes. Generalmente su producción está asociada a la de otros animales, como el ganado bovino, cuyes, ovejas, etc. Estos animales comen alimentos que se producen en la finca, que complementan parcialmente con alimento balanceado. El estiércol lo recogen y lo colocan en un hueco o a un lado del corral.

El pequeño productor porcicultor tiene hasta 10 cerdos en corral, lo que facilita la carga directa de un biodigestor. Aunque solo en la Sierra se da piso de cemento en los corrales, mientras en Costa y Amazonía es de tierra.

Costa: Tienen entre 1 y 10 chanchos. Los tienen en corrales generalmente con piso de tierra cerca de la casa. La producción es para autoconsumo o venta a comerciantes en la finca. La producción está asociada con otros animales como vacas y gallinas. Se alimenta a los animales con plátano, yuca, maíz, producidos en la finca. El estiércol se lo deja en el corral o se lo recoge a un lado del mismo.

Amazonia: Tiene entre 1 a 6 cerdos. Los tienen en corrales con piso de tierra cerca de la casa. Su producción es para autoconsumo y está asociada a la de otros animales como vacas y gallinas. Alimentan a los animales con desechos de las fincas. El estiércol se lo deja en el corral.

5.2. Mediano productor

Los medianos productores pecuarios en el Ecuador tiene entre 5 ha a 20 ha y una cantidad media de animales. En un 60% pertenecen a asociaciones de medianos productores. Acceden a asistencia técnica dada por organismos del estado MAG, Consejo Provincial, GADs y recurren también a asistencia técnica privada por medio de veterinarios o ingenieros agrónomos. Fertilizan sus cultivos con agroquímicos en la mayoría de los casos en los que gastan entre 500 a 1000 dólares anuales, algunos y con estiércol animal. Cuentan con alguna maquinaria

agrícola e infraestructura, sobre todo galpones. Tienen mayor acceso al agua de riego. La mano de obra se divide entre familiar y contratada a través de un jornalero al que le pagan entre 12 – 16 dólares diarios, por lo que su producción es mucho mas intensiva, logrando vender una mayor cantidad de sus excedentes, generando mayores ingresos para la familia y mantenimiento de la UPA. Sus ingresos mensuales en promedio son 800 a 1000 dólares. El acceso a créditos es mucho mayor debido a sus mayores ingresos y mayor credibilidad crediticia. Tienen una producción mixta entre cultivos y animales, y esta es realizada de forma medianamente tecnificada. Su dependencia de insumos externos a la finca es alta (combustible para maquinaria, fertilizantes, alimento balanceado, riesgo de enfermedades y plagas por monocultivo y especialización pecuaria, etc.) y las externalidades (contaminación, cambio de uso de suelo, pérdida de biodiversidad, etc.) no suelen contabilizarle, haciendo este un sistema productivo muy poco resiliente.

5.2.1. Mediano productor lechero por regiones

Sierra: Estos productores no viven solamente de la producción de leche, esta les significa un 60 - 70 % de los ingresos, por lo que tienen cultivos como papas, cebolla, maíz y los pastos con los que se alimentan los animales. Tienen entre 25 a 40 vacas en producción, estas permanecen en los potreros durante todo el día, ya no necesariamente cerca de la casa. El ordeño lo realizan de tres formas diferentes dependiendo del productor, hay un 30% que lo hacen en cada potrero donde permanecen las vacas productoras, un 35 % lo hace en un potrero específico bajo techo y el 35% restante en un establo con piso de cemento en forma manual o con ordeñadoras portátiles. Producen entre 100 a 120 litros de leche diarios y la venden a 0,50 - 0,55 ctvs., generalmente la venden a pasteurizadoras que les recogen a diario. Algunos de estos productores (20%) tienen un tanque de almacenamiento propio o de la asociación si es que pertenecen a una. El estiércol que desechan los animales es esparcido por el potrero.

El mediano productor lechero de la Sierra ordeña bajo techo en el 70% de los casos, facilitando la recolección de estiércol, aunque solo la mitad de estos tiene piso de cemento.

Las principales provincias que producen leche son: Pichincha (especialmente en los cantones Mejía y Cayambe), Cotopaxi, Chimborazo y Azuay.

Costa: No viven solamente de la producción de leche, tienen cultivos de plátano, cacao, café, arroz, frutales y pasto para alimentar a los animales. Tienen entre 25 a 40 vacas en producción, éstas permanecen casi todo el día en el potrero, el ordeño se lo realiza generalmente en un corral techado que tiene piso de tierra ya sea de forma manual o con ordeñadoras portátiles. Producen de 85 a 90 litros de leche diaria y la venden a 0,50 ctvs. a industrias que la procesan o a personas que fabrican queso artesanal o lo hacen ellos en sus fincas, en su mayoría no poseen sistema de enfriamiento por lo que la recolección se la realiza a diario. El estiércol lo esparcen en los potreros o queda disperso en el corral donde se realiza el ordeño.

Manabí produce gran cantidad de leche pero con muy baja productividad por animal, al igual que toda la región lo que puede indicar crianza de doble propósito.

Amazonia: Tienen cultivos de yuca, cacao, café y pastos para alimentar a los animales. Tiene entre 20 a 30 vacas en producción, estas permanecen todo el día en los potreros. Recogen de 70 a 80 litros de leche diaria y la venden a 0,45 a 0,50 ctvs., la venden a pasteurizadoras que les recogen la leche a diario. El estiércol queda en el potrero y posteriormente es esparcido en el mismo.

Morona Santiago y Zamora Chinchipe son las provincias que mayor cantidad de leche producen, pero sus productividades son bajas como en la Costa. La provincia Napo, con poco más de 4000 vacas muestra productividades tan altas como Pichincha en la Sierra.

5.2.2. Mediano productor porcícola por regiones

Sierra: Tienen entre 10 a 30 cerdos, estos se encuentran en corrales con piso de cemento generalmente con divisiones para cada chancho y separados por edades. Su producción es para la venta, estos son comercializados a diferentes edades y pesos a comerciantes. Se los alimenta a base de alimentos de la finca y también con balanceado. El estiércol se lo recoge y se coloca en pozas.

Costa: Tienen entre 10 a 30 cerdos, se encuentran en corrales de cemento lejos de la casa y divididos por edades. Su producción se la hace para la venta a comerciantes. Alimentan a los animales con balanceados y con alimentos generados en las propias fincas. El estiércol es recogido y colocado en pozas o piscinas cerca del galpón.

Amazonia: Tienen entre 10 a 20 cerdos, en corrales de cemento. Su producción es para la venta y autoconsumo. Los alimentan a base de balanceado y alimentos de la UPA. El estiércol lo recogen y lo colocan cerca del corral.

El mediano productor porcicultor tiene hasta 30 cerdos en corral, y el estiércol no es aprovechado, siendo almacenado en pozas en la Sierra y la Costa. Aunque solo en la Sierra se da piso de cemento en los corrales, mientras en Costa y Amazonía es de tierra.

6. Reseña histórica de los biodigestores en Ecuador

Para redactar esta sección se ha actualizado la sección " Experiencia ecuatoriana en el uso de biogás y biodigestores" del capítulo "Estado de uso de la biomasa para la producción de bioenergía, biocombustibles y bioproductos en Ecuador" del libro "Energías renovables en el Ecuador: Situación actual, tendencias y perspectivas" (Peláez et al, 2015). Dicha sección fue redactada por Jaime Martí Herrero y Andrés Montero y en la presente adaptación solo se introducen algunas novedades respecto al 2015, año de publicación del libro.

6.1. Primeras experiencias en la producción de biogás en Ecuador

Ecuador incursionó en la tecnología del biogás en el año de 1974, apoyado por la Organización Latinoamericana de Energía–OLADE y el Cuerpo de Paz de los EE.UU. (Marchaim, 1992). En el año 1979 se creó el Instituto Nacional de Energía–INE, que en el año de 1980 incursionó en un programa nacional de capacitación y difusión sobre la tecnología de biodigestores (Marchaim, 1992). La fase inicial del programa contó con la colaboración del Cuerpo de Paz, construyéndose 13 biodigestores del tipo Hindú. Posteriormente el INE construyó dos digestores por su cuenta e inició entrenamiento de personal en varias zonas rurales del país con la colaboración de otras instituciones ecuatorianas (Maestas, Jones, Samuels Jr., & Younger, 1986). Asimismo, dentro del programa sobre biodigestores, se elaboró material relacionado al diseño y construcción de biodigestores del tipo Hindú, con capacidad desde 8 hasta 51 m³ y con una producción de biogás diaria desde 3 a 20 m³, respectivamente (Acuña, 1984).

El programa sobre biodigestores encabezado por el INE tuvo en la Escuela Superior Politécnica del Litoral–ESPOL un aliado sumamente importante, con quien inició investigaciones tanto en las provincias de Guayas, Manabí y Chimborazo. El INE construyó un biodigestor en Manabí (Rancho Ronald), el cual producía biogás para el funcionamiento de un electrogenerador de 2 kW. Mientras tanto, en 1982, investigadores de ESPOL diseñaron, construyeron y realizaron el seguimiento de un biodigestor ubicado en La Moya (Chimborazo) que en un principio produjo un volumen diario de 1,5 m³ de biogás. Este biodigestor tuvo problemas en su producción debido a la temperatura de la zona, por lo que se acopló un sistema solar de calentamiento de agua que permitió mejorar el rendimiento del sistema hasta en un 50%, dependiendo de la radiación solar (González Chong, Chao Tung-San, Zavala Ortíz, & Duque Rivera, 1987). Para 1988, Ecuador contaba con alrededor de 65 biodigestores, la mayoría del tipo Hindú, pero solamente 35 % en funcionamiento (Marchaim, 1992).

El mayor problema encontrado fue el financiamiento para continuar con el mantenimiento de los biodigestores instalados. La década de los 90 fue una 'década perdida' para los biodigestores, tanto en Ecuador, como en el resto de la región, debido principalmente a que no se lograron cumplir las expectativas generadas con los proyectos de la década anterior.

6.2. Incursión en el uso de biodigestores tubulares

Es en 2002 que se tiene noticias de la instalación de los primeros biodigestores tubulares familiares en el valle de Intag (Imbabura) por parte de la Asociación de Campesinos agroecológicos de Intag (ACAI), que en la actualidad se siguen instalando, habiendo acumulado más de 80 sistemas. Estos sistemas están basados en el llamado modelo CIPAV (Botero &

Preston, 1987), desarrollado en 1987 en Colombia por el Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria– CIPAV, del cual toma el nombre. Estos biodigestores están semienterrados, tomando cuando están en funcionamiento, una forma característica de salchicha, como es conocido el modelo en algunos lugares. Para el reactor se utiliza plástico de invernadero (polietileno de baja densidad y filtro UV de espesores en torno a 0,15-0,2 mm) en forma tubular, que se amarra a dos tuberías de cemento colocadas horizontalmente a la entrada y salida. Estas tuberías conectan, en ambos extremos del biodigestor, con cámaras construidas en ladrillo o prefabricadas en cemento. De esta manera se consigue un sifón que impide que el biogás generado en el biodigestor escape por la entrada o por la salida.



Figura 11: Biodigestor tubular plástico instalado en el Valle de Intag por la ACAI en 2013 (Imbabura)

Estos biodigestores entran en el concepto de low-cost digesters (digestores de bajo costo) junto con los biodigestores de domo fijo y cúpula flotante, ya que no requieren de sistemas activos de calefacción ni agitación. En la Figura 11 se observa un biodigestores tubular modelo CIPAV en funcionamiento en diferentes partes del país.

Los biodigestores instalados en INTAG tienen de 8 a 10 m de largo, y utilizan plástico de 4 m de circunferencia, obteniendo un volumen total de 7,5 a 9,57 m³, siendo 6 a 7,5 m³ correspondientes la fase líquida. Todos estos biodigestores están vinculados a corrales de cerdos con piso de cemento, con 4 a 15 animales, número que varía a lo largo del año. En todos los casos hay un fuerte aprovechamiento del abono orgánico o biol para los cultivos

familiares y del biogás generado para cocinar. En 2012, la ACAI, a través de la Coordinadora Ecuatoriana de Agroecología (CEA) instaló 12 sistemas similares en la provincia de Azuay, y seis más en Loja, difundiendo la tecnología al sur del país.



Figura 12: Biodigestor modelo Botero&Preston funcionando por 3 años en Las Lajas en 2013 (El Oro).

A partir de la experiencia de Intag, también se han instalado una docena de estos sistemas en Cayambe, Pichincha, y Napo, siempre bajo el mismo diseño que considera un tiempo de retención en torno a los 40-55 días. En la provincia de Carchi, desde 2009, también se han instalado unas decenas de biodigestores tubulares en un proceso autónomo. Igualmente, de forma independiente, en la provincia de El Oro, también hay implementación de biodigestores tubulares, en este caso basados en el diseño original de esta tecnología desarrollada por Botero y Preston, y a partir del cual se desarrollaría en los posteriores años el modelo CIPAV ya comentado. La diferencia de estos modelos estriba en la entrada y salida del biodigestor tubular, ya que en el diseño original de Botero y Preston, éstas se hacían con baldes sin fondo apilados inclinados (logrando hacer un sifón igualmente) sin necesidad de cámaras rígidas a la entrada y salida. En los casos de provincia de El Oro, los biodigestores alcanzan mayor tamaño, hasta los 13 m³ de volumen líquido (en este caso para tratar las aguas de lavado de un corral de más de 50 cerdos), considerando además que el tiempo de retención en estos casos baja a 25-30 días, debido a que están ubicados en una zona más cálida que los biodigestores comentados anteriormente (Martí-Herrero, 2013).

En la actualidad se siguen instalando biodigestores tubulares de mayor variedad de tamaños, con diseños actualizados a los modelos desarrollados en Bolivia (Martí-Herrero, et al., 2014) e incluso cambiando el polietileno tubular por geomembrana de PVC. De este modo ya se están

instalando sistemas de biodigestores tubulares en serie que permiten modular la tecnología para tratar residuos de granjas porcícolas medianas (aproximadamente 200 animales).

En 2014, en Cayambe, se instaló un sistema de 6 biodigestores tubulares en serie, de 22 m³ cada uno, sumando un total de 84 m³, mientras que en 2015 en Los Bancos (Pichincha) se ha instalado otro sistema de tres biodigestores en serie, de 30 m³ cada uno, logrando los 90 m³. En estos casos el primer objetivo es cumplir con la normativa ambiental de tratamiento del estiércol, y después, el aprovechamiento energético del biogás producido. Estas granjas de engorde de ganado no suelen producir el alimento de sus animales, ya que se abastecen de alimentos balanceados, y por tanto no suele haber interés en el aprovechamiento del biol. Esta es una gran diferencia con los biodigestores familiares, normalmente vinculados a producciones más diversificadas que combinan producción de alimento y un pequeño número de animales, y por tanto el biol, el biogás, y el tratamiento de los residuos tiene un sentido completo e integral.

El potencial de los biodigestores tubulares en polietileno o geomembrana es alto en el país, pues dan respuesta tecnológica accesible para el aprovechamiento energético y agrícola del tratamiento de los residuos agropecuarios de pequeños y medianos productores. En Esmeraldas se está desarrollando en la actualidad un proyecto de implementación de 10 biodigestores tubulares familiares de geomembrana, basado en la experiencia de Intag.

6.3. Biodigestores de laguna cubierta

Para grandes productores de residuos orgánicos, la tecnología más accesible y adaptable a las infraestructuras existentes de tratamiento de residuos, es la laguna cubierta. Las lagunas cubiertas entran también dentro del concepto de low cost digesters por la ausencia de sistemas activos de calefacción o agitación. La empresa Productora Nacional de Alimentos C.A.–PRONACA es un ejemplo del aprovechamiento de biodigestores de laguna cubierta para la producción de biogás y biol. PRONACA cuenta con 6 biodigestores de laguna cubierta localizados en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Como ejemplo de un biodigestor de laguna cubierta, PRONACA tiene uno de volumen de 11.000 m³ (el más grande del país), el cual recibe 250 m³ diarios de agua de desechos de aproximadamente 8.000 cerdos.

Debido a que el precio de la energía eléctrica tiene un valor menor al que se requiere para invertir en una planta propia, PRONACA quema el biogás generado de este biodigestor (1.000 m³/ día, equivalente a instalar un generador de 75 kW). El biol es el único producto que esta empresa emplea para el riego de sus plantaciones.

6.4. Nuevas tendencias en el uso de biodigestores

6.4.1. Biodigestores tecnificados

Biodigestores tecnificados, que incorporan dispositivos de calefacción o agitación o fases de pre tratamiento, también han sido implementados en Ecuador. En 2007 se instaló un biodigestor de laguna cubierta de 1300 m³ de volumen líquido en provincia Cotopaxi, alimentado principalmente por estiércol de vaca en la hacienda de la empresa AGROGANA y diseñado por la empresa Aqualimpia. El sistema tiene un tanque de mezcla mecanizado que sirve de pre tratamiento al sustrato que ingresa al biodigestor.

Cuenta con agitación mecánica en el interior del biodigestor mediante palas en eje horizontal y un intercambiador de calor alimentado por biogás para calefactar el lodo. El sistema tiene 43 días de tiempo de retención, y produce unos 30 m³ de biol al día, que es la razón de existencia del sistema. La aplicación de biol en la hacienda ha permitido aumentar rendimientos en el pasto del 20 al 25 %, y reducir un 30 % el uso de agroquímicos en el cultivo de rosa. El biogás no se aprovecha en la actualidad, y estudios realizados para la generación de electricidad muestran que no es factible debido a los precios de venta de energía establecidos en la normativa vigente (Aqualimpia Engineering, 2006).

La empresa Latinoamericana de Jugos S.A. "La Jugosa", ubicada en Sangolquí (Pichincha) tiene un biodigestor desde 2013 que trata de 100 a 1000 kg de residuos de frutas, produciendo de 5 a 50 m³ de biogás por día. Se trata de un biodigestor híbrido de flujo ascendente, lecho fijo y recirculación, construido en acero inoxidable y aislamiento de 25 m³, diseñado por la Universidad San Francisco de Quito. Cuenta con pre-tratamiento del sustrato (trititación y filtrado) y de sistemas automatizados de control de la temperatura (a 35 °C), pH y carga. El biogás se aprovecha en procesos térmicos de la empresa y el biol es utilizado por los productores de frutas que abastecen a la empresa (Araujo, 2014). Se han instalado, además, biodigestores en varios camales, encontrando casos de aparente éxito (Agropesa) y otros con menor éxito (Tulcán, Chunchi, Joya de los Sachas, Catamayo, Quito), mientras que en la actualidad hay dos diseñados y pendientes de construcción (Jipijapa y Santa Elena). Estos biodigestores han usado tecnologías muy variadas, con relativamente alto nivel de tecnificación, pero no se cuenta aún con resultados de su operación.

6.4.2. Nuevos proyectos

Los biodigestores están entrando en la agenda del país, desde el ámbito del Estado, la investigación y desarrollo y el surgimiento de proveedores de tecnologías de digestión anaerobia. Hay cuatro Ministerios involucrados en biodigestores, cada uno con un enfoque complementario a los otros, que desde 2015, están empezando a coordinar sus acciones:

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable–MEER está realizando la difusión de la tecnología en el sector agropecuario y apoyando además la implementación de biodigestores demostrativos. El Ministerio de Industrias y Productividad–MIPRO ha apoyado con la asistencia técnica para implementación de biodigestores en camales. El Ministerio de Agricultura y Ganadería–MAG está produciendo bioles como bio-insumos que desplacen fertilizantes agroquímicos. El Ministerio del Ambiente–MAE, a su vez, ha apoyado la asistencia técnica a pequeños y medianos porcicultores para el diseño e implementación de biodigestores. Cabe resaltar, en los últimos años, los proyectos de implementación de biodigestores tubulares plásticos en pequeños productores llevado a cabo por el MEER, con instalaciones y talleres en Guayas y Napo, y el proyecto GENCAPER del MAE en el que se instalaron seis biodigestores tubulares de geomembrana en pequeños y medianos porcicultores en Santo Domingo de los Tsáchilas y el Oro. Además, el proyecto GENCAPER publicó un manual accesible online: "Introducción de Biodigestores en Sistemas Agropecuarios en el Ecuador: Un aporte para la mitigación y adaptación al cambio climático" (GENCAPER, 2015).

Desde la I+D hay siete universidades con actividad en biodigestores, al menos a nivel de elaboración de tesis de pregrado como son: la Universidad de Cuenca (Azuay), la Universidad

Laica Vicente Rocafuerte–ULVR (Guayas), la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo–ESPOCH (Chimborazo), la Escuela Superior Politécnica del Litoral–ESPOL (Guayas), la Universidad Técnica del Norte–UTN (Imbabura), Universidad Estatal Amazónica (Pastaza), la Universidad San Francisco de Quito–USFQ (Pichincha) y la Escuela Politécnica Nacional (Pichincha), encontrando en estas tres últimas proyectos activos de diseño e implementación de biodigestores.

La Escuela Politécnica Nacional (EPN) es parte de un consorcio público privado junto con la empresa BiogasTiger alemana y otras empresas ecuatorianas, para evaluar la factibilidad de implementar biodigestores sofisticados en grandes productores de residuos orgánicos en el país. El enfoque comienza con evaluar la viabilidad de tratar residuos de la industria atunera y de restaurantes mediante biodigestores calefactados y de mezcla completa, propiedad de la BiogasTiger. Con este proyecto la EPN ahora dispone de un laboratorio específico de digestión anaerobia.

El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables–INER, adscrito al MEER, también está desarrollando actividades de I+D, disponiendo de un laboratorio completo para analizar muestras orgánicas y gases y desarrollar ensayos de digestión anaerobia. En la actualidad está involucrado en un proyecto (junto con el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) y la Universidad Estatal Amazónica) de desarrollo de un modelo de biodigestor low-cost para tratamiento de residuos sólidos urbanos, y en otro proyecto (junto con CIMNE) en el desarrollo de tecnología de biodigestores para el tratamiento de aguas residuales.



En cuanto a proveedores de tecnología, la tecnología de biodigestores tubulares de pequeña y media escala es la más cubierta debido a que es la más exitosa y con mayor potencial en el país. Existen varias personas en capacidad de instalar biodigestores tubulares plásticos en Loja, Azuay (Cuenca), El Oro, Pichincha, Imbabura y el Carchi. Existen dos empresas identificadas en capacidad de instalar biodigestores tubulares de geomembrana, una ubicada en Imbabura (Biodigestores Mundo Intag) y la otra en El Oro (Biodigestores Ecuador). Respecto a los biodigestores de laguna cubierta hay una carencia de proveedores y de casos de éxito con factibilidad económica, pero con gran potencial en cuanto a sistemas de tratamiento de residuos. Apenas existen proveedores de biodigestores tecnificados debido a los altos costos asociados y a la acumulación de experiencias fracasadas, aunque la entrada de BiogasTiger en el país puede cambiar este punto.

6.5. Perspectivas sobre el uso de biodigestores en Ecuador

El impulso que ha tomado esta tecnología en los últimos años, debido a su versatilidad en cuanto a tratamientos de residuos, aprovechamiento energético y agrícola de sus productos, se ve reflejada en el interés por parte de varios ministerios, así como la incubación de nuevos proveedores de tecnología y consolidación de los existentes que vienen acumulando éxitos en su implementación. Los biodigestores tubulares son actualmente los que más se instalan y los que aparentemente mayor proyección tienen. Respecto a biodigestores tecnificados, por su alto costo y la carencia de incentivos suficientes para producir y vender electricidad generada con biogás (CONELEC, Participación de los generadores de energía eléctrica producida con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales (Codificación Regulación No. CONELEC 001/13), 2014), limitan su desarrollo y difusión, a pesar de existir estudios (a nivel teórico) que arrojan resultados positivos. La agroindustria empieza a mostrar interés, pero hasta ahora está empujada únicamente como solución medio ambiental.

Existen experiencias positivas con biodigestores de bajo costo, ya sean biodigestores tubulares o lagunas cubiertas, pero en pocos casos con tecnologías tecnificadas. Hay en la actualidad una serie de oportunidades para la penetración de los biodigestores en Ecuador por el anunciado retiro del subsidio al GLP relacionado con el ingreso del Programa de Cocción Eficiente, y por el incremento a los incentivos a la producción y a una fiscalización medioambiental que va en aumento. Estas oportunidades pueden permitir el desarrollo de tecnología local a corto plazo, con una visión de "just right technology" (tecnología estrictamente necesaria) que abarate costes de implementación y la haga más accesible y rentable.

7. Regiones de interés

El Ecuador está conformado por cuatro regiones, de las cuales Galápagos es una zona poco explotada al ser un Parque Nacional y reserva geobotánica. Las tres regiones restantes Costa, Sierra y Amazonia tienen diferentes características entre sí. Así mismo difieren en la producción y tipo de productores que habitan en ellas.

- **En la Región Costa** se encuentra la mayor cantidad de población del Ecuador, pero ocupa el segundo lugar en lo que se refiere a población rural 2.165.647 habitantes y el 36% de este segmento trabaja en actividades agropecuarias. En esta región conviven las explotaciones intensivas agroindustriales con pequeños y medianos productores.
- **La Región Sierra** es la segunda más poblada de Ecuador, ocupa el primer lugar en lo que se refiere a la población rural 2.737.632 de habitantes y 37% de este segmento trabaja en actividades agropecuarias. Esta es la región con mayor presencia indígena en el sector rural. En esta región es donde habita la mayor cantidad de familias con agricultura familiar y diversificada, en la que los miembros de la familia con sus recursos y mano de obra sacan adelante la producción.
- **La Región Oriente** es la tercera en población nacional y rural 354.383 habitantes de estos el 31% de este segmento trabaja en actividades agropecuarias. En esta región, la producción es principalmente agrícola, encontrando poca producción pecuaria, que cuando se da es de manera extensiva o crianza traspatio.

La Región Amazónica, debido a sus características propias (baja densidad de población y poco enfoque pecuario) no es de interés inicial para el desarrollo de un programa nacional de biodigestores a pequeña y mediana escala. Esta región podría participar en el programa con intervenciones concretas durante una primera fase. La región de Galápagos, a pesar de su bajo potencial pecuario, pero debido a su condición de parque nacional y su relevancia nacional e internacional, sería una región de interés para el desarrollo del programa. Finalmente, La región Sierra y Costa, que albergan la mayor concentración de productores pecuarios y animales, son las dos regiones de mayor interés para el desarrollo de un programa nacional de biodigestores de pequeña y mediana escala.

Las dos regiones más interesantes para un programa de biodigestores son la Costa y la Sierra, sumando Galápagos por sus condiciones particulares.

8. Sectores de interés

Los sectores cavícolas, ovinos y avícola no muestran un gran potencial de biodigestores a pequeña y mediana escala. El sector cavícola de pequeña escala produce muy poca cantidad de estiércol, y en el caso de la mediana escala el estiércol ya tiene un valor en el mercado como fertilizante. Del mismo modo el sector avícola, cuando las aves son criadas en campo (caso principal de pequeños productores) no hay forma eficiente de recolectar el estiércol, mientras que en medianos productores que crían en plantel, la gallinaza ya tiene un valor en el mercado como fertilizante. Finalmente el caso de los ovinos, en que son manejados en pastoreo extensivo, y solo son recogidos a la noche en corrales, normalmente lejos de las viviendas de los productores, dificulta el acopio y recogida de estiércol para ser usada en un biodigestor. De este modo, los sectores cavícolas, ovino y avícola quedan descartados de participar activamente en un programa nacional de biodigestores de pequeña y mediana escala, dejando la posibilidad de hacer intervenciones concretas en casos particulares que aparezcan.

El sector bovino de carne muchas veces va ligado a doble propósito, y esto conlleva que en algunos casos sea viable la instalación de un biodigestor (cuando es fácil recoger estiércol del ordeño en un lugar cercano a la vivienda) Pero en muchos otros casos la ganadería de

Los sectores cavícolas, ovino, avícola y bovino de carne y/o doble propósito quedan descartados de participar activamente en un programa nacional de biodigestores de pequeña y mediana escala

carne es extensiva y no es posible recolectar el estiércol, haciendo inviable una propuesta de biodigestores. Por ello, el subsector bovino de carne y/o doble propósito es igualmente no considerado para el desarrollo de un programa nacional de biodigestores, dejando la posibilidad de intervenciones concretas cuando se den las condiciones apropiadas. Este parece ser el caso de la provincia de Manabí.

Dos sectores pecuarios son de gran interés, el lechero y el porcícola, ya que en ambos casos el estiércol es fácilmente recolectable, y en ambos casos, además de un uso doméstico del biogás, se puede hacer un uso productivo (calentar agua para limpiar enseres de ordeño, limpieza de pezones, etc. o calentar lechones en épocas frías).

9. Potencial técnico de biodigestores en Ecuador

El potencial técnico de biodigestores trata de estimar, a partir de información secundaria, la cantidad de biodigestores totales que se pueden instalar en el país dentro de un programa nacional de biodigestores, considerando únicamente el número de productores que están en capacidad de tener un biodigestor.

En este caso se ha considerado que únicamente las regiones de Costa y Sierra y los sectores lechero y porcícola son de interés para el desarrollo de un programa nacional de biodigestores enfocado en la pequeña y mediana escala. Esto deja fuera a los productores de la región amazónica y de los sectores cavícolas, ovino avícola y otros, que según las circunstancias específicas de cada productor podrían darse el caso de poder instalar biodigestores. Pero en este caso solo se consideran el sector lechero y el sector porcicultor en Costa y Sierra.

Los datos disponibles son dispersos, y varían según la fuente y año. En el caso del sector lechero se identifican 237 mil UPAs (ver tabla 12) en el país. De estos, 21 mil se encuentran en la región amazónica, quedando 216 mil productores en la región de Sierra y Costa. Los datos muestran que a nivel nacional hay 15 mil grandes productores bovinos de carne y leche (por encima de las 60 vacas, ver tabla 10), que si bien muchos pueden ser parte de los 21 mil desestimados por estar en la región amazónica y otros se grandes productores bovinos de carne, se pueden restar a los 216 mil remantes para asumir estimaciones conservadoras. De este modo, se puede asumir que hay 201 mil productores lecheros pequeños y medianos en las regiones Costa y Sierra de Ecuador.

El sector porcícola, según Agrocalidad (2013) está formado por 241 mil pequeños y medianos productores en todo el país (tabla 18). Para poder restar aquellos que están en la región amazónica, se puede suponer que la distribución de pequeños, medianos y grandes productores es similar en todas las regiones, y por tanto, si el 4% de los cerdos están en la región amazónica, es de esperar que el mismo porcentaje de UPAS en la región. Por tanto el número de productores porcícolas pequeños y medianos en la Costa y Sierra son 231 mil.

Al menos hay 231 mil pequeños y medianos productores de la Costa y la Sierra ecuatoriana en capacidad de tener un biodigestor.

Es de esperar que ambos potenciales por sectores (lechero y porcícola) estén solapados. Es decir, que haya productores con lechería y cerdos a la vez, que se contabilizan en ambos sectores siendo un mismo productor y por ello no corresponde hacer la suma de productores lecheros y porcícolas. Como no se dispone de los datos necesarios para discriminar esta situación, se puede considerar que al menos existen 231 mil productores en Ecuador en capacidad de instalar un biodigestor (caso conservador en el que se consideraría que todos los porcicultores pequeños y medianos tienen además vacas).

Si se considera este valor (231 mil productores), implica que representa el 24% de las familias que viven en el área rural de la Costa y la Sierra de Ecuador (tabla 1 y 2). Así mismo, representa el 60% de la UPAS agropecuarias de las regiones Costa y Sierra (ver tabla 6), y el 72 % de todas las UPAS con actividades pecuarias del país (tabla 8). De este modo, el potencial técnico identificado es coherente con otros datos y fuentes.

A modo de referencia, los estudios de factibilidad para el desarrollo de un programa nacional de otros países se consideraron positivos con 175.000 unidades para Bolivia (SNV, 2012a), 55.000 para Nicaragua (SNV, 2010), 330.000 para Perú (SNV, 2012b) y 92.500 para Zambia (SNV, 2012c). De este, **el desarrollo de un sector sostenible de biodigestores mediante la implementación de un programa nacional de biodigestores en Ecuador enfocado a pequeños y medianos productores es factible.**

10. Regulación ambiental del sector agropecuario en el Ecuador

En general los productores deben contribuir al desarrollo sustentable del medio en el que se desarrollan, al uso racional del suelo y al mantenimiento de su fertilidad de tal manera que conserve el recurso, la agrobiodiversidad y las cuencas hidrográficas para mantener la aptitud productiva, la producción alimentaria, asegurar la disponibilidad de agua de calidad y contribuya a la conservación de la biodiversidad. El sistema productivo existente en el predio permitirá optimizar la relación de las actividades agrarias con las características biofísicas del ambiente natural. El cumplimiento de la función ambiental conlleva también el respeto a los derechos ambientales individuales, colectivos y los derechos de la naturaleza. (ASAMBLEA NACIONAL, 2016).

Los productores pecuarios en el Ecuador para poder registrar sus granjas deben cumplir con una serie de normas dadas por la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), quienes en el año 2010, según la resolución 111³ elaboraron un documento guía para la Certificación de Buenas Prácticas Pecuarias en el Ecuador.

Esta serie de normas detallan cada una de las cosas que el productor debe cumplir con respecto al manejo de la finca, del personal, de los animales y el agua de riego. Cada productor debe controlar la emisión de desechos contaminantes al ambiente y la contaminación de agua y suelo por escorrentía.

Los desechos de los animales se los debe manejar de forma óptima almacenándolos en un lugar adecuado o haciendo con ellos compost o biodigestores que faciliten su degradación sin contaminar. Así mismo se debe tratar las aguas producto del lavado de los animales o faenamiento de los mismos, sin permitir que esta vaya a la alcantarilla común o se filtre en el suelo.

A continuación se detallan los artículos de la Resolución 111 relacionados con los aspectos antes mencionados:

Capítulo III. DE LA UBICACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES PECUARIAS, Y DE LA INFRAESTRUCTURA, INSTALACIONES Y EQUIPOS.

Art. 3, 4, 5, 6. Unidades Productivas:

- Las unidades agropecuarias deberán estar ubicadas en lugares libres de contaminación y respetando las zonas ecológicamente sensibles.
- El diseño y la infraestructura deben garantizar la seguridad e higiene de los animales y minimizar la contaminación.
- Las fuentes de agua deben estar debidamente cercadas para evitar accidentes y contaminación.
- Debe existir un área exclusiva para el destino y manejo de los desechos, que este alejada de la vivienda y zona de producción.
- Las superficies que van a estar en contacto con los animales o sus productos deben estar libres de sustancias tóxicas.

³ http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/RESOLUCION_111_Guia-de-BP-PECUARIA1.pdf

- Se debe tener un diseño que permita la fácil limpieza y eliminación de estiércol, lodos o sustancias orgánicas, para evitar la presencia de moscas o roedores.
- Contar con un sistema de drenaje adecuado para la eliminación de desechos líquidos.
- Los equipos y maquinarias que estén en contacto con los animales deben ser adecuadamente desinfectados, y tener estructuras que no causen daño a los mismos.
- Se deben tener diferentes áreas para el almacenamiento de los productos tales como agroquímicos, fertilizantes, semillas, medicamentos veterinarios, equipos de limpieza.

Capítulo IV. DE LAS MEDIDAS HIGIÉNICAS EN LAS EXPLOTACIONES PECUARIAS

Medidas higiénicas y de bioseguridad:

- Se debe llevar un registro de los días de limpieza y productos utilizados para la misma dentro de las instalaciones.
- La limpieza se la debe realizar por lo menos una vez por semana.
- Se debe hacer un adecuado control de las plagas y enfermedades dentro del predio, se debe llevar un registro de los productos utilizados y la forma de aplicación así como un croquis del lugar de aplicación de los productos.
- Los desechos sólidos de los animales, basura y cadáveres deben ser ubicados en un lugar alejado de la zona de producción y de las fuentes de agua superficial y subterránea para evitar la presencia de malos olores, plagas y contaminación.

Capítulo V. DEL USO Y CALIDAD DEL AGUA, Y DE LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Art. 10. Generalidades del uso y calidad del agua:

- Debe existir suficiente cantidad de agua para el consumo animal y la limpieza de las instalaciones.
- Los animales deben consumir agua de buena calidad de acuerdo a la norma NTN INEN 1108 que regula el agua potable o segura libre de agentes químicos, físicos y microbiológicos.

Art. 11. Manejo de aguas residuales:

- Se debe realizar un plan de descarte de las aguas utilizadas en los procesos y manejos del ganado.
- El destino de las aguas debe ser de preferencia un pozo recolector y no ser vertidas directamente a los cursos de agua superficial.
- Los pozos deben ser construidos bajo normas técnicas y hacerse inspecciones periódicas para evitar contaminaciones.
- Se debe hacer un control de los detergentes y desinfectantes utilizados para la industria ganadera, ajustándose a las recomendaciones del fabricante, que de preferencia sean biodegradables y registrados en AGROCALIDAD.

Capítulo IX. DEL MANEJO AMBIENTAL, Y DE LA SEGURIDAD Y BIENESTAR LABORAL

Art. 264, 27, 29. Manejo ambiental:

- Es necesario que los productores minimicen el impacto ambiental de sus actividades.

- Para evitar la contaminación de las aguas por filtración, escurrimiento hacia las aguas superficiales o subterráneas, se debe realizar un manejo, disposición y tratamiento de las aguas residuales y desechos sólidos.
- Se debe hacer un plan de manejo de los estiércoles y desechos generados en el manejo y producción de los animales.
- Las excretas deben manejarse de acuerdo a las normas vigentes para evitar la contaminación de las fuentes de agua, proliferación de plagas, enfermedades y olores desagradables. Para el caso pueden emplearse biodigestores, campanas de energía, lagunas de oxidación, compostaje, etc.
- En lo que se refiere a desechos sólidos, se los debe disponer en un sitio para que puedan ser procesados para su utilización posterior o adecuadamente eliminados.

11. Conclusiones y recomendaciones

- **De la Regiones de Ecuador:** Ecuador está dividido en tres regiones continentales (Costa, Sierra y Amazonía) y una insular (Galápagos). El sector pecuario se concentra en las regiones Costa y Sierra, mientras que la Amazonia se caracteriza por muy baja densidad de población y Galápagos por su poca población, pero su alta visibilidad por su patrimonio natural.
- **De sectores y regiones de interés:** Un programa nacional de biodigestores enfocado a pequeños y medianos productores debe comenzar por enfocarse en los sectores pecuarios y regiones que mayor potencial ofrezcan. Esto significa que las regiones de Costa y Sierra, y los sectores porcino y lechero, son los más idóneos para comenzar un PNB. Esto no significa dejar lado otras regiones y sectores, que en circunstancias específicas, por impacto y visibilidad, puedan considerarse (como es el caso de la lechería en Napo o actividad pecuaria en Galápagos, por ejemplo).
- **De la energía y el biogás:** El país tiene precios de la energía muy baratos y accesibles a la población, estando subsidiado el gas GLP, una familia promedio puede invertir en torno a 20USD/año en GLP, lo que hace menos atractivo el biogás producido por los biodigestores. en este caso, un programa nacional de biodigestores debe considerar difundir el uso del biogás no solo para sustituir el GLP para cocinar, si no para otros usos productivos para hacer funcionar ordeñadoras, calefacción de lecheros, picadoras de pasto, molinos o generación de electricidad para consumo propio.
- **Del biol:** El biol es conocido entre los pequeños productores agroecológicos del país, y en parte por los productores de cultivos intensivos como floricultura, brócoli y otros. Ante el menor interés en el biogás, un programa nacional de biodigestores debe hacer un gran esfuerzo por visibilizar los aumentos de rendimiento de los cultivos al usar biol, realizando I+D específica por cultivos y regiones.
- **De la mitigación ambiental:** Los medianos productores porcícolas se encuentran en la necesidad de tomar medidas de mitigación ambiental respecto a los estiércoles producidos, y en este contexto los biodigestores se convierten en una oportunidad de dar tratamiento a sus residuos y cumplir la normativa ambiental. En este caso, el tratamiento no se convierte en un gasto ya que la generación de biogás puede ser aprovechada en cocina y calefacción de lechones, mientras que el uso del biol queda sujeto a la disponibilidad de tierras de cultivo del mediano productor porcícola o su capacidad de venderlo. Los pequeños productores porcícolas, debido al bajo número de cerdos que poseen, que además combinan con agricultura familiar y disponen de espacio donde utilizar los estiércoles, la mitigación ambiental no es un incentivo. Sucede algo similar en los productores de leche (pequeños y medianos) por disponer igualmente de pastizales donde aplicar el estiércol de sus vacas. En estos últimos casos (pequeños productores porcícolas, pequeños y medianos lecheros) el enfoque debe dirigirse al uso del biol y aprovechamiento del biogás en cocción y usos productivos en la finca.
- **De la experiencia en biodigestores en Ecuador:** Ecuador cuenta con una historia similar a los países de la región en cuanto al desarrollo de biodigestores. En la actualidad la tecnología más implementada en pequeños y medianos productores

lechero y porcícolas es la de los biodigestores tubulares. Se utiliza polietileno tubular plástico (plástico de invernadero) generalmente para pequeños productores, y geomembrana de PVC para medianos productores. Existen experiencias con lagunas cubiertas y tecnologías sofisticadas, dedicadas a grandes productores pecuarios en el primer caso y tratamiento de residuos orgánicos de la industria alimentaria en el segundo. El uso del biogás se viene dando principalmente dentro de la finca para cocinar y otros usos térmicos productivos (calefacción de lecheros, por ejemplo). El uso del biol está extendido entre los pequeños productores. No hay experiencias visibles en usos del biogás para hacer funcionar maquinaria agropecuaria (ordeñadoras, picadoras de pasto, etc.) ni en producción de electricidad. Existen unos pocos proveedores de tecnología de biodigestores tubulares plásticos informales, y dos proveedores de biodigestores tubulares de geomembrana consolidándose.

- **Del potencial técnico de biodigestores:** El análisis de información secundaria muestra que entre la Costa y la Sierra existen al menos 201 mil pequeños y medianos productores lecheros y 231 mil pequeños y medianos productores porcícolas. Como ambos datos pueden estar solapados (un mismo productor puede tener lechería y cerdos), se estima que el potencial técnicos de biodigestores enfocados a pequeños y medianos productores es de al menos 231 mil usuarios. Este valor indica que es factible el desarrollo de un programa nacional de biodigestores, ya que experiencias en otros países indican que potenciales superiores a 50.000 usuarios son suficientes.
- **De la tipología de los productores:** La tipología de pequeños y medianos productores se ha desarrollado por sector de interés (lechería y porcicultura) así como por región (Costa y Sierra). Es de destacar la baja inversión en infraestructura de los pequeños productores lecheros, que no disponen de corral y ordeñan en su mayoría en el mismo potrero (principalmente en la Sierra). Este es un aspecto a considerar ya que sin establo para ordeño la recolección de estiércol para alimentar un biodigestor se dificulta. En este caso es necesario considerar complementar un programa nacional de biodigestores con incentivos a la mejora en infraestructura como es la instalación previa de establos para el ordeño (y supervisión de los animales, posibilidad de tratar animales específicos, higiene, comodidad, etc.) para poder instalar biodigestores. En el caso de los productores porcícolas, suelen tener (pequeños y medianos, en Costa y Sierra) los animales en corrales, que en algunos casos el piso es de tierra. En este caso, igualmente conviene considerar este aspecto y complementar el programa nacional de biodigestores con mejoramiento de la infraestructura para que todos los corrales de cerdo tengan cubierta y piso de cemento, facilitando la carga del biodigestor mediante el lavado con agua de los corrales.

12. Bibliografía

- ABE (2015). Atlas Bioenergético de Ecuador. MCPEC, INP, MEER.
<http://www.energia.gob.ec/biblioteca/>
- AGROCALIDAD. (2012). Manual de procedimientos para el registro de granjas porcinas. Obtenido de www.agrocalidad.gob.ec/.../6%20PNSP-M-01-Manual%20de%20registro%20
- AGROCALIDAD. (2016). Programa nacional sanitario de vigilancia y prevención de la encefalopatía espongiforme bovina. Obtenido de www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2016/07/daj-2016144-0201.0036.pdf
- AGROCALIDAD, et al. (2010). Encuesta nacional de granjas de ganado porcino. Obtenido de www.agrocalidad.gob.ec/.../7%20Informe%20Encuesta%20Nacional%20Sanitaria
- AGRYTEC. (2010). Producción de cerdos en Ecuador. Obtenido de www.agrytec.com/pecuario/index.ph
- AGSO. (2016). AGSO. Recuperado el 2017, de www.agso.ec
- ANCO. (2001). Asociación nacional de criadores de ovejas del Ecuador. Obtenido de www.geocities.ws/ancoec/
- Aqualimpia Engineering. (2006, Agosto 2). Aqualimpia Engineering. Retrieved Marzo 27, 2015, from <http://www.aqualimpia.com/PDF/BD-San-Francisco.pdf>
- Araujo, A. C. Puesta en marcha de la planta semi-industrial de digestión anaeróbica en Latinoamérica de Jugos S.A. Tesis de grado (<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3276/1/000110348.pdf>). Quito: Universidad San Francisco de Quito, Junio 2014.
- ASPE. (2010). Asociación de Porcicultores del Ecuador. Obtenido de www.aspe.org.ec/
- Banco Mundial. (11 de abril de 2017). Banco Mundial. Obtenido de Banco Mundial: <http://www.bancomundial.org/es/country/ecuador/overview#1>
- Bavera, G., & Peñafort, H. (2006). Las heces del bovino y su relación con la alimentación. Recuperado el 2017, de www.produccion-animal.com.ar/.../61-heces_del_bovino_y_relacion_con_la_aliment...
- BCE. (2014). Banco Central del Ecuador. Recuperado el 2017, de www.bce.fin.ec
- Botero, R, H. C. (2006). Manejo productivo de excretas en sistemas ganaderos tropicales. Recuperado el 2017, de www.engormix.com › Ganadería › Artículos técnicos ›
- Botero, R., & Preston, T. (1987). Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Cali: CIPAV. Disponible en : <http://www.utafoundation.org/publications/botero&preston.pdf>.
- Canales García, M. R. (2010). Estudio del Proceso bioquímico de fermentación de biodigestores para la producción de biogás y biofertilizante a partir de residuos provenientes del campus de la Universidad de El Salvador. Recuperado el 2017, de www.yumpu.com/es/document/view/15352261/descargar-4mb-universidad-de-el-salvador

- Castillo, M. (2014). Análisis de la Productividad y competitividad de la ganadería de carne en el Litoral ecuatoriano. Santiago.
- CGSIN - MAGAP. (2016). Sistema de información del Ministerio de Agricultura. Obtenido de sinagap.agricultura.gob.ec/
- CIL. (2015). La leche del Ecuador - Historia de la lechería ecuatoriana. Quito: Effecto studio.
- CONAVE. (2017). Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. Obtenido de www.conave.org/
- Consejo Nacional de Planificación. (2009). Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. Obtenido de Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo: [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_para_el_Buen_Vivir_\(version_resumida_en_espanol\).pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_para_el_Buen_Vivir_(version_resumida_en_espanol).pdf)
- Donald. B, M. N. (1993). Manual de producción avícola. México.
- Duque, F. (2010). El abonado: tipos. Obtenido de <http://www.horticulturaintensiva.blogspot.com/>
- ENEMDU. (2017). Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec/enemdu-2017/
- ENIGHUR. (2011). Encuesta de ingresos y gastos de hogares. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-nacional-de-ingresos-y-gastos-de-los-hogares
- ESPAC. (2016). Encuesta de superficie y Producción Agropecuaria Continua. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec/.../espac/espac...
- ESPAC. (2016). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec/.../espac/espac.../
- ESTRADA, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. Quito, Ecuador.
- Francois Houtart, M. L. (2016). Manifiesto para la agricultura familiar, campesina e indígena. Quito: IAEN.
- González Chong, W., Chao Tung-San, J., Zavala Ortíz, G., & Duque Rivera, J. (1987). Biodigestores y biogás: Recuento de la experiencia en ESPOL. Encuentro Nacional sobre Biodigestores: Memorias (pp. 15-22). Machala: Universidad Técnica de Machala - Instituto Nacional de Energía
- GENCAPER (2015). Manual Introducción de Biodigestores en Sistemas Agropecuarios en el Ecuador: Un aporte para la mitigación y adaptación al cambio climático". MAE. http://beegroup-cimne.com/kt-content/uploads/2017/02/2015_Manual_Biodigestores_Ecuador.pdf
- Grupo El Comercio. (2017). Crianza y comercialización de cuyes en Ecuador. Lideres.
- Haro, R. (2003). I Informe sobre recursos zoogenéticos en el Ecuador. Quito: MAG.
- INEC. (2000). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Recuperado el 09 de 2017, de www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/

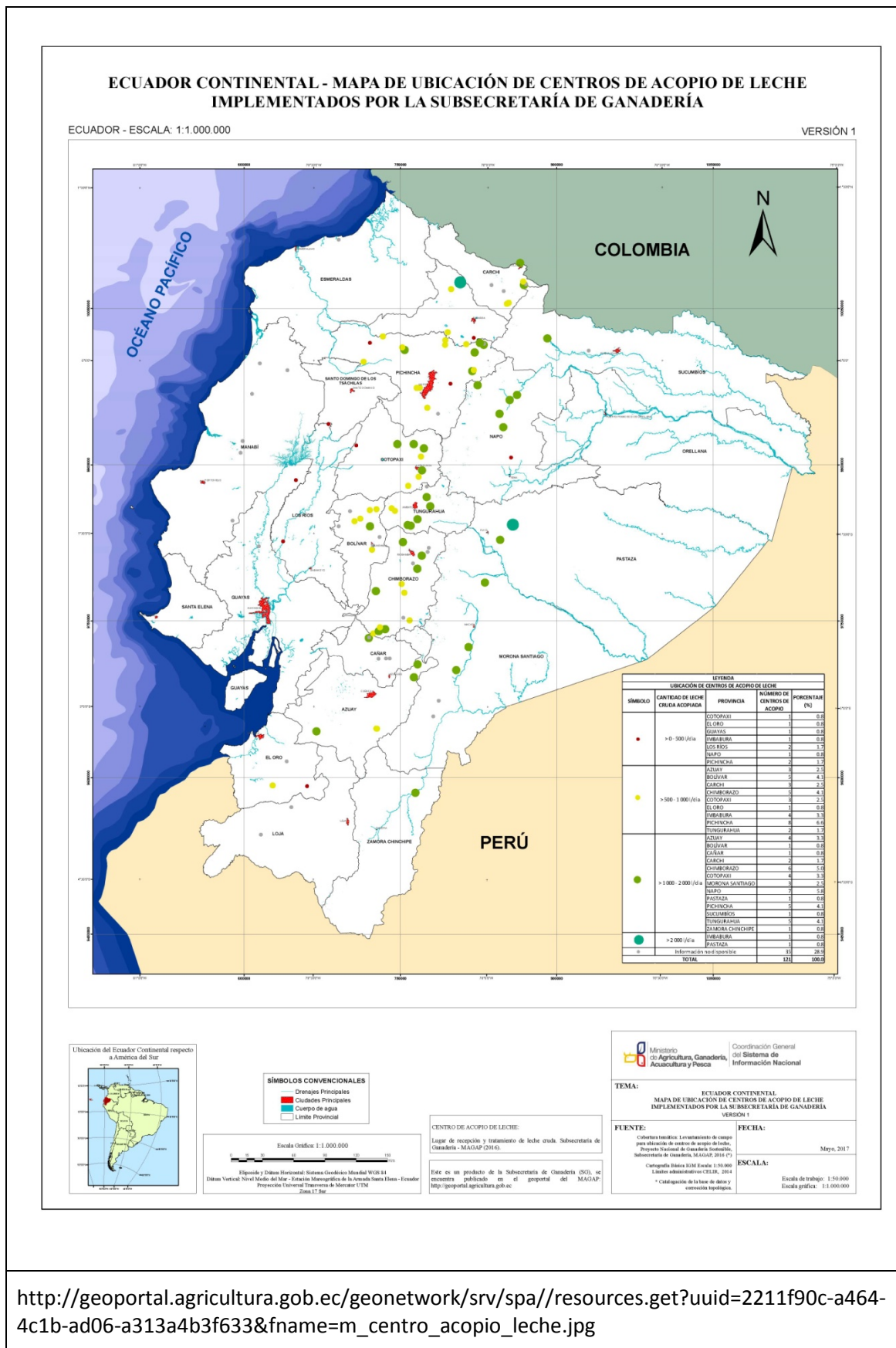
- INEC. (2008). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de www.anda.inec.gob.ec
- INEC. (2017). ENEMDU. Recuperado el 09 de 2017, de www.ecuadorencifras.gob.ec/enemdu-2017
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (11 de Septiembre de 2017). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/resultados/>
- INER. (2011). ENIGHUR. Recuperado el 2017, de anda.inec.gob.ec › Página principal › Catálogo Central de Datos › SOCDEMO
- INIA. (2005). Producción de excretas porcinas y contaminación ambiental. Obtenido de www.aacporcinos.com.ar/.../manejo_porcino_03-2013_produccion_de_excretas_por
- Instituto Nacional de Preinversión. (2014). Atlas Bionergético del Ecuador.
- M, E. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. Recuperado el 2017, de redalyc.uaemex.mx/pdf
- MAE. (2015). Introducción de biodigestores en sistemas agropecuarios en el Ecuador. Quito.
- Maestas, G., Jones, D. W., Samuels Jr., G., & Younger, D. R. (1986). Final evaluation of USAID Project No. 518-0029/Loan No. 518-w-039, Alternative Energy Sources. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory.
- MAGAP. (2016). La política agropecuaria ecuatoriana. Quito: MAGAP.
- Marchaim, U. (1992). Biogas processes for sustainable development. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Martí-Herrero, J. (2013). Intercambio de experiencias en biodigestores entre Ecuador y Bolivia. Redbiolac. http://redbiolac.org/wp-content/uploads/Informe_Ecuador_Bolivia_2013.pdf.
- Martí-Herrero, J., Chipana, M., Cuevas, C., Paco, G., Víctor, S., Zymła, B., . . . Gamarra, A. (2014). Low cost tubular digesters as appropriate technology for widespread application: Results and lessons learned from Bolivia. *Renewable Energy* (71), 156-165.
- MINERGÍA . (2011). Producción de biogás. Quito.
- Ministerio Coordinador de Patrimonio - UNICEF. (2001). UNICEF. Obtenido de UNICEF: https://www.unicef.org/ecuador/nacionalidades_y_pueblos_indigenas_web_Parte1.pdf
- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2016). Balance Energético Nacional.
- Saber es práctico. (2016). Obtenido de <https://www.saberespractico.com/demografia/densidad-de-poblacion-de-los-paises-de-america/>
- MIPRO. (2011). Distribución de camales municipales. Quito.
- Nieto, C. (2006). Ecuador Nota de análisis sectorial, agricultura y desarrollo rural. Quito: FAO.
- PROECUADOR. (2016). Perfil sectorial de carnes y lácteos. Recuperado el 09 de 2017, de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/07/proec_psi2016_lacteos.pdf

- RRCNC (2016). Reporte de Resultados Censo Nacional Completo.
<http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/resultados-censo-nacional/file/591-report-de-resultados-censo-nacional-completo>
- Roberts, T. (s.f.). Breves agronómicas. Recuperado el 2017, de
[www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/.../\\$file/Breves+El+Estiercol.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/.../$file/Breves+El+Estiercol.pdf)
- Secretaría del Buen Vivir. (2016). Secretaría del Buen Vivir. Obtenido de Secretaría del Buen Vivir: <http://www.secretariabuenvivir.gob.ec/sabias-que-en-el-ecuador-se-hablan-14-lenguas-ancestrales/>
- SNV, 2010. Estudio de factibilidad para un programa nacional de en Nicaragua.
www.bibalex.org/search4dev/files/419124/442098.pdf
- SNV, 2012a. Estudio de factibilidad para un programa nacional de biogás doméstico en Bolivia.
http://beegroup-cimne.com/kt-content/uploads/2017/02/PNB_Bolivia_factibilidad_2012.pdf
- SNV, 2012b. Estudio de factibilidad para un programa nacional de biogás doméstico en Perú.
<https://vdocuments.site/documents/estudio-factibilidad-programa-biodigestores-domesticos-peru-corregido-ok-20ago2012.html>
- SNV 2012c. Domestic biogas program in Zambia.
- The observatory of economic complexity. (2017). The observatory of economic complexity. Obtenido de The observatory of economic complexity:
<http://atlas.media.mit.edu/es/profile/country/ecu/#Importaciones>
- USDA FAS. (2015). Ecuador livestock annual global agricultural information. Recuperado el 2017

Información complementaria

GANADO VACUNO	TAMAÑOS DE UPA (hectáreas)											
	TOTAL	< 1	1-2.	2-3	3-5	5-10	10-20	20-50	50-100	100-200	<200	
Total												
UPAs	427.514	93.839	57.747	40.295	47.143	52.574	44.793	51.434	24.803	9.948	4.939	
Cabezas	4.486.020	226.729	186.007	153.237	225.745	340.466	437.177	855.871	708.152	545.982	806.653	
Criollo												
UPAs	359.305	88.510	54.397	37.695	43.140	46.016	35.584	34.015	13.730	4.279	1.940	
Cabezas	2.428.731	211.887	172.960	138.095	198.652	278.389	318.577	476.301	305.902	163.816	164.151	
Mestizo sin registro												
UPAs	71.632	5.594	3.474	2.730	4.285	7.010	9.860	18.019	11.651	5.889	3.118	
Cabezas	1.902.197	14.724	12.992	14.952	26.665	59.121	114.747	358.974	385.867	357.749	556.406	
Mestizo con registro												
UPAs	649	23	9	27	30	25	43	192	105	98	96	
Cabezas	63.903	116	52	45	195	1.467	559	5.459	5.403	12.164	38.443	
Pura sangre de carne												
UPAs	816	.	.	*	*	48	94	233	134	103	140	
Cabezas	36.436	.	.	*	*	209	882	3.179	3.003	3.769	25.212	
Pura sangre de leche												
UPAs	999	*	*	42	12	72	103	329	171	145	123	
Cabezas	39.173	*	*	123	60	1.131	2.198	10.269	5.833	4.778	14.780	
Pura sangre de doble propósito												
UPAs	472	*	*	*	*	14	42	137	79	80	112	
Cabezas	15.579	*	*	*	*	148	213	1.690	2.144	3.706	7.661	
Producción de leche de vaca												
Cabezas	808.856	52.232	45.558	39.396	54.720	80.210	87.353	151.665	119.962	87.581	90.179	
Litros	3.525.027	224.469	191.574	160.288	227.188	327.755	345.282	644.654	531.871	432.847	439.098	
Fuente: RRCNC, 2016												

GANADO PORCINO	TAMAÑOS DE UPA										
	TOTAL	Menos de 1 Hectárea	De 1 hasta menos de 2 Has.	De 2 hasta menos de 3 Has.	De 3 hasta menos de 5 Has.	De 5 hasta menos de 10 Has.	De 10 hasta menos de 20 Has.	De 20 hasta menos de 50 Has.	De 50 hasta menos de 100 Has.	De 100 hasta menos de 200 Has.	De 200 hectáreas y más
Total											
UPAs	440.475	124.210	61.175	42.428	49.765	54.593	41.163	40.453	17.655	6.358	2.674
Cabezas	1.527.114	289.951	149.021	111.806	167.044	180.289	178.697	227.163	106.717	46.885	69.540
Criollo											
UPAs	404.153	114.169	57.143	40.263	46.729	51.158	37.582	35.670	14.582	4.833	2.024
Cabezas	1.193.052	246.887	130.950	100.387	124.185	159.222	134.875	147.656	71.000	28.980	48.909
Mestizo											
UPAs	38.585	10.809	4.324	2.336	3.252	3.550	3.915	4.984	3.181	1.559	675
Cabezas	297.695	38.462	16.604	10.660	35.542	18.443	39.622	73.714	28.526	16.730	19.392
Pura sangre											
UPAs	1.344	383	153	38	68	126	155	225	77	72	49
Cabezas	36.368	4.602	1.467	759	7.316	2.623	4.201	5.792	7.192	1.176	1.239
Fuente: RRCNC, 2016											



http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa//resources.get?uuid=2211f90c-a464-4c1b-ad06-a313a4b3f633&fname=m_centro_acopio_leche.jpg

