

**La energización como determinante de la calidad de vida en áreas rurales dispersas de
Colombia**

Andrés Felipe León Esteban

Trabajo de grado para optar el título de Magister en Economía y Desarrollo

Director

Isaac Guerrero Rincón

Magister en Ciencias Económicas

Codirector

Viatcheslav Kafarov

Doctor en Ciencias Técnicas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Humanas

Escuela de Economía y Administración

Maestría en Economía y Desarrollo

Bucaramanga

2018

Dedicatoria

A Dios, por la vida y la oportunidad.

A mis padres, Luis Demetrio y Betty Yolanda. Por su dedicación y enorme esfuerzo por sacar adelante la educación de sus hijos.

A mis hermanos Julia Helena y David por su destacado ejemplo.

A María Mercedes Duarte, por su compañía, cariño, apoyo y motivación en pro de alcanzar nuevas metas personales.

A mis profesores, amigos y familiares, por acompañarme en el proceso pedagógico de vivir.

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander, porque siempre será un orgullo y un honor hacer parte de esta, mi Alma Mater.

A la Vicerrectoría de Investigación y Extensión y a la Facultad de Ciencias Humanas, por apoyar y financiar la divulgación de mis resultados de investigación en eventos internacionales.

A la Maestría en Economía y Desarrollo, a la Escuela de Economía y a sus profesores, por brindar los programas que me permitieron formarme académicamente y como persona.

Al grupo de investigación GIDROT y sus profesores Isaac Guerrero y Amado Guerrero, por su dirección, respaldo y acompañamiento con la presente investigación.

Al Centro de Investigación CIDES y a su director, Dr. Viatcheslav Kafarov, por la confianza depositada y su incondicional apoyo.

A mis calificadores, Profesores Rafael Vásquez y Alexandra Cortes, por su valioso concepto en pro de consolidar la investigación.

A mis compañeros de maestría, Ismael Estrada y Paola Santander, por su compañerismo, apoyo y sincera amistad.

A todos mis compañeros del CIDES, por su buen consejo y acompañamiento en mis investigaciones.

Contenido

| | Pág. |
|--|-------------|
| Introducción | 13 |
| 1. Aspectos teóricos y conceptuales..... | 16 |
| 1.1 Aproximaciones teóricas y conceptuales relacionadas con la calidad de vida. | 17 |
| 1.2 Calidad de vida en términos de las capacidades | 18 |
| 1.3 Pobreza energética y calidad de vida | 20 |
| 1.4 Antecedentes empíricos: energización y calidad de vida | 23 |
| 2. Caracterización socio-económica de las áreas rurales dispersas de Colombia..... | 27 |
| 2.1 Uso del suelo y unidades de producción agropecuaria | 30 |
| 2.1.1 Caracterización de las unidades de producción agropecuaria..... | 31 |
| 2.2 Actividad agrícola: Área cosechada en las áreas rurales dispersas de Colombia | 32 |
| 2.2.1 Área cosechada de los cultivos por grandes grupos..... | 33 |
| 2.3 Actividad pecuaria: Inventario pecuario en las áreas rurales dispersas de Colombia | 34 |
| 2.4 Caracterización sociodemográfica de la población..... | 35 |
| 2.4.1 Viviendas | 36 |
| 2.4.2 Hogares y personas | 38 |
| 2.4.3 Educación y asistencia a la educación | 39 |
| 2.4.4 Salud de las personas en las áreas rurales dispersas de Colombia..... | 41 |
| 2.4.5 Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)..... | 43 |

| | |
|--|----|
| 3. Datos y enfoque de modelado..... | 46 |
| 3.1 Revisión de datos | 46 |
| 3.2 Lista de variables y estadísticas descriptivas | 47 |
| 3.3 Enfoque de modelado | 49 |
| 3.3.1 Relaciones funcionales..... | 50 |
| 4. Estimaciones y resultados | 53 |
| 4.1 Estrategia econométrica | 53 |
| 4.2 Resultados del modelo aplicado..... | 55 |
| 4.3 Análisis de resultados | 57 |
| 5. Conclusiones | 61 |
| Referencias Bibliográficas | 66 |

Lista de Tablas

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Lista de variables y estadísticas descriptivas | 49 |
| Tabla 2. MC3E Estimación simultanea del efecto de la electricidad en hogares de las ARD..... | 56 |

Lista de Figuras

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Clasificación de ruralidad 2014..... | 29 |
| Figura 2. Clasificación por tipo de zona, nivel municipal..... | 30 |
| Figura 3. Distribución (%) de las unidades de producción en el ARD censada..... | 32 |
| Figura 4. Participación (%) del área cosechada por grandes grupos de cultivo en el ARD censada..... | 34 |
| Figura 5. Distribución (%) del inventario bovino nacional, según departamentos..... | 35 |
| Figura 6. Participación (%) del número de viviendas en el ARD censada..... | 37 |
| Figura 7. Distribución (%) del número de viviendas ocupadas en el área rural dispersa censada según conexión a servicio público. Total nacional | 38 |
| Figura 8. Distribución (%) población en el ARD censada según edad y sexo..... | 39 |
| Figura 9. Tasa de asistencia escolar, de la población entre 5 y 16 años, en el ARD..... | 40 |
| Figura 10. Tasa de analfabetismo, población de 15 años o más, en el ARD censada..... | 41 |
| Figura 11. Participación (%) de la población en el ARD afiliada al sistema de Seguridad Social en Salud..... | 42 |
| Figura 12. Distribución: de la población en el ARD afiliada al Sistema de Seguridad Social en Salud, según régimen..... | 42 |
| Figura 13. Distribución (%) de las condicionantes del IPM ajustado en el ARD censada..... | 45 |
| Figura 14. Modelo conceptual de las interrelaciones entre electricidad e ingreso..... | 50 |

Figura 15. Relación entre variables determinantes de la calidad de vida y el Índice de

Cobertura de Energía Eléctrica. 52

Resumen

Título: La energización como determinante de la calidad de vida en áreas rurales dispersas de Colombia *

Autor: Andrés Felipe León Esteban **

Palabras Clave: Áreas rurales dispersas, Mínimos cuadrados en tres etapas (MC3E), Energización, Calidad de vida.

Descripción:

Este trabajo analiza el efecto de la energización sobre el ingreso, la educación, la salud y la productividad agrícola en las áreas rurales dispersas de Colombia (ARD). Para ello se utilizaron las entregas de resultados del 3er Censo Nacional de Agricultura 2014 (CNA) realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). El tamaño de la muestra de la sección transversal del CNA es de 1122 municipios, en donde se incluye el Archipiélago de San Andrés y Providencia y 20 zonas no municipalizadas. También se utilizaron los datos relacionados con el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica registrados por la UPME para el año 2014, y el Valor Agregado Municipal calculado por el DANE para el año 2014.

La explicación intuitiva del impacto que genera la energización es la mejora en los niveles de salud, educación, productividad y los ingresos económicos. Es entendible que un aumento en la educación conducirá a un aumento en los ingresos, pero también es cierto que una mayor cantidad de ingresos le permite a un hogar buscar mejores condiciones de educación. Debido a estas causalidades bidireccionales, la estimación de las relaciones requirió de un modelo econométrico que tenga en cuenta los problemas de endogeneidad: modelo de ecuaciones simultáneas de tres etapas (MC3E). En la investigación se encontró que un hogar conectado a la electricidad tiene un efecto importante y significativo en la salud, la educación y la productividad agrícola. De igual forma, se determinó un efecto positivo y significativo de la electricidad sobre los ingresos. La magnitud altamente significativa del efecto de la electricidad sobre la calidad de vida de la población, constituye entonces un importante y poderoso argumento para incluir políticas energéticas en las conversaciones sobre el desarrollo.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y Administración. Director: Isaac Guerrero Rincón, Magister en Economía.

Abstract

Title: Energy as a determinant of the quality of life in the dispersed rural areas of Colombia*

Author: Andrés Felipe León Esteba**

Keywords: Dispersed Rural Areas, Squares Least in three stages (3SLS), Energization, Quality of life.

Description:

This paper analyzes the effect of energization on income, education, health and agricultural productivity in the dispersed rural areas of Colombia (ARD, for its acronym in Spanish). For this, the results of the 3rd National Agriculture Census 2014 (CNA, for its acronym in Spanish) conducted by the National Administrative Department of Statistics (DANE, for its acronym in Spanish) were used. The sample size of the cross section of the CNA is 1122 municipalities, which includes the Archipelago of San Andrés and Providencia and 20 non-municipalized areas. The data related to the Electricity Coverage Index registered by the UPME for the year 2014, and the Municipal Added Value calculated by the DANE for the year 2014 were also used.

The intuitive explanation of the impact generated by the energization is the improvement in the levels of health, education, productivity and income. It is understandable that an increase in education will lead to an increase in income, but it is also true that a greater amount of income allows a household to seek better educational conditions. Due to these bidirectional causalities, the estimation of the relationships required an econometric model that takes into account the problems of endogeneity: model of simultaneous equations of three stages with least squares (3SLS). The research found that a household connected to electricity has a significant and significant effect on health, education and agricultural productivity. Likewise, a positive and significant effect of electricity on income was determined. The highly significant magnitude of the effect of electricity on the quality of life of the population, is then an important and powerful argument for including energy policies in the development talks.

* Master's Thesis

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y Administración. Director: Isaac Guerrero Rincón, Magister en Economía.

Introducción

La energización cumple una función determinante en el desarrollo socioeconómico y la calidad de vida de los habitantes de un país. Una sociedad que cuente con acceso a energía eléctrica, crea condiciones para mitigar la pobreza, masificar la protección social y elevar su nivel de vida. Así mismo, la energización puede llegar a potenciar la movilización de recursos que se encuentran anesthesiados, creando la disposición de servicios que en algunos casos son precarios (Gaye, 2007; Masud, Sharan, & Lohani, 2007; Pachauri & Spreng, 2004; Reddy, 1999). Todo lo anterior sugiere que, el estudio de la energización como factor de desarrollo se debe abordar desde un enfoque multidisciplinar, tratando de abarcar los componentes: social, económico y ambiental.

En Colombia existen dos tipos de zonas “energéticamente hablando”: las Zonas Interconectadas¹ (ZI) y la Zonas No Interconectadas² (ZNI). Según el Sistema de Información Eléctrico Colombiano, estas últimas comprenden alrededor del 52% de área del territorio Nacional e incluyen 17 departamentos, 5 capitales departamentales, 54 cabeceras municipales y 1.262 localidades. El mayor porcentaje de energización de las ZNI se encuentra en las cabeceras departamentales y municipales, las cuales cuentan generalmente con generadores diésel y, en algunos casos, con pequeñas centrales hidroeléctricas. El 96,3% de la capacidad de generación en estas regiones es a partir de diésel (Flórez, Tobón, & Castillo, 2010). En particular, el panorama general de crecimiento y desarrollo del sector energético en Colombia muestra que en el país existe

¹ Entendido como aquellas zonas que tienen acceso al servicio de energía eléctrica a través del Sistema Interconectado Nacional (SIN).

² Hacen referencia a aquellas zonas que no se encuentran conectadas al SIN. se caracterizan por estar localizadas en lugares apartados de difícil acceso, sin vías y a largas distancias de los centros urbanos.

aún gran cantidad de habitantes que carecen de suministro eléctrico. Según datos estadísticos presentados por (Dyner & Hoyos, 2008) aproximadamente el 4% de la totalidad de la población colombiana no está conectada al anillo eléctrico nacional, a pesar del crecimiento acelerado de la interconexión eléctrica.

Por otro lado, de acuerdo con ladino (2011), el porcentaje de población rural en Colombia que no es atendida con energía es cercana al 56%, lo cual repercute en la desigualdad de lo urbano y lo rural. Según Pérez & Pérez (2002), el desarrollo rural de los países emergentes presenta disminución de los recursos rurales no renovables, produciendo agotamiento de las fuentes hídricas, de vegetación, llevando a efectos de aridez y desertificación. La energía no se encuentra aislada, al contrario, está muy ligada al territorio, en donde se deben dar condiciones especiales, (geográficas, económicas, políticas, financieras y técnicas) ayudando a crear nuevas funciones de lo rural.

En el país, la energización de las ZNI se ha abordado desde la factibilidad técnica y la viabilidad económica de los proyectos. La consideración de múltiples objetivos: naturales, sociales, humanos, biofísicos y financieros constituye una propuesta integral para la selección de tecnologías y la asignación de recursos a proyectos de energización (UPME, 2003) y (UPME, 2010). En cabeza de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y a cargo del consorcio energético Corpoema, se desarrolló un estudio detallado de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) y de su potencial, con el fin de formular un plan para fomentar el desarrollo de las FNCE en Colombia. (UPME, 2014).

Referente a las ZNI se destaca un estudio realizado por el consorcio Hagler Bailly Services y Aene Consultoría S.A, en cabeza de la UPME, en donde se realiza una caracterización detallada de las ZNI y de sus condiciones energéticas; con el fin de estructurar un marco institucional,

financiero y regulatorio que permita aumentar la cobertura energética y mejorar las condiciones del servicio en las ZNI promoviendo alternativas autosustentables (UPME, 2001). En las diversas versiones del Plan Energético Nacional (PEN) se recomienda la diversificación de la canasta energética nacional a partir de la implementación de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), con el fin de contribuir a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y de aportar a la seguridad energética nacional (UPME, 2010).

El Banco Interamericano de Desarrollo, en sus recomendaciones para América Latina y el Caribe (BID, 2009), plantea como meta para la reducción de la pobreza, de acuerdo a los Objetivos de Desarrollo del Nuevo Milenio (ODM), la necesidad de medir los impactos positivos del acceso a los servicios de energía en términos de educación, de salud, servicios de agua y saneamiento básico, así como las oportunidades productivas y el mejoramiento en los niveles de ingreso que permite el uso de energía (Torero, 2014).

Con base en las consideraciones anteriores, el objetivo de la investigación propuesta fue analizar el efecto de la energización como determinante de la calidad de vida en las áreas rurales dispersas de Colombia. Para este propósito se utilizaron las bases de datos del Censo Nacional Agropecuario del año 2014 (CNA), con las cuales se llevó a cabo un análisis correlacional entre la energización y determinantes de la calidad de vida, utilizando el método de Mínimos Cuadrados en Tres Etapas (MC3E)

Esta investigación buscó responder ¿cuál es el efecto de una energización fiable y segura sobre la educación, la salud, la productividad y los ingresos de los hogares que se encuentran en las áreas rurales dispersas de Colombia? Responder a este interrogante permitió conocer las condiciones de vida de los hogares que en estos momentos no cuentan con un suministro de energía eléctrica y ayudará a entender cuál ha sido la evolución de los factores de desarrollo y cómo se determinan

estos efectos en relación con la energización. Esta contribución es importante porque aporta información que puede ser relevante para el diseño de políticas que permitan mejorar las condiciones de pobreza energética en el país. En este punto vale la pena aclarar que dentro de las causas de la falta de energización subyacen diversos factores institucionales, económicos, políticos e ideológicos, pero éstos no hacen parte del alcance del trabajo propuesto.

La presente investigación se divide como sigue: en la sección (1) se revisarán los aspectos teóricos, conceptuales y empíricos más importantes, que permitan determinar la relación entre la energización y la calidad de vida, las propuestas teóricas y sus análisis empíricos. En la sección 2 se presentará una breve caracterización social y económica de las áreas rurales dispersas de Colombia. En la sección 3 se relacionan los datos utilizados en el trabajo y el enfoque de modelado. En la sección 4 se muestra la estrategia econométrica y los resultados de las estimaciones del efecto de la energización sobre la calidad de vida de las áreas rurales dispersas de Colombia. Finalmente, en la sección 5 se incluirán las principales conclusiones de la investigación y se formularán algunas recomendaciones de política energética relacionadas con la cobertura de energía eléctrica en las áreas rurales dispersas de Colombia.

1. Aspectos teóricos y conceptuales

En la primera parte de esta sección se presentan los distintos enfoques teóricos y conceptuales que permiten comprender la perspectiva general sobre la cual se abordará el problema de investigación. Posteriormente, se expone la calidad de vida en términos de sus capacidades y dotaciones iniciales

y la relación de la pobreza energética con los bajos niveles de calidad de vida. Finalmente se presentan los principales antecedentes empíricos que anteceden a la presente investigación.

1.1 Aproximaciones teóricas y conceptuales relacionadas con la calidad de vida.

La utilización del concepto de Calidad de Vida (CV) puede remontarse a los Estados Unidos después de la Segunda Guerra Mundial, como una tentativa de los investigadores de la época de conocer la percepción de las personas acerca de si tenían una buena vida o si se sentían financieramente seguras (Campbell, 1981; Meeberg, 1993). El uso del término CV se extiende a partir de los años sesenta cuando científicos sociales inician investigaciones relacionadas con la CV, recolectando información y datos objetivos para la construcción de indicadores relacionados con el estado socioeconómico, nivel educacional, tipo de vivienda o las condiciones de salud de los individuos.

Taillefer, Dupuis, Roberge & Lemay (2003), plantean que desde que el concepto comenzó a atraer el interés de los investigadores, ha habido un rápido incremento en su uso, el cual ha evidenciado problemas tanto en la definición del concepto, las dimensiones que le comprenden, su medición y los factores que la pueden influenciar. El hecho que desde sus inicios se haya vinculado a otras variables psicológicas que utilizan el concepto de bienestar, ha posibilitado que, a la fecha, aún muchos investigadores no diferencien claramente en sus estudios cada concepto o lo utilicen de manera indistinta. Tal como lo comenta Meeberg (1993), muchos otros términos como satisfacción con la vida, bienestar subjetivo, bienestar, auto reporte en salud, estado de salud, salud mental, felicidad, ajuste, estado funcional y valores vitales son usados para designar CV.

Esta gran dispersión y diversidad de concepciones puede derivar de la naturaleza diversa del concepto (Cummins, 2000) o bien a que este es un término multidisciplinario (Haas, 1999).

El concepto de CV actualmente incorpora tres ramas de las ciencias: economía, medicina y ciencias sociales. Cada una de estas disciplinas ha promovido el desarrollo de un punto de vista diferente respecto a cómo debiera ser conceptualizada la CV (Cummins, 2004). De acuerdo con lo anterior, no existen definiciones únicas sobre el concepto de CV, sin embargo, con fines didácticos estas definiciones pueden ser agrupadas en categorías (Urzúa & Caqueo-Urizar, 2012): a) calidad de vida en función de las condiciones de vida; b) calidad de vida en función de la satisfacción con la vida y c) una combinación de las categorías a y b (Borthwick-Duffy, 1992), siendo la primera categoría, abordada específicamente desde las ciencias económicas, el objeto de estudio de la presente investigación.

Bajo esta perspectiva, las condiciones de vida son equivalentes a la suma de los puntajes de las condiciones de vida objetivamente medibles en una persona, tales como salud física, condiciones de vida, relaciones sociales, actividades funcionales u ocupación. Este tipo de definición permitiría comparar a una persona con otra desde indicadores estrictamente objetivos (Hollanflsworth, 1988). Así mismo, O'Boyle (1994) plantea que la evaluación objetiva asume que la salud, ambiente físico, ingresos, vivienda y otros indicadores observables y cuantificables son mediciones estándar y válidas de calidad de vida.

1.2 Calidad de vida en términos de las capacidades

Comprender la energización como determinante de la calidad de vida es fundamental para interpretar los resultados de la presente investigación, pues se intentará demostrar que las

posibilidades, entendidas estas como las condiciones de vida de una persona, están determinadas en gran medida por el lugar o zona en la que se habita, es decir, por las dotaciones iniciales que posee una determinada población.

La perspectiva propuesta por Amartya Sen resulta útil para entender estos aspectos, llegando inevitablemente a la noción de calidad de vida como el fin último del desarrollo. Para lo anterior, Amartya Sen desarrolla un conjunto de conceptos particulares para explicar su propia visión de desarrollo: funcionamientos y capacidades. “Los funcionamientos, representan las diferentes cosas que una persona puede lograr hacer o ser al vivir. Mientras que la capacidad es básicamente el potencial que tiene un ser humano al actuar y contribuir con sus actos en el desarrollo pleno de la sociedad, es decir la habilidad de las personas de actuar como agente racional (Sen, 1999).

El enfoque de capacidades y funcionamientos, surge como criterio alternativo a los bienes y las utilidades; considerando que los bienes primarios continúan siendo prioritariamente instrumentales, así como la importancia de diferentes espacios complementarios para lograr que el ser humano se desarrolle como un ser libre. Sen habla de funcionamientos vitales que contribuyen al desenvolvimiento del hombre en sociedad permitiendo ser y hacer cosas que bajo su perspectiva valora como importantes, para las cuales necesita poseer ciertos bienes primarios que satisfagan sus necesidades.

El enfoque de Amartya Sen se basa en una visión de vida, a partir de la combinación de varios “quehaceres y seres”, en los que la calidad de vida debe evaluarse en término de capacidad para lograr funcionamientos valiosos (Sen, 1999, pág. 58), pues la libertad de llevar diferentes tipos de vida se refleja en el conjunto de capacidades que tiene una determinada persona en un lugar o zona particular. En ese orden de ideas, es necesario garantizar los funcionamientos que se necesitan y valoran, de tal forma que las personas cuenten con lo justo y necesario en el desarrollo de sus

potencialidades individuales. En consecuencia, el bienestar es ahora una valoración de las condiciones de vida constituidas por funcionamientos (Rafael, 2007).

Ante tal perspectiva, el despliegue del enfoque expuesto sirve de eje básico para la evaluación de la calidad de vida en nuestro territorio; reconociendo que, lo indispensable para un país en vía de desarrollo, es tener presente que la posibilidad se le ha dado a la gente de vivir saludablemente, en un ambiente de igualdad, de acceso a la educación, a la sanidad, a la energía y libre del peligro de muerte; solo allí es donde verdaderamente se conoce el alcance del procesos de desarrollo emprendido. En conclusión, Sen plantea que el desarrollo debe centrarse en los derechos de la gente y en las capacidades que generaran esos derechos.

El estado entonces, debe actuar como agente de dichos bienes y condiciones básicas del ciudadano, otorgando: derecho a salud, educación, vivienda, servicios públicos y a una vida digna, entre otros, que contribuyan con un buen nivel de vida. En especial, variables como la educación y la salud, son determinantes básicos de la capacidad humana. Es esto precisamente lo que trata de medir la presente investigación, estableciendo el efecto de la energización como determinante de la calidad de vida en áreas rurales dispersas de Colombia.

1.3 Pobreza energética y calidad de vida

En los últimos años ha habido un creciente interés en el campo de la pobreza energética³, y se han desarrollado estudios para definirla y medirla (Gaye, 2007; Masud, Sharan, & Lohani, 2007; Pachauri & Spreng, 2004; Reddy, 1999). Se han hecho estudios que exponen los riesgos para la

³ La pobreza energética se define como "la falta de elección, suficiente en el acceso a servicios energéticos adecuados, asequibles, fiables, de alta calidad, seguros y ambientalmente benignos para apoyar el desarrollo económico y humano" (Masud, Sharan, & Lohani, 2007)

salud, los perjuicios en la educación y los desafíos de la productividad en medio de la pobreza energética (Birol, 2007; Reddy, 1999; Sagar, 2005; Sovacool, 2012). Khandker, Barnes & Samad (2013) utilizan datos de panel (2002-2005) en Vietnam a nivel de hogares, para estimar los efectos de la electricidad en el bienestar. Utilizan métodos de efectos fijos y encuentran impactos positivos en los ingresos, gastos y la escolarización, para los hogares conectados a la red eléctrica.

La pobreza energética ha evolucionado en torno a los dos principales enfoques teóricos y metodológicos con los cuales se ha abordado el estudio de la pobreza: el enfoque de subsistencia (o biológico) y el enfoque consensual (García-Ochoa & Graizbord, 2016). Los trabajos pioneros en torno a la pobreza energética adaptaron el enfoque de subsistencia, según el cual "un hogar es pobre cuando sus ingresos no alcanzan a cubrir una serie de satisfactores básicos que son necesarios para mantener la eficiencia física de las personas" (Rowntree, 1901). Con base en este enfoque, la pobreza energética se estima con un umbral del porcentaje de ingreso familiar dedicado a pagar la energía necesaria que se requiera en la vivienda, especialmente la energía necesaria para la calefacción (Bradshaw, 2008).

Boardman (1991) señala que la pobreza energética se debe principalmente a los bajos ingresos y el uso de equipos ineficientes, destacando así el papel que desempeña la eficiencia energética para reducir el consumo de energía en los hogares y, como consecuencia, la proporción del ingreso destinado a pagar esa energía. Con base en esta perspectiva, propuso lo que es hasta hoy la definición más conocida de pobreza energética: "un hogar se encuentra en pobreza energética cuando no puede tener los servicios adecuados de energía con el 10% de sus ingresos". Los resultados de Boardman (2010) indican que en 2008 aproximadamente 19% de los hogares en el Reino Unido vivían en pobreza energética. Sin embargo, la propuesta de Boardman (1991) ha sido cuestionada por Whyley y Callender (1997), Clinchy Healy (1999 y 2001), Healy y Clinch (2002)

y Healy (2004), argumentando que existe una serie de limitaciones teóricas y metodológicas en torno a ella. Estos cuestionamientos han dado pie a una nueva línea de investigación en el estudio de la pobreza energética denominada enfoque consensual que, en realidad, es una adaptación del enfoque de privación relativa en el estudio de la pobreza, línea de investigación desarrollada por el científico social, Peter Townsend.

Con este enfoque, Healy (2004) desarrollo una metodología para medir la pobreza energética que se aplicó primero en Irlanda y después en varios países europeos (Harris, 2005; Tirado & Üрге-Vorsatz, 2010; Thomson & Snell, 2013; Buzar, 2007). El enfoque consensual de la pobreza energética propone un índice que pondera una serie de indicadores objetivos y cualitativos. Los indicadores objetivos miden las condiciones de equipamiento de la vivienda, mientras que los subjetivos estiman cualitativamente el sentimiento de privación de las personas acerca de su situación de pobreza energética.

Bouzarovski et al. (2012) apuntan que si bien los enfoques de subsistencia y consensual se han desarrollado y aplicado principalmente en el Reino Unido e Irlanda, están tomando relevancia científica en prácticamente todos los países de Europa. En este sentido se observa una tendencia similar en América Latina, como lo demuestra el trabajo de Kozulj (2009) quien analiza en 20 países de la región de América Latina y el Caribe como los servicios energéticos resultan indispensables para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio y reducir la pobreza mundial.

La privación social de los servicios que brinda el uso de energía es retomada por García (2014) para desarrollar el método "satisfacción de necesidades absolutas de energía", en el cual se propone un índice multidimensional denominado "pobreza energética en el hogar". Bajo este enfoque, la pobreza energética se ubica en el campo de los derechos sociales que son universales, interdependientes e indivisibles. Si una persona no satisface las necesidades humanas relacionadas

con los usos de energía, no ejerce entonces sus derechos, lo cual implica una situación de pobreza. Es así que el índice multidimensional de pobreza energética en el hogar implica la carencia de al menos uno de los servicios o bienes económicos que se consideran básicos para satisfacer necesidades humanas fundamentales: los cuales son: i) Iluminación, ii) Entretenimiento, iii) Calentamiento de agua, iv) Cocción de alimentos, v) Refrigeración de alimentos, y vi) Confort térmico en la vivienda.

De acuerdo a esta perspectiva, las condiciones de privación están relacionadas con lo que piensan o sienten las personas en función de la estructura social e institucional en un momento y tiempo determinados. Las personas sufren entonces de privación relativa cuando no satisfacen las necesidades que en su momento son consideradas básicas o indispensables de acuerdo a las costumbres y cultura de la sociedad (Towsend, 1979). Para la presente investigación se analiza el efecto que tiene la privación del servicio de energía eléctrica sobre la calidad de vida.

1.4 Antecedentes empíricos: energización y calidad de vida

Recientemente ha habido un interés creciente en el campo de la energización y su efecto sobre la calidad de vida. La evidencia empírica ha demostrado la relación de efecto y causalidad entre la energización y el mejoramiento de la CV. Las investigaciones más recientes sobre el tema exponen los riesgos para la salud, los perjuicios en la educación y los desafíos de la productividad de aquellas sociedades que padecen pobreza energética (Birol, 2007; Reddy, 1999; Sagar, 2005; Sovacool, 2012). Los estudios también han dejado en evidencia el impacto positivo del consumo de electricidad per cápita sobre el crecimiento a niveles macro (Shahbaz, Khan, & Tahir, 2013).

Bridge, Adhikari & Fontenla (2015) por ejemplo, examinan el efecto de la electricidad sobre el ingreso, la educación, la salud y la productividad laboral en Nepal. Sus resultados muestran que la falta de energía en los territorios, incide de forma negativa en las condiciones de CV de los habitantes, en el caso particular de las comunidades rurales se dificulta el desarrollo de las actividades domésticas y agropecuarias, labores que influyen directamente en calidad de vida.

Desde esta perspectiva, la energización es un factor que contribuye a mejorar los niveles de educación, la salud, la productividad laboral y los ingresos de las familias; en otras palabras, a potenciar una mejora en la CV. Así mismo, Khandker et al. (2013) había desarrollado un estudio similar para Vietnam. Por medio de la utilización de micro datos a nivel de los hogares, se estiman los efectos de la energización en el bienestar de los ciudadanos. Utilizan métodos de efectos fijos, y encuentran los impactos positivos de hogares conectados a la red a nivel de ingresos, gastos y nivel de escolarización.

La tarea de proporcionar educación, acceso a la información, agua potable, saneamiento, atención médica, alimentos, refugio e ingresos mínimos, se torna más difícil sin una energía más económica, abundante y fiable (Bridge, Adhikari, & fontenla, 2015). Esta preocupación se sustenta en el hecho que el acceso universal a los servicios de energía tiene grandes beneficios sociales y económicos, a tal nivel que se cree que existe una estrecha relación entre el acceso a servicios de electricidad y el mejoramiento de la CV (BID, 2013). El acceso a estos servicios es fundamental para el cumplimiento de las necesidades sociales básicas, impulsar el crecimiento económico y potenciar el desarrollo humano. Esto se debe a que los servicios de energía tienen un efecto sobre la productividad, la salud, la educación y los ingresos (Gaye, 2007).

La falta de acceso a fuentes de energía modernas impacta fuertemente en la educación. Sin electricidad, los niños y adolescentes no pueden extender su jornada de aprendizaje a horarios

nocturnos. Las escuelas que no tienen acceso a la electricidad, no pueden acceder a tecnologías modernas como computadoras y medios audiovisuales, lo cual limita el acceso a la información (Kanagawa & Nakata, 2008).

En cuanto a la salud, contar con un servicio de electricidad impredecible y poco fiable hace que se dificulte la atención en los centros de salud debido a las limitaciones para el uso de tecnología biomédica, lo cual afecta en gran medida la calidad de los servicios disponibles. En el mismo sentido, la falta de energía constante rompe la cadena de refrigeración de los medicamentos, hecho que puede desmejorar su calidad o inclusive dejarlos inutilizables (Biol, 2007). De otra parte, las viviendas sin electricidad deben recurrir a biocombustibles como la madera o el estiércol para la calefacción y la cocción de alimentos (calentadores y hornos eléctricos), desconociendo que la quema en el interior de los hogares, es uno de los mayores problemas de salud en los países en vía de desarrollo (Pope, Burnett, Thun, Calle, & Krewski, 2002).

Algo semejante ocurre con los ingresos y la productividad en el trabajo. Una energía abundante y asequible define en casi todos los aspectos el trabajo diario: el uso de herramientas eléctricas, máquinas para la construcción, el trabajo agrícola o la industria tradicional, requieren de electricidad para realizar cualquier tipo de trabajo después de la puesta del sol. Sin la energía moderna, los productos tienen que ser transportados manualmente o con el uso de tracción animal. En definitiva, sin una energía asequible es difícil para las familias salir del ciclo de la pobreza (Bridge, Adhikari, & fontenla, 2015).

Así mismo, la falta de acceso a la energía eléctrica es uno de los principales obstáculos para el desarrollo económico, ya que ésta es indispensable para las actividades productivas e inclusive da lugar a un ahorro de tiempo para el hogar, lo que permite que se trabajen más horas al día (Bernard & Torero, 2013). Cuando las comunidades cuentan con acceso a energía eléctrica pueden llegar a

potenciar la movilización de recursos que se encuentran entorpecidos, así como crear la disposición de servicios que en algunos casos son precarios.

Para el caso Colombiano, no es común que se midan los efectos de la energización como factor de desarrollo, esto se dificulta principalmente porque el desarrollo es un proceso dinámico, que supone tanto relaciones de corto como de largo plazo, además no se cuenta con los recursos y la logística para hacer el respectivo seguimiento a las regiones que pasaron de ser zonas no interconectadas a zonas interconectadas o que generan energía in-situ por fuentes no convencionales.

Un estudio que se aproxima a la medición de impactos de un proyecto de energización fue presentado por Franco & Dyner (2007) quienes usaron un modelo de medios de vida sostenible para medir el estado de las comunidades aisladas (rurales) antes y después de la energización, y dinámica de sistemas para la simulación y evaluación de políticas energéticas. En un trabajo complementario se ha usado simulación para analizar el efecto de las tecnologías de energización en el desarrollo de las comunidades. Sin embargo, muchas de esas simulaciones como el caso de optimización multiobjetivo propuesta por Smith & Pulgarín (2011) no se aplican a casos reales de ZNI con las cuales se pueda analizar las tendencias de desarrollo para las comunidades.

Posteriormente, Dyner & Hoyos (2008) plantearon estrategias para evaluar el efecto de la energización sobre la calidad de vida. Ellos hacen uso de herramientas de simulación basadas en dinámica de sistemas (DS) que integra la filosofía de los medios de vida sostenible propuesto por el Grupo Consultivo de la Comisión sobre Ambiente y Desarrollo (WCED siglas en inglés). Estas herramientas permiten modelar problemas sociales mediante escenarios basados en hipótesis y así obtener predicciones en el tiempo (futuro) de acuerdo a datos presentes, sin embargo, al ser predictivas pueden no ajustarse en algunos casos a un panorama real.

Para concluir, Ladino (2011) caracterizó y analizó mediante el método de caso, las características sociales, ambientales y económicas en relación al uso de la energía fotovoltaica y su incidencia en el desarrollo rural en zonas no interconectadas. El autor logró identificar las ventajas, dificultades y mejoras en la calidad de vida de la comunidad de estudio, a través de la selección de variables de acuerdo a los objetivos del milenio de acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas PNUD y la medición de indicadores. En este ejercicio, los datos fueron reportados pero no se profundizó en el análisis y las conclusiones.

2. Caracterización socio-económica de las áreas rurales dispersas de Colombia

Las áreas rurales dispersas de Colombia están presentes en los 1.101 municipios, las 20 Áreas no Municipalizadas y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, de acuerdo con la división político-administrativa del país, incluyendo los 56 Parques Nacionales Naturales (PNN) que tienen área continental al año 2014. El área rural del país que figura en los registros catastrales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), está conformada por 3.946.522 registros prediales correspondientes a 76.960.606 hectáreas; 773 resguardos indígenas que comprenden 31.569.990 hectáreas, 181 tierras de comunidades negras que se extienden sobre 5.322.982 hectáreas, con lo cual se cubren 113.008.623,9 hectáreas equivalentes al 99 % del área rural dispersa continental e insular del país. (DANE, 2014).

Hoy se sabe que en las áreas rurales dispersas de Colombia hay cerca de un millón y medio de hectáreas dedicadas a cultivos, adicionales a las que se calculaban, de las cuales una parte

importante se ubica en territorios de grupos étnicos. Asimismo, se constata que la capitalización del campo (medida en términos de si los productores cuentan con maquinaria, infraestructura o sistemas de riego) es baja, al igual que el porcentaje de productores que reciben asistencia técnica. Además se evidenció que la mitad de las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) del país tienen al menos un lote dedicado al autoconsumo.

En términos poblacionales, las áreas rurales dispersas del país han envejecido y disminuido en los últimos años. Aunque persiste la brecha de pobreza entre las zonas urbanas y el rural disperso, esta ha disminuido sustancialmente en los últimos años (cerca de 30 puntos porcentuales con respecto al año 2005), y una parte importante de esa pobreza está concentrada en los territorios de grupos étnicos del país. Otro aspecto fundamental es la información de los PNN, entre la cual se destaca que hay población residente en dichas zonas y que cuenta con hectáreas de uso agrícola dedicadas a cultivos (DANE, 2014).

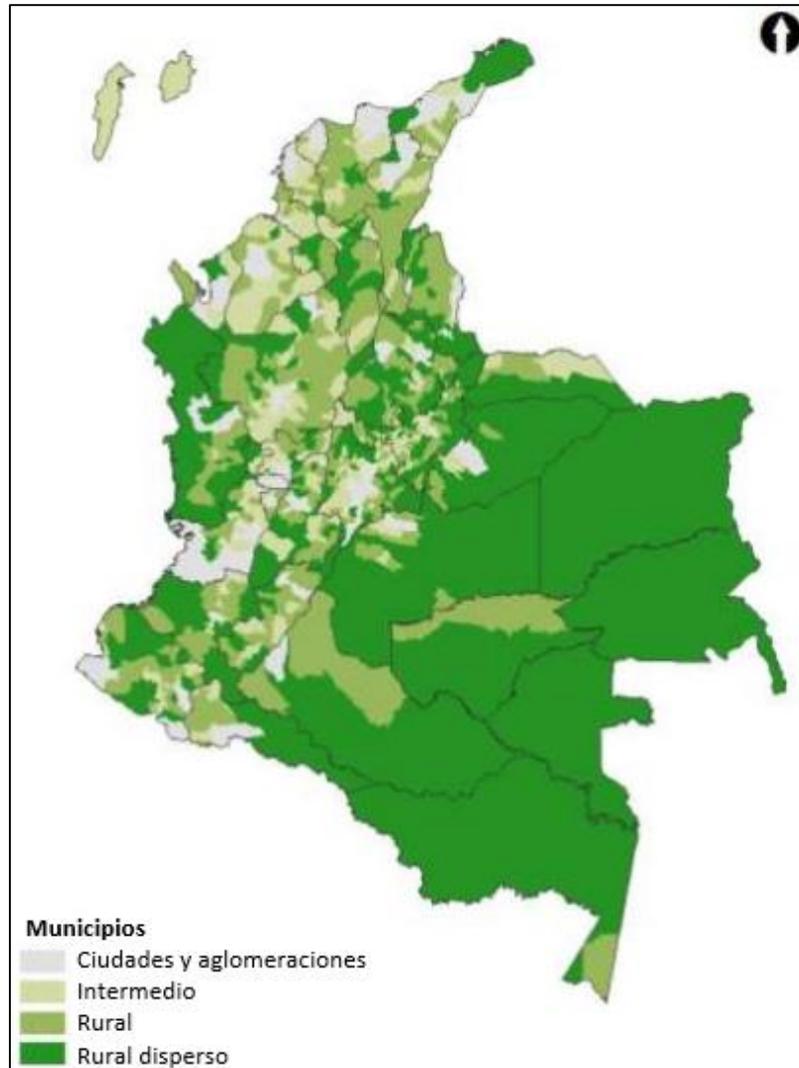


Figura 1. Clasificación de ruralidad 2014.

Nota. Tomado de: DDRS-DNP en el marco de la Misión para la Transformación del Campo
Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/DOCUMENTO%20MARCO-MISION.pdf>

Mediante un análisis realizado al CNA del año 2014, aplicado a las áreas rurales dispersas de Colombia, se presentan los rasgos más característicos de la población, sus viviendas y las unidades productivas, que han sido tomados como determinantes de la calidad de vida de las personas. En

el siguiente gráfico se puede apreciar la zonificación de un municipio particular tendiendo como área resaltada la ruralidad dispersa (área de estudio).

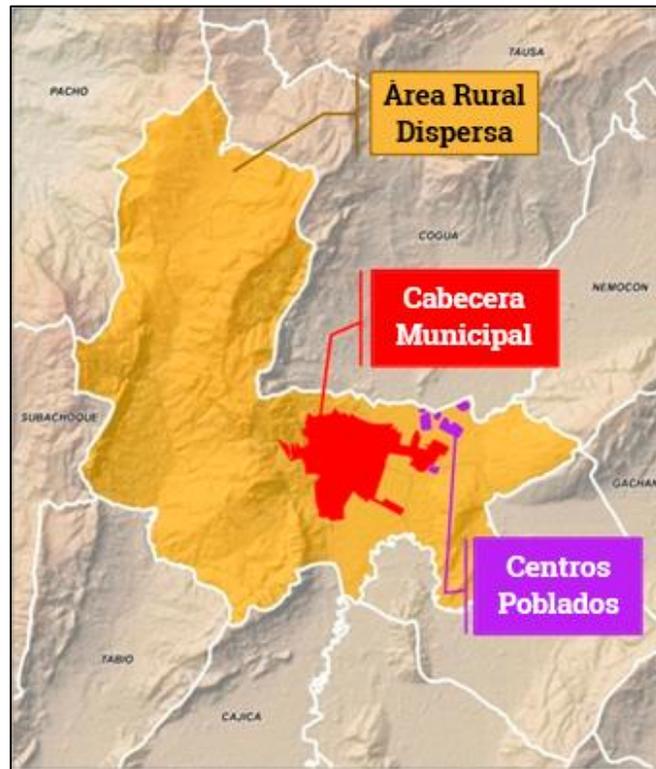


Figura 2. Clasificación por tipo de zona, nivel municipal.

Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

2.1 Uso del suelo y unidades de producción agropecuaria

El 3^{er} CNA permite identificar el uso y la cobertura del suelo en el área rural dispersa censada. Entre los principales resultados obtenidos se destaca que del área total censada (111,5 millones de ha), el 56,7 % corresponde a bosques naturales; el 38,6 % tiene uso agropecuario; el 2,2 %, uso no

agropecuario y el 2,5 % está designado para otros usos. En la distribución del área destinada al uso agropecuario, que equivale a 43,0 millones de ha, el 80,0 % corresponde a pastos y rastrojos; el 19,7 %, a tierras con uso agrícola; y el 0,3 % está ocupado con infraestructura agropecuaria. En lo que concierne al área con uso agrícola (8,5 millones de ha), el 83,9 % corresponde a cultivos (7,1 millones de ha); el 13,6 % está asignado para áreas en descanso; y el 2,5 %, para áreas en barbecho⁴.

2.1.1 Caracterización de las unidades de producción agropecuaria El 3^{er} CNA define como su unidad de observación las Unidades de Producción. Estas se clasifican en Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) y en Unidades de Producción No Agropecuaria (UPNA). A continuación se presentan las principales variables que permiten caracterizar las UPA, teniendo en cuenta que en ellas se desarrolla la actividad objeto de estudio del 3er CNA. De acuerdo con los resultados obtenidos, el 81,4 % de las unidades censadas corresponde a UPA, las cuales ocupan el 97,8 % del área rural dispersa censada.

2.1.1.1 Número y área de las unidades de producción En el país ascienden las unidades de producción del área rural dispersa a 2.913.163 de las cuales 2.370.099 (81,4 %) corresponden a UPA, y 543.064 (18,6 %) a UPNA. El 3er CNA encuentra que, respecto al área ocupada por las Unidades de Producción, las UPA representan el 97,8 % (108.993.335 ha) del total del área rural dispersa censada, y las UPNA, el 2,2 % (2.459.663 ha). En cuanto a la tenencia de la propiedad, el censo indica que a nivel nacional el 53,98% de las Unidades Productivas son propiedad de las personas que las habitan y las trabajan, es decir propias.

⁴ Superficie de tierra que ha sido cultivada en el último año y que se encuentra en reposo temporal.

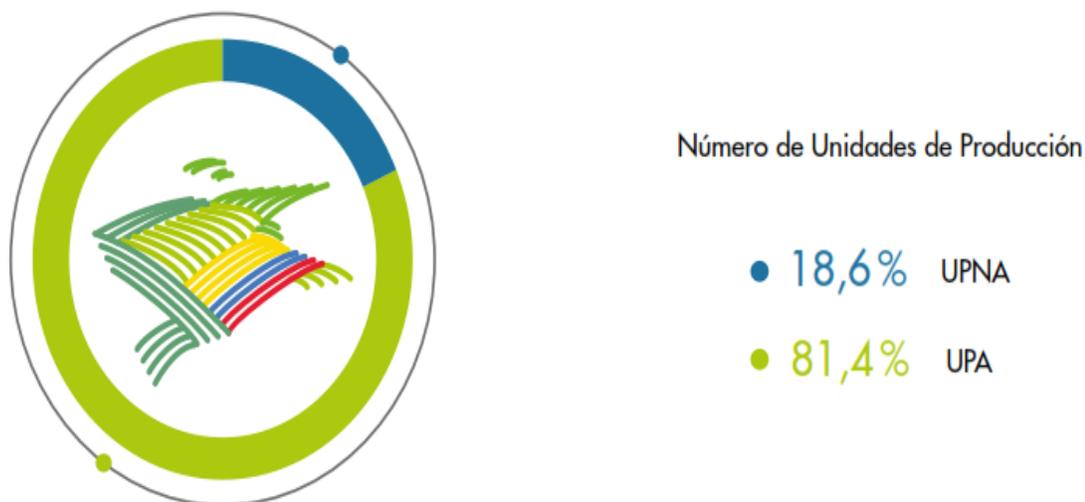


Figura 3. Distribución (%) de las unidades de producción en el ARD censada.

Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

2.2 Actividad agrícola: Área cosechada en las áreas rurales dispersas de Colombia

A partir de la información registrada en el año 2014, el 3er CNA reporta el calendario de cosechas del año 2013 para los cultivos transitorios, permanentes, forrajeros y plantaciones forestales (en edad productiva) con año de siembra anterior o igual a 2013. La unidad de observación del área cosechada fue la UPA en cada uno de los lotes cosechados, independientemente del sistema de siembra, ya fuera solo (monocultivo) o asociado (policultivos, sistemas agroforestales, silvopastoriles o agrosilvopastoriles).

El CNA registra el área cosechada correspondiente al año 2013, total y desagregada por grandes grupos de cultivos (agroindustriales, tubérculos y plátanos, frutas, cereales, flores y follajes, hortalizas, verduras y legumbres, plantas aromáticas y medicinales y las plantaciones forestales) y sus cultivos más representativos (cacao, café, caña de azúcar, palma de aceite, papa, plátano, yuca,

maíz, banano, aguacate, entre otros). Los resultados del Censo mostraron para Colombia que en el año 2013 el área cosechada suma un total de 6.705.677 hectáreas. El área cosechada para el año 2013 de los cultivos permanentes es de 4.040.925 hectáreas (60,2 %); en los cultivos transitorios es de 1.875.794 hectáreas (28,0 %); y de los cultivos en asocio es de 788.958 hectáreas (11,8 %).

2.2.1 Área cosechada de los cultivos por grandes grupos El 79,2 % del total del área cosechada, es decir unas 5.310.896 hectáreas, en el área rural dispersa censada corresponde a cultivos agroindustriales, tubérculos y plátanos, y cereales; estos grupos representan el 68,7 % de la producción agrícola, es decir, un poco más de la mitad del total de la producción del país. Los cultivos agroindustriales poseen 1.790.179 hectáreas, de las cuales los cultivos de café representan el 42% del total de dichos cultivos⁵. El 50,7 % del total del área cosechada con cultivos de tubérculos y plátano en el área rural dispersa censada corresponde a cultivos de plátano, es decir, 840.765 hectáreas. A su vez, estos representan el 37,3 % del total de la producción (4.831.241 toneladas). El 45,7 % del total del área cosechada de los cultivos frutales en el área rural dispersa censada corresponde a cultivos de cítricos, banano común, piña y aguacate, es decir, 455.632 hectáreas. Mientras que los cultivos de banano de exportación, piña y cítricos representan el 67,7 % del total de la producción, es decir, 5.247.426 toneladas de fruta fresca.

⁵ Los porcentajes de área cultivada de los municipios Espinal, Palocabildo (Tolima), Bojacá, Chipaque (Cundinamarca), Puerto Santander (Norte de Santander) y Armenia (Quindío), fueron reajustados con base en el promedio de áreas cultivadas del departamento (34.24%, 15.13%, 15.37% y 54.19%) respectivamente, debido a errores de tabulación evidenciados en el CNA.

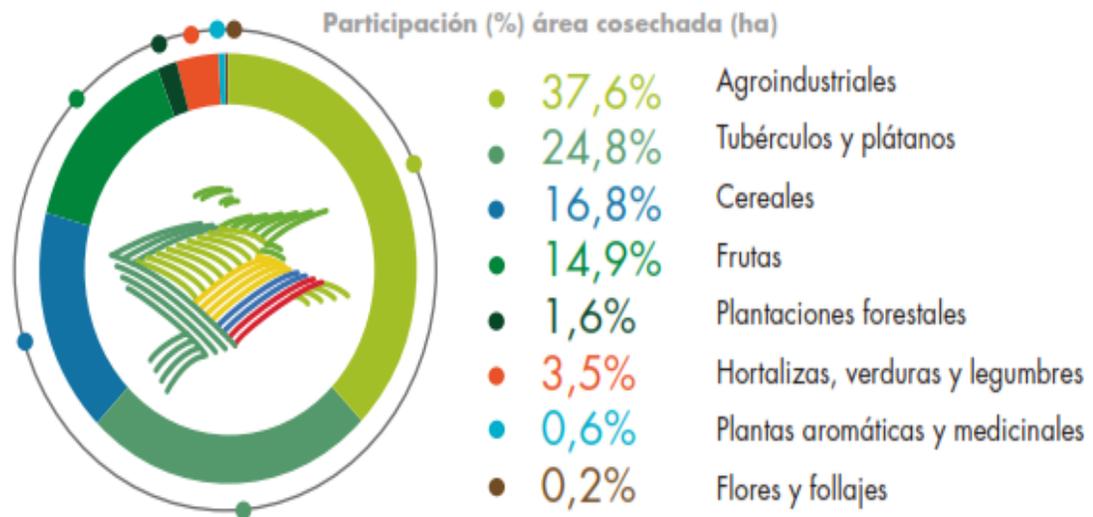


Figura 4. Participación (%) del área cosechada por grandes grupos de cultivo en el ARD censada.
 Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

2.3 Actividad pecuaria: Inventario pecuario en las áreas rurales dispersas de Colombia

En el inventario de ganado bovino la información captada corresponde al número de cabezas de ganado (terneros, becerros, novillos, toros, vacas) existentes en la UPA. El inventario bovino del territorio nacional para el año 2014 fue de 21.502.811 cabezas. Vale la pena resaltar que de este total, el 35,8 % del inventario bovino en el área rural dispersa censada se encuentra en los departamentos de Antioquia, Córdoba, Casanare y Meta, es decir, 7.692.857 cabezas de ganado. Mientras que en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Amazonas, Vaupés y Guainía solo representan 7.882 (0,04 %) cabezas de ganado. De las 2.370.099 Unidades Productivas agrícolas, el 27,35%, es decir, 648.222 UPA's cuentan con presencia de ganado bovino.

2.4.1 Viviendas Parte fundamental del análisis del 3^{er} CNA es la caracterización de las viviendas, hogares y personas que habitan el área rural dispersa censada colombiana. Las viviendas son espacios independientes y separados, habitados o destinados para ser habitados por una o más personas; también pueden encontrarse en una UPA o en una UPNA. De acuerdo con los resultados obtenidos se observa que en Colombia, el 72,8 % de las viviendas del área rural dispersa censada están ocupadas y, en su mayoría, se ubican en UPA's; a su vez, el 3^{er} CNA muestra que el 82,9 % de estas viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica.

2.4.1.1 Condiciones de ocupación de la vivienda En las viviendas se pueden contemplar tres tipos de ocupación: ocupadas, desocupadas o temporales. Para las viviendas ocupadas se tiene en cuenta si en el momento del censo las personas presentes son residentes habituales y cumplen con las condiciones para suministrar la información necesaria para el 3^{er} CNA. En el caso de las viviendas desocupadas, es importante tener en cuenta que al momento de realizarse el censo estén deshabitadas, esto es, que no estén siendo ocupadas por ningún hogar. De otra parte, las viviendas temporales son aquellas que en el momento del censo se usan como viviendas de descanso y, por lo tanto, no son habitadas de forma permanente. El 71,1 % de las viviendas del área rural dispersa censada están ocupadas (2.104.530), el 19,8 % están desocupadas (416.909) y el 9,1 % son de uso temporal, es decir unas 191.778 viviendas.

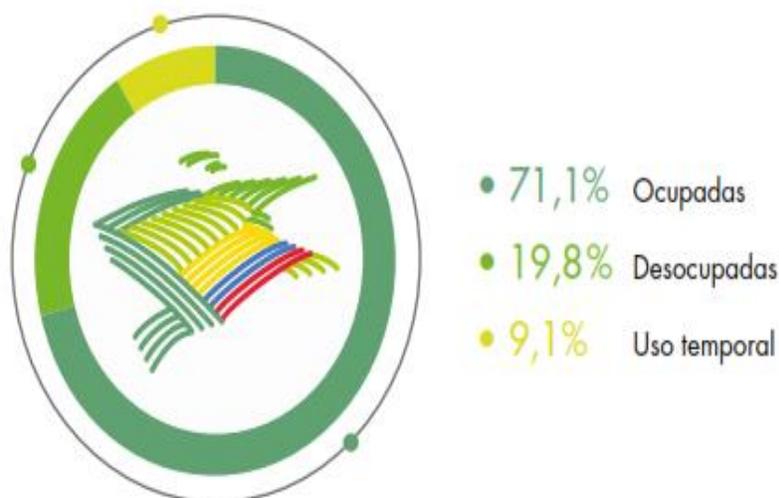


Figura 6. Participación (%) del número de viviendas en el ARD censada.

Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

2.4.1.2 Conexión de las viviendas a servicios públicos Los datos relacionados con la cobertura de servicios públicos, muestran que del total de viviendas ocupadas con conexión a servicios públicos en las áreas rurales dispersas de Colombia, el 15,7 % no tiene ningún servicio público. De otra parte, el 82,9% del total de viviendas ocupadas en el área rural dispersa censada tiene conexión al servicio de energía eléctrica⁶, es decir 1.239.719; el 42,5 % del total de viviendas cuenta con acueducto (635.379) y el 6,0 %, con alcantarillado (235.081).

⁶ Es importante resaltar que este dato hace referencia únicamente a las viviendas ocupadas y no tiene en cuenta las desocupadas o las temporales. De acuerdo con la UPME, el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica total para las áreas rurales dispersas de Colombia es en promedio de 85.15%



Figura 7. Distribución (%) del número de viviendas ocupadas en el área rural dispersa censada según conexión a servicio público. Total nacional

Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

2.4.2 Hogares y personas Además de las viviendas, el 3er CNA proporciona información de los hogares y las personas. En este ejercicio estadístico se entiende a un hogar como una persona o grupo de personas, parientes o no, que ocupan la totalidad o parte de una vivienda, atienden necesidades básicas con cargo a un presupuesto común y generalmente comparten las comidas. En el 3er CNA, el promedio de hogares por vivienda es de 1,032; esta proporción en el área rural dispersa censada del Censo General de población y vivienda del 2005 fue de 1,039. El promedio de personas por hogar es de 3,32; este mismo aspecto para el área rural dispersa en el Censo General de 2005 es de 4,23.

Respecto al total de la población, se estimó que 5.126.734 personas viven en las áreas rurales dispersas, de las cuales el 51.68% son hombres y el 48.32% a mujeres. Otro indicador de importancia es el índice de envejecimiento, el cual mide la relación entre la cantidad de adultos

mayores por cada 100 menores de 15 años. En el 3er CNA este índice es del 51,7 %, mientras que en el Censo General de 2005 fue de 26,5 %.

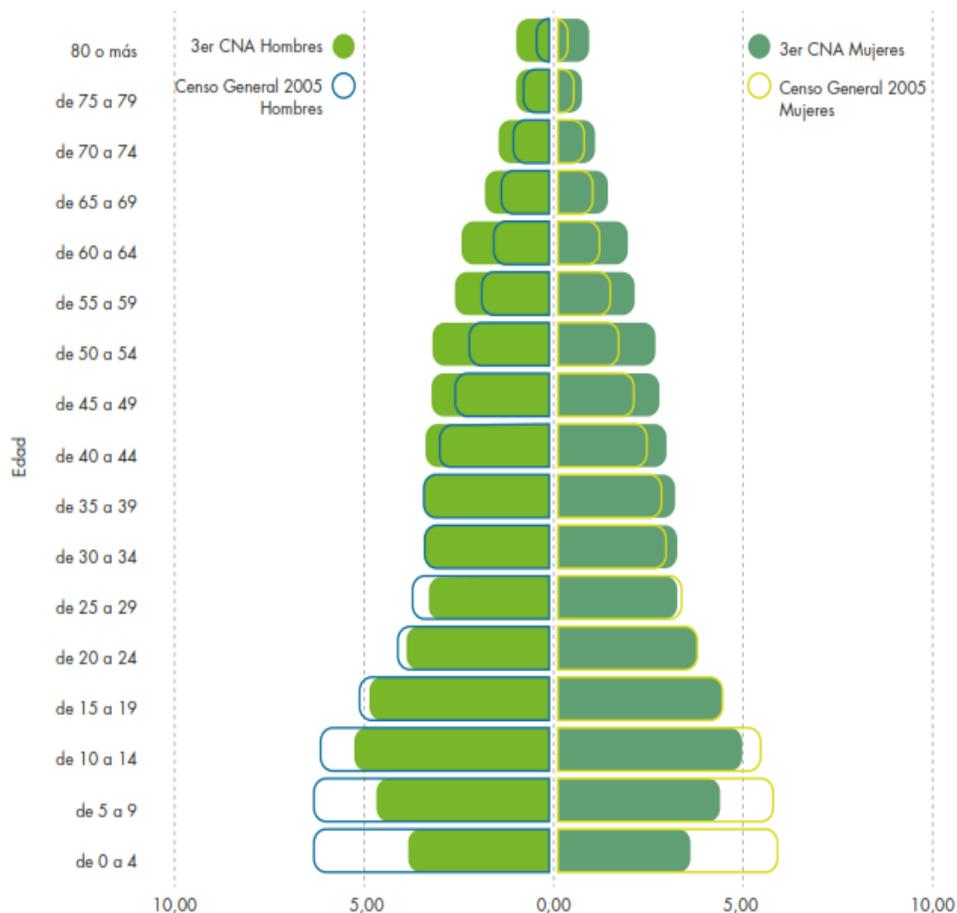


Figura 8. Distribución (%) población en el ARD censada según edad y sexo.

Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

2.4.3 Educación y asistencia a la educación Los resultados del 3er CNA permiten caracterizar a la población de la zona rural respecto a sus condiciones educativas. En este capítulo se muestra el comportamiento de las variables de asistencia a la educación para la población entre 5 y 16 años y la tasa de analfabetismo para personas de 15 años o más. En el rural disperso colombiano se

resalta que el 79,7 % de la población entre 5 y 16 años asiste a la educación formal; esto es, 7,0 puntos porcentuales más que los resultados obtenidos en el Censo General de 2005, en el cual la asistencia era de 72,7 %.

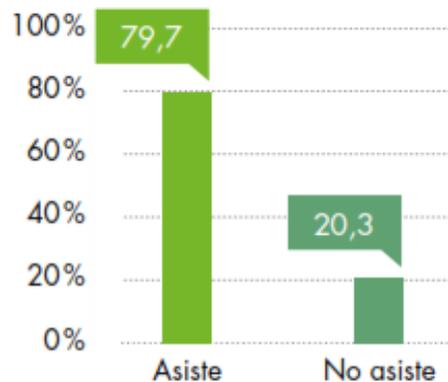


Figura 9. Tasa de asistencia escolar, de la población entre 5 y 16 años, en el ARD.

Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

Respecto a la tasa de analfabetismo en las áreas rurales dispersas de Colombia, el 12,6 % de la población de 15 años (3.758.218 personas) o más de la zona rural dispersa reporta no saber leer ni escribir, es decir unas 469.499 personas. Ese mismo dato para el Censo General de 2005 fue de 19,1 %.

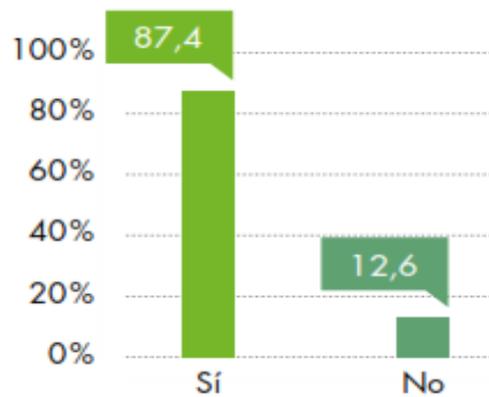


Figura 10. Tasa de alfabetismo, población de 15 años o más, en el ARD censada.

Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

2.4.4 Salud de las personas en las áreas rurales dispersas de Colombia El 3er CNA muestra la afiliación al Sistema de Seguridad Social en Salud de la población residente en el área rural dispersa, que para el año 2014 representó el 96,0 %. En este capítulo se presentan los resultados totales y departamentales de los afiliados en salud y se hace la distinción por régimen (contributivo o subsidiado). De acuerdo con los resultados del 3^{er} CNA, el 96,0 % de la población residente en el área rural dispersa está afiliada al Sistema de Seguridad Social en salud.



Figura 11. Participación (%) de la población en el ARD afiliada al sistema de Seguridad Social en Salud.

Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

Respecto a la afiliación por regímenes, se observa que el 83,9 % se encuentra en el régimen subsidiado, es decir unas 4.034.797 personas, mientras que el 15,4 % (740.424) lo está en el régimen contributivo.



Figura 12. Distribución: de la población en el ARD afiliada al Sistema de Seguridad Social en Salud, según régimen.

Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

2.4.5 Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) Históricamente, la pobreza ha sido una condición medible en el sector rural que sirve como punto de referencia para observar la evolución del desarrollo y la equidad de la población; por lo anterior, al mantener la medición de este fenómeno social es posible realizar comparativos históricos con otros censos y hacer lecturas amplias de las dinámicas rurales. En la formulación del 3er CNA se ajustaron las cinco dimensiones que dan lugar a un Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) ajustado para que fueran medidas en el ejercicio estadístico y, de esta manera, se pueda obtener un panorama amplio de los hogares que habitan el sector rural respecto a sus condiciones educativas, de la niñez y juventud, de salud, de la vivienda y los servicios públicos.

Los componentes del IMP ajustado visibilizan las carencias multidimensionales experimentadas por las personas en un mismo periodo, y ofrecen la posibilidad de hacer comparativos nacionales, regionales, locales y étnicos. Teniendo en cuenta una lectura global de las dimensiones presentadas se observa que el 45,7 % de las personas residentes del área rural dispersa censada se encuentra en condición de pobreza. Al observar los factores que presentan altos porcentajes de privación, se encuentra que, para los hogares del área rural dispersa, el inadecuado servicio de alcantarillado y el bajo logro educativo alcanzan el 94,0 % y el 82,4 %, respectivamente.

Cabe aclarar que para el IPM ajustado, los hogares que cuentan con inadecuada eliminación de excretas se clasifican como sin alcantarillado, es decir, que no cuentan con servicio público de alcantarillado. En contraste con estos factores, las privaciones con menor peso porcentual son las de material inadecuado de paredes exteriores con 4,8 %, atención integral a la primera infancia con 4,9 %, y sin aseguramiento a la salud con 10,0 %.

De acuerdo con el IPM ajustado en el área rural dispersa, la población en condición de pobreza se redujo del 73,7 % identificado en el Censo General de 2005, a 45,7 % en 2014. Lo anterior representa una diferencia porcentual de aproximadamente 28 puntos en un periodo de 9 años.

Los porcentajes de incidencia de pobreza más altos se presentan en los departamentos de La Guajira, Vichada y Guainía con 84,6 %, 80,6 % y 75,9 %, respectivamente; mientras que los departamentos con menor proporción de pobreza son Quindío (19,5 %), el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (23,0 %) y Cundinamarca (26,2 %). Nariño (44,9 %) y Tolima (46,1%) están cerca del total nacional. Por su parte, trece departamentos y Bogotá, D. C. se ubican por debajo del IPM ajustado para el total nacional (45,7 %).

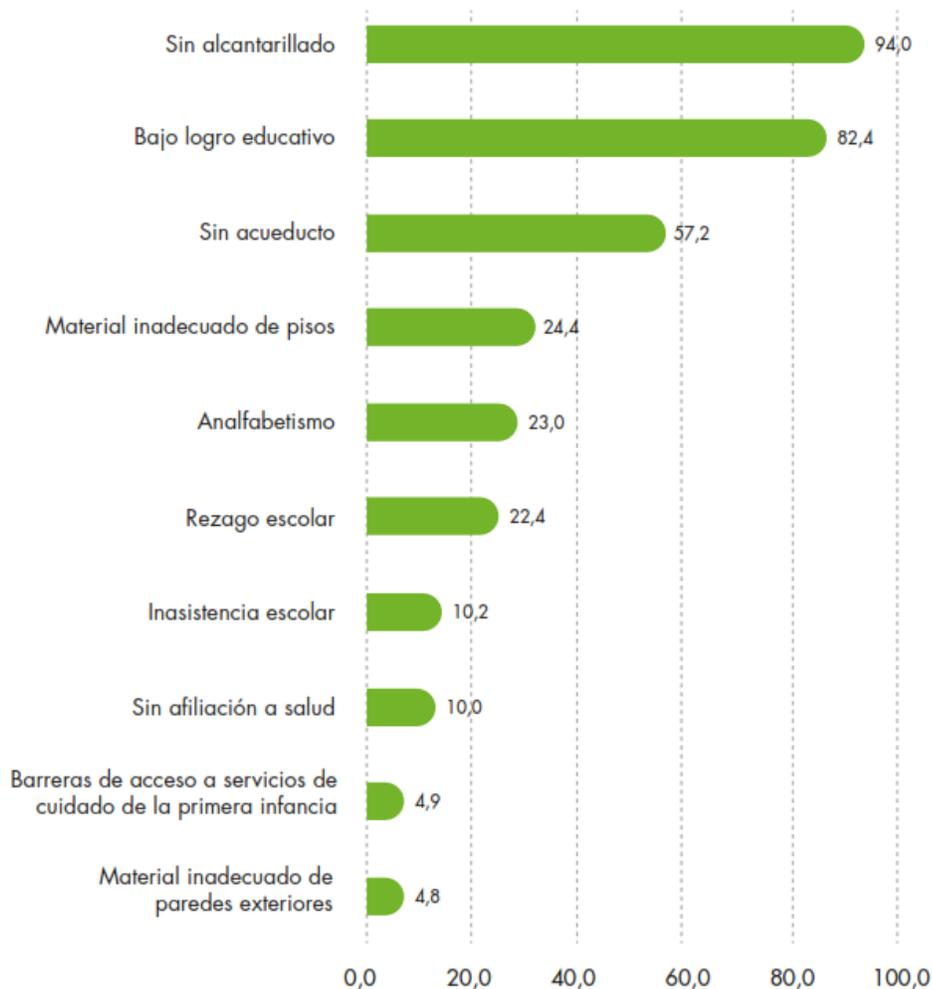


Figura 13. Distribución (%) de las condicionantes del IPM ajustado en el ARD censada.

Nota. Tomado de: DANE-CNA (2014) La mayor operación estadística del campo colombiano en los últimos 45 años Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

Al observar los factores que presentan altos porcentajes de privación, se encuentra que, para los hogares del área rural dispersa, el inadecuado servicio de alcantarillado y el bajo logro educativo alcanzan el 94,0% y el 82,4%, respectivamente.

3. Datos y enfoque de modelado

3.1 Revisión de datos

Los datos utilizados en la investigación provienen del Censo Nacional Agropecuario (CNA), realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el año 2014. El CNA es el único de los tres censos realizados en Colombia que se caracteriza por ser inclusivo; abarca 1101 municipios, el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 32 departamentos, 20 áreas no municipalizadas, 773 reservas indígenas, 181 comunidades afrocolombianas y 56 parques naturales nacionales (Tobón & Bedoya, 2010).

El tamaño de la muestra de la sección transversal del CNA es de 1122 municipios⁷. El nivel de análisis para este estudio varía según la información disponible: hogares, individuos y Unidades Productivas Agrícolas y no Agrícolas (UPA y UPNA). Este análisis tiene en cuenta toda la población concentrada en las áreas rurales dispersas de Colombia. Para garantizar la consistencia y comparabilidad con otras investigaciones estadísticas realizadas a escala nacional e internacional se hizo un esfuerzo importante por utilizar términos y definiciones similares aprobadas por organismos internacionales.

El Censo proporciona información sobre el uso y cobertura de la tierra, las características de la UPA, maquinaria e infraestructura, características de la población, educación y condiciones de vida, entre otros. Además de la información contenida en la CNA, se incluyen las siguientes

⁷ Se incluye aquí al Archipiélago de San Andrés y Providencia y Santa Catalina, así como 20 zonas no municipalizadas.

variables: el Índice de Cobertura de Energía Electricidad (ICEE) para el área rural⁸, para el año 2014, que representan áreas rurales diferentes a las cabeceras municipales y el Valor Agregado Municipal⁹ (VAM), el cual se utiliza como medida de ingreso y crecimiento económico. Las variables mencionadas se obtuvieron de la UPME y del DANE, respectivamente.

Como parte del plan de difusión del 3er CNA se realizaron 12 entregas de información y 12 foros regionales. Esto permitió que los usuarios conocieran las diferentes temáticas del Censo. En las entregas se aseguró la anonimización de los datos para garantizar la confidencialidad de los mismos —Ley 79 de 1999—. De igual manera formó parte de la estrategia de difusión la publicación de tres documentos resumen del diseño conceptual, metodológico y de ejecución del 3er CNA con resultados básicos, entregados en las 12 presentaciones del Censo. Toda la información se encuentra disponible en la página web¹⁰ del DANE para uso del público general, sin ninguna restricción.

3.2 Lista de variables y estadísticas descriptivas

Con el ánimo de llevar a cabo un buen análisis, es importante mencionar algunas consideraciones relacionadas con las variables de interés: a) a excepción del VAM cuyo cálculo se realizó para la totalidad del municipio, el resto de las variables utilizadas en el modelo hacen referencia a las áreas rurales dispersas de Colombia, es decir, al área geográfica diferente a la cabecera municipal y a los centros poblados; b) respecto al modelo econométrico, la variable VAM se normalizo y por lo

⁸ El índice de cobertura de energía eléctrica, se estima como la relación entre las viviendas con servicio y el total de viviendas de cada municipio

⁹ Corresponde al mayor valor creado en el proceso de producción por efecto de la combinación de factores. Se obtiene como diferencia entre el valor de la producción bruta y los consumos intermedios empleados.

¹⁰ Ver: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014>

tanto se expresa en logaritmo natural. Dado que en las cuentas nacionales de Colombia no se estima el Producto Interno Bruto a nivel municipal, se utilizó el VAM calculado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP)¹¹. El VAM es una variable tipo proxy que se utiliza para expresar el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final, en este caso particular, de los municipios de Colombia. Las estadísticas descriptivas aparecen en la Tabla 1.

Respecto a las variables, el Índice de Cobertura de Electricidad Municipal (ICEE) de las áreas rurales dispersas de Colombia es en promedio 85%. En otras palabras, la energización media es relativamente alta; sin embargo, se puede observar una desviación estándar aproximada de 0,21, lo que indica una brecha de desigualdad importante entre los municipios que tienen energía y los que no la tienen.

Algo similar ocurre con el porcentaje promedio de inasistencia escolar en niños de 5 a 16 años de edad en áreas rurales dispersas en los municipios de Colombia; esto equivale aproximadamente al 20%; sin embargo, es preocupante que en algunas poblaciones este índice alcance cifras superiores al 60%. Al mismo tiempo, el porcentaje promedio de áreas cosechadas en las áreas rurales dispersas de los municipios de Colombia es de 17.25%. Finalmente, se observa que el porcentaje promedio de personas sin afiliación al sistema de salud en las áreas rurales dispersas de Colombia es del 3,64%. Se considera que la relación de las variables analfabetismo, tenencia de la tierra, servicios sanitarios y tenencia de ganado apoyan el análisis de la presente investigación.

¹¹ Ver: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Met_indicador_import_economica_mpal.pdf

Tabla 1.

Lista de variables y estadísticas descriptivas

| Variable | Obs. | Media | Desv. Es | Min | Max |
|---|-------------|--------------|-----------------|------------|------------|
| Índice de Cobertura de Energía Eléctrica (%) | 1122 | 85.15 | 21.30 | 0 | 100 |
| Inasistencia Escolar entre los 5 y 16 años (%) | 1122 | 19.95 | 6.56 | 0 | 60.24 |
| Área Cosechada (% , en Hectáreas) | 1122 | 17.25 | 16.93 | 0 | 95.50 |
| Personas sin afiliación a salud (%) | 1122 | 3.64 | 3.06 | 0 | 29.63 |
| Valor Agregado Municipal (Miles de millones) | 1122 | 618.32 | 5478.16 | 0.85 | 170956 |
| Tasa de analfabetismo (%) | 1122 | 12.71 | 6.67 | 1.09 | 51.56 |
| Dueños de Unidades Productivas (%) | 1122 | 54.26 | 17.92 | 0 | 93.26 |
| Viviendas con servicio de alcantarillado (%) | 1122 | 5.56 | 7.69 | 0 | 93.25 |
| Viviendas con servicio de acueducto (%) | 1122 | 39.30 | 28.96 | 0 | 100 |
| Personas afiliadas al régimen subsidiado de salud (%) | 1122 | 78.64 | 15.84 | 9.56 | 98.7 |
| Unidades de producción agrícola con presencia cabezas de ganado (%) | 1122 | 31.49 | 20.46 | 0 | 92.17 |
| Hogares con material inadecuado en paredes ext. (%) | 1122 | 4.15 | 6.93 | 0 | 79.79 |

3.3 Enfoque de modelado

De acuerdo con Birol (2007), la explicación intuitiva y anecdótica del impacto que genera la energización, es que mejora la salud, la educación y la productividad en el trabajo. En la figura 14, se observa que hay flechas en doble cara, que indican la causalidad en ambos sentidos. Es entendible que un aumento en la educación conducirá a un aumento en los ingresos. También es cierto que una mayor cantidad de ingresos le permite a un hogar buscar mejores condiciones de educación. Debido a estas causalidades bidireccionales, la estimación de las relaciones requerirá

de un modelo econométrico que tenga en cuenta la endogeneidad: Modelo de ecuaciones simultáneas de tres etapas con mínimos cuadrados (MC3E).

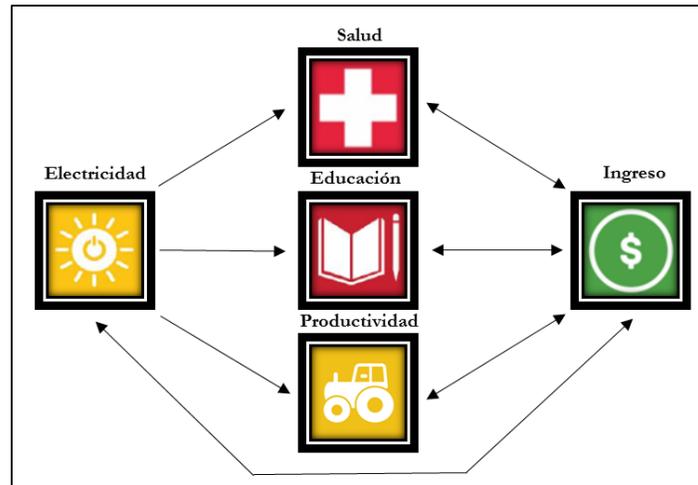


Figura 14. Modelo conceptual de las interrelaciones entre electricidad e ingreso.

3.3.1 Relaciones funcionales Con el fin de obtener un verdadero conocimiento de cómo la energización impacta en la calidad de vida de las personas, hay que empezar con una comprensión de por qué algunos hogares tienen electricidad, mientras que otros no lo hacen. Dos indicadores simples e intuitivos sirven para esto: (a) sólo aquellos hogares que pueden pagar por energizarse lo tendrán y (b) sólo aquellas familias que viven en un área donde la energización está disponible tendrá acceso a ella. La ecuación (1) muestra el acceso de los hogares a la energización, que tiene como función la riqueza de los hogares y si reside dentro de una zona con cobertura eléctrica.

$$\text{Energización} = f(\text{riqueza}, C) \quad (1)$$

El objetivo de la presente investigación es analizar los hogares, viviendas y personas que son iguales en todos los sentidos, diferentes a estar energizados. Las áreas principales para la variación en el acceso a la electricidad son áreas rurales, donde la mayoría de los hogares están involucrados

en el sector agrícola. El resto del análisis se centrará sólo en hogares rurales que residan dentro de las áreas de red eléctrica. Para los fines de esta investigación la ecuación (1) se convierte

$$\text{Energización} = f(\text{riqueza}) \quad (2)$$

El siguiente paso será observar cuales son los factores que influyen en la riqueza de los hogares. Los indicadores de riqueza varían ampliamente según el país. Para nuestro caso, usaremos algunos predictores primarios de la riqueza como los son: los ingresos, la educación, la propiedad de la tierra y los servicios sanitarios. La ecuaciones (3) muestra la riqueza de los hogares en función de la educación, la tenencia de tierra y los servicios sanitarios de los hogares.

$$\text{Riqueza} = f(\text{ingreso}, \text{educación}, \text{trabajo agrícola}, \text{servicios de salud}) \quad (3)$$

La sustitución de los determinantes de la riqueza (3) en la ecuación (2) da

$$\text{Energización} = f(\text{ingreso}, \text{educación}, \text{trabajo agrícola}, \text{servicios de salud}) \quad (4)$$

Como se ve en la figura 14, la hipótesis es que la energización influye en el consumo de los hogares a través de los mecanismos intermedio de la salud, la educación y la productividad. Por lo tanto, podemos expresar los efectos de acceso a la energización de la siguiente manera:

$$\text{Salud} = f(\text{energización}, \bar{X}) \quad (5)$$

$$\text{Productividad agrícola} = f(\text{energización}, \bar{X}) \quad (6)$$

$$\text{Educación} = f(\text{energización}, \bar{X}) \quad (7)$$

Donde \bar{X} es un vector de las características de los hogares y otros comúnmente aceptados de la salud, la productividad y la educación. Por último, una comprensión de (5) – (7) permite investigar los efectos indirectos de la electricidad sobre el ingreso. Esto se describe matemáticamente como:

$$\text{Ingreso} = f(\text{salud}, \text{productividad agrícola}, \text{educación}) \quad (8)$$

Las limitaciones en los datos probablemente darán lugar a limitaciones en la información obtenida a partir de la estimación. Por esta razón también se investigó el impacto directo de la

energización en los ingresos para tener en cuenta la información que falta y así obtener una mayor comprensión de las ecuaciones (5) - (7) . Por lo tanto, en la práctica, la ecuación. (8) tendrá que ser estimado como:

$$\text{Ingreso} = f(\text{electricidad}, \text{salud}, \text{productividad agrícola}, \text{educación}) \quad (9)$$



Figura 15. Relación entre variables determinantes de la calidad de vida y el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica.

4. Estimaciones y resultados

4.1 Estrategia econométrica

Para analizar la relación entre la energización y algunos determinantes de la calidad de vida de la población que habita las áreas rurales dispersas de Colombia, se estimó un modelo de Mínimos Cuadrados en tres etapas (MC3E). Dada la naturaleza de los datos, la gran mayoría de las variables se encuentran expresadas en puntos porcentuales.

El método de Mínimos Cuadrados en Tres Etapas se introdujo por Zellner y Theil (1962). Es una técnica que permite estimar de manera simultánea todos los parámetros del modelo estructural teniendo para ello presente toda la información estadística posible. Debido a que se está ante un método de información completa que estima el modelo en su conjunto, es evidente que para aplicar MC3E se requiere que el modelo sea identificable, es decir, todas las ecuaciones tienen que ser identificables (exactamente identificadas o sobre identificadas).

Partiendo de la ecuación del modelo estructural, se puede expresar matricialmente la forma estructural del modelo con todas las ecuaciones de la siguiente forma:

$$Y = Z\delta + u,$$

Donde

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & Z_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & Z_N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \vdots \\ \delta_N \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_N \end{pmatrix}$$

Además:

- $E[U_t] = 0$ Para $t = 1, \dots, n$.
- $E[u_t u_{t'}^T] = 0_{N \times N}, \forall t \neq t'$ (incorrelación para perturbaciones no contemporáneas)
- $E[u_t u_t^T] = \Sigma_{N \times N}$ (correlación para perturbaciones contemporáneas)

Entonces, la matriz de varianzas y covarianzas del modelo matricial anterior es

$$E[uu^T] = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \dots & 0 & \dots & \sigma_{1N} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_1^2 & \dots & 0 & \dots & 0 & \sigma_{1N} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_1^2 & \dots & 0 & 0 & \dots & \sigma_{1N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{N1} & 0 & \dots & 0 & \dots & \sigma_N^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{N1} & \dots & 0 & \dots & 0 & \sigma_N^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_{N1} & \dots & 0 & 0 & \dots & \sigma_N^2 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \sigma_1^2 I & \sigma_{12} I & \sigma_{13} I & \dots & \sigma_{1N} I \\ \sigma_{21} I & \sigma_2^2 I & \sigma_{23} I & \dots & \sigma_{2N} I \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} I & \sigma_{N2} I & \sigma_{N3} I & \dots & \sigma_N^2 I \end{pmatrix} = \Sigma_{N \times N} \otimes I_{n \times n} = V_{N.n \times N.n}$$

Pre multiplicando el modelo expresado matricialmente por la matriz

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} X & 0 & \dots & 0 \\ 0 & X & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & X \end{bmatrix} = I_{n \times n} \oplus X_{n \times k},$$

Se obtiene (aplicando Mínimos Cuadrados Generalizados ya que $V = \Sigma \otimes I$ no es diagonal) que la expresión correspondiente al estimador por MC3E será

$$\hat{\delta}_{MC3E} = (Z^T (\hat{\Sigma}^{-1} \otimes X(X^T X)^{-1} X^T) Z)^{-1} Z^T (\hat{\Sigma}^{-1} \otimes X(X^T X)^{-1} X^T) y,$$

Donde $\hat{\Sigma}$ se supone no singular y se obtiene a partir de las estimaciones de los parámetros de cada una de las ecuaciones, obtenidas por mínimos cuadrados en dos etapas, esto es:

$$\hat{\Sigma} = (\hat{\sigma}_{hj})_{h,j=1,2,\dots,N} \text{ con } \hat{\sigma}_{hj} = \frac{e_h^T e_j}{n}$$

Donde $e_h = y_h - Z_h \hat{\delta}_{h,MC2E}$ para $h = 1, 2, \dots, N$.

Una vez obtenido el estimador deseado, parecen claras las tres etapas a las que hace mención el nombre del método de estimación:

- Dos primeras etapas, correspondientes al método de MC2E, necesarias para la estimación de la matriz de varianzas-covarianzas Σ , ya que ésta es desconocida.
- Debido a que a matriz V no es diagonal, es necesaria una tercera etapa que consiste en la estimación de todas las ecuaciones aplicando mínimos cuadrados generalizados.

4.2 Resultados del modelo aplicado

La figura 14, detalla el marco conceptual para la estimación de este ejercicio. Las ecuaciones (4) - (8) ilustran que los resultados se determinan conjuntamente. Para abordar adecuadamente el ejercicio, se calculará un sistema simultáneo de ecuaciones de regresión:

$$\text{Ingreso} = \beta_0 + \beta_1 \text{electricidad} + \beta_2 \text{educación} + \beta_3 \text{productividad agrícola} + \beta_4 \text{salud} + \bar{Y}_1 \bar{X}_1 + \varepsilon_1 \quad (10)$$

$$\text{Salud} = \delta_0 + \delta_1 \text{electricidad} + \bar{Y}_2 \bar{X}_2 + \varepsilon_2 \quad (11)$$

$$\text{Productividad agrícola} = \phi_0 + \phi_1 \text{electricidad} + \bar{Y}_3 \bar{X}_3 + \varepsilon_3 \quad (12)$$

$$\text{Educación} = \mu_0 + \mu_1 \text{electricidad} + \bar{Y}_4 \bar{X}_4 + \varepsilon_4 \quad (13)$$

$$\text{Electricidad} = \rho_0 + \rho_1 \text{ingreso} + \bar{Y}_5 \bar{X}_5 + \varepsilon_5 \quad (14)$$

Donde Y y X significan vectores de coeficientes y regresores. La ecuación (10) podría ser estimada utilizando un enfoque de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) si no fuera por el potencial endógeno entre el ingreso y la electricidad. En este tipo de modelos se sospecha endogeneidad basado en la intuición, así como en los estudios citados con anterioridad (Khandker,

Barnes, & Samad, 2013; Pachauri & Spreng, 2004; Louw, Conradie, Howells, & Dekenah, 2008). Debido a ese potencial endógeno, este sistema de ecuaciones se estimara usando un modelo de tres etapas de mínimos cuadrados (MC3E). En la tabla 2 se presentan los resultados de la regresión de las ecuaciones (10) a (14), donde al mismo tiempo se estiman los determinantes de cinco variables de interés diferentes.

Tabla 2.

MC3E Estimación simultanea del efecto de la electricidad en hogares de las ARD.

| | (1) Valor Agregado Municipal (log) | (2) Personas sin afiliación a salud | (3) Área cosechada | (4) Inasistencia Escolar entre los 5 y 16 años | (5) Índice de Cobertura de Energía Eléctrica |
|---|--|---|--------------------------|--|---|
| Índice de Cobertura de Energía Eléctrica | 0.019 (0.100)* | -0.094 (0.003)*** | 0.582 (0.000)*** | -0.094 (0.000)*** | |
| Inasistencia Escolar entre los 5 y 16 años | -0.329 (0.000)*** | | | | |
| Área cultivada | 0.012 (0.082)* | | | | |
| Personas sin afiliación a salud | 0.455 (0.000)*** | | | | |
| Valor Agregado Municipal (log) | | | | | 3.716 (0.001)*** |
| Tasa de analfabetismo | | 0.158 (0.000)*** | -0.060 (0.472) | 0.167 (0.000)*** | -0.532 (0.000)*** |
| Dueños de Unidades Productivas | 0.007 (0.144) | -0.005 (0.320) | 0.072 (0.008)*** | 0.021 (0.048) | 0.033 (0.372) |
| Viviendas con servicio de alcantarillado | | 0.017 (0.066)* | | | |

| | (1) Valor Agregado Municipal (log) | (2) Personas sin afiliación a salud | (3) Área cosechada | (4) Inasistencia Escolar entre los 5 y 16 años | (5) Índice de Cobertura de Energía Eléctrica |
|--|--|---|--------------------------|--|---|
| Viviendas con servicio de acueducto | | 0.009 (0.286) | | | |
| Personas afiliadas al régimen subsidiado de salud | | -0.070 (0.000)*** | | | |
| Unidades de producción agrícola con presencia de cabezas de ganado | | | -0.236 (0.000)*** | | |
| Hogares con material inadecuado en paredes exteriores | | | | | -0.213 (0.024)** |
| _constante | 7.59 (0.000) | 15.025 (0.000) | -28.057 (0.000) | 24.728 (0.000) | 72.948 (0.000) |
| No. of Obs. | 1122 | 1122 | 1122 | 1122 | 1122 |
| P-value | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

* P<.10. ** P<.05. *** P<.01. P Valores en paréntesis

4.3 Análisis de resultados

Los resultados de regresión muestran que hay un impacto positivo del acceso a la electricidad en el valor agregado municipal. Este efecto se observa directamente a través de los efectos intermedios de los niveles de educación, salud y productividad agrícola. En las relaciones funcionales propuestas, se planteó la hipótesis de que el suministro de energía eléctrica se relaciona de manera positiva, con los mejores niveles de educación, salud, productividad e ingreso de los

hogares que se ubican en las áreas rurales dispersas de Colombia. Los resultados obtenidos son muy significativos y con signos esperados. Esta hipótesis es corroborada por los resultados de la estimación con MC3E.

Vemos en el modelo (5) que un aumento en una unidad porcentual en el valor agregado municipal, *Ceteris Paribus*¹², conlleva a un aumento de 3,7 unidades porcentuales en el índice de cobertura eléctrica en las áreas rurales dispersas. Respecto al resultado anterior, se puede decir que el efecto obtenido es positivo. De igual forma se observa que la magnitud es la esperada y muy significativa. Esto se explica principalmente porque al aumentar los ingresos de las personas en las áreas rurales dispersas, estos pueden adquirir los aceites y combustibles esenciales para el funcionamiento de las plantas generadoras de energía a partir de diésel.

A partir del modelo cuatro, se puede apreciar el impacto directo de la energía en variables asociadas a la calidad de vida. Allí se muestra que el índice de cobertura de energía eléctrica tiene un efecto positivo y significativo en la asistencia escolar de niños de 5 a 16 años. Esto representa que ante un aumento de diez puntos porcentuales en el índice de cobertura de energía eléctrica, *Ceteris Paribus*, el porcentaje de inasistencia escolar entre los niños entre 5 y 16 años de edad disminuye aproximadamente en 0,9%. En otras palabras, un área rural dispersa que cuente con una mayor cantidad de viviendas con energía, genera un aumento considerable en la asistencia escolar en niños entre 5 a 16 años. Este resultado proporciona una comprensión cuantitativa de la discusión anecdótica sobre los beneficios de la electricidad sobre la educación.

El siguiente indicador de calidad de vida es la productividad agrícola. En el modelo (3) de la Tabla 2, se observa de nuevo la evidencia anecdótica de la importancia de la electricidad sobre la productividad agrícola. Un ejemplo son las bombas de agua eléctricas, que facilitan el riego,

¹² Expresión latina que significa “permaneciendo todo lo demás constante”, es decir, todas las variables terceras que podrían influir en nuestras variables de interés se mantienen constantes.

favoreciendo así las técnicas de fertilización. Del mismo modo, el acceso a las herramientas eléctricas reduce la intensidad de mano de obra de las unidades de producción agrícola. A partir de la Tabla 2, se puede deducir que cuando el índice de cobertura de energía eléctrica aumenta en un punto porcentual, *Ceteris Paribus*, el porcentaje de área cultivada aumentaría en aproximadamente 0.58 puntos porcentuales. Este resultado es razonable si consideramos que una granja energizada aprovecha al máximo los sistemas de riego, fertilización y técnicas de pesticidas. Importante es también el efecto de la presencia de ganado en las áreas rurales dispersas. Según los resultados del modelo, un aumento del 10% en la presencia de ganado en unidades productivas, *Ceteris Paribus*, conducirá a una reducción de 2,36 puntos porcentuales en el área total cosechada.

La variable utilizada para investigar los resultados de salud en el modelo (2) de la Tabla 2 muestra algunos resultados interesantes. Debido a las limitaciones en los datos, se utilizó como determinante de la salud las personas sin afiliación a la salud. Esta variable indica el número de personas que no cuentan con un servicio de salud en las áreas rurales dispersas de los municipios de Colombia. Una vez más, encontramos un efecto significativo de la activación en la afiliación a los servicios de salud. Lo anterior podría explicarse desde la siguiente perspectiva: "la prestación del servicio de salud se ve afectada en las poblaciones que tienen una menor cobertura de energía eléctrica".

Los resultados indican que, si el índice de cobertura de energía eléctrica aumenta en diez puntos porcentuales, *Ceteris Paribus*, el porcentaje de personas sin afiliación al sistema de salud disminuirá en aproximadamente un 0,9%. Asimismo, es importante destacar el efecto del analfabetismo sobre las personas sin afiliación sanitaria. El modelo indica que un aumento del 10% en el porcentaje de personas en condiciones de analfabetismo en las áreas rurales dispersas de un municipio, *Ceteris Paribus*, provocaría un aumento de 1,6 puntos porcentuales en el

porcentaje de personas sin afiliación sanitaria. También se obtuvo un resultado importante respecto a las personas afiliadas al régimen subsidiado de salud; ante un aumento en esta variable en diez puntos porcentuales, *Ceteris Paribus*, se espera que el número de personas sin afiliación al sistema de salud disminuya en 0.7%.

El modelo (1) de la Tabla 2 se reúne toda la información de los modelos (2) - (5) para estimar el impacto total de la electricidad sobre la calidad de vida. El primer resultado importante es que los tres indicadores de desarrollo (educación, productividad y salud) son significativos a un nivel del 90%, y que la educación y la productividad agrícola tienen los signos esperados. Un aumento del índice de cobertura eléctrica en diez puntos porcentuales, *Ceteris Paribus*, hará que el valor agregado municipal aumente un 1,9%. Asimismo, si el porcentaje de inasistencia escolar en niños entre 5 y 16 años aumenta en un 10%, *Ceteris Paribus*, se espera que el valor agregado municipal disminuya en 3,2%. Con respecto a la productividad agrícola, si se aumenta en diez puntos porcentuales el área cosechada, *Ceteris Paribus*, se espera que el valor agregado municipal aumente en 0.1%. Por último se ha encontrado un resultado contra intuitivo, ya que se observa que ante un aumento de las personas sin servicios de salud en un punto porcentual, *Ceteris Paribus*, se espera que el valor agregado municipal aumente en 0.45%. Aunque se asumió que la salud tiene un efecto positivo sobre el ingreso, observamos que el efecto fue contrario. Esto puede explicarse por la naturaleza de la variable utilizada para medir ingresos (VAM), explicada con anterioridad.

Los productos obtenidos en el presente modelo son consistentes con la explicación intuitiva y el análisis empírico abordado en la investigación. Con respecto a los trabajos desarrollados por Khandker (2013) y Bridge (2015) (estudios de referencia para la presente investigación), se encuentra que los resultados relacionados con el efecto de la energización sobre la calidad de vida de la población son similares en un alto grado y por lo tanto se puede deducir que el efecto de una

energización fiable, constante y segura, es positivo y significativo para mejorar las condiciones de vida de la población de las áreas rurales dispersas de Colombia.

5. Conclusiones

En Colombia, en el marco de los proyectos de energización (interconexión o generación in-situ), se han realizado algunos intentos para medir el efecto generado en el territorio. Sin embargo, solo se han abordado desde el punto de vista de la evaluación técnico económica. Estos resultados dan una estimación aproximada de los beneficios económicos y las ventajas técnicas de la interconexión, pero no evalúan los efectos generados en el territorio tras la entrada en vigor del proyecto. Este tipo de estudios no utilizan métodos cuantitativos que permitan analizar variables sociales, económicas y ambientales. Por lo anterior, es de gran importancia que desde la academia se adelanten diferentes tipos de estudios que permitan ir más allá de la viabilidad técnico económica y aborden de manera científica el efecto de la energización sobre el desarrollo de los territorios.

La presente investigación buscaba responder a la siguiente pregunta: ¿cuál es el efecto de una energización fiable y segura sobre la educación, la salud, la productividad y los ingresos de los hogares que se encuentran en las áreas rurales dispersas de Colombia? Para dar respuesta, se realizó una importante revisión teórica y conceptual. De igual forma se revisaron los principales análisis empíricos a nivel mundial, lo que permitió establecer una fuerte relación entre la energización y la

calidad de vida de los habitantes de un país, especialmente para los que se encuentran en áreas rurales dispersas de Colombia.

Dentro de la propuesta empírica presentada, se utilizó una técnica econométrica denominada Mínimos Cuadrados en tres etapas (MC3E) que acompañada con las bases de datos del Censo Nacional Agropecuario 2014, permitió la estimación del efecto que genera la energización sobre variables determinantes de la calidad de vida para las áreas rurales dispersas de Colombia, para cada uno de los municipios de Colombia (1101), el archipiélago de San Andrés y Providencia y 20 zonas no municipalizadas.

La caracterización de las áreas rurales dispersas de Colombia permitió identificar con un alto grado de precisión rasgos distintivos importantes para el presente análisis. En primer lugar y relacionado con el uso del suelo, unidades productivas y áreas cosechadas, se encontró que en el país hay cerca de un millón y medio de hectáreas de cultivo adicionales a las que eran calculadas y que se ubican principalmente en territorios de grupos étnicos. Otro dato importante es que al menos la mitad de las unidades de producción agropecuaria (UPA) del país cuentan con al menos un lote dedicado al autoconsumo. Respecto al área cosechada, se estima que aproximadamente 6.7 millones de hectáreas son dedicadas a esta labor, destacándose en mayor proporción los cultivos agroindustriales, en donde el café aporta una suma considerable con 750.000 hectáreas. Por último, se constató que el inventario bovino nacional fue en el año 2014 de 21.502.811 cabezas y que se encuentran distribuidos en el 27.35% de las Unidades de Productividad Agrícola.

En segundo lugar y relacionado con la caracterización sociodemográfica de la población, se identificó que el 72.8% de las viviendas del área rural dispersa se encuentran ocupadas. Respecto a los servicios públicos se evidencian notorias carencias, principalmente en los sistemas de alcantarillado, en donde solo el 6% de las viviendas cuentan con este servicio. Respecto al servicio

de acueducto, unas 635.379 viviendas cuentan con este servicio, es decir el 42.5% de las mismas. El servicio de energía se encuentra presente en el 82.9% de las viviendas, sin embargo este porcentaje no nos indica el número de horas con la que cuentan este servicio.

En tercer lugar, el Censo Nacional Agropecuario determinó que el promedio de hogares por vivienda para el año 2014 fue de 1,032, lo cual muestra una mínima disminución si se compara con el promedio del censo general 2005, el cual arrojó 1,039 de promedio. Respecto a la población en general, el número de hombres (51,68%) que habitan las áreas rurales dispersas es levemente superior al de las mujeres (48,32). Respecto a la educación, se estableció que la tasa de asistencia escolar entre niños de 5 a 16 años fue de 79.7% en comparación con el 72.7% que arrojó el Censo nacional del año 2005. Por último y en temas de salud, se registró que el 96% de la población se encuentran afiliados al sistema de salud, de los cuales el 83.9% pertenecen al régimen subsidiado.

Respecto a los datos utilizados para realizar el análisis, fue necesario acudir a otras fuentes estadísticas para el periodo referenciado. Específicamente se construyó de acuerdo a las directrices metodológicas del DANE el Valor Agregado Municipal; este indicador permite determinar de alguna forma el ingreso agregado de los municipios. En segundo lugar, se utilizó el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica para áreas rurales elaborado por la UPME. Este indicador permite conocer entre otras cosas la relación entre las viviendas que tienen servicio de energía y el total de las mismas. El resto de variables utilizadas en el análisis son: Inasistencia escolar entre los 5 y 16 años, Total área cosechada, Personas sin afiliación a salud, Tasa de analfabetismo, Dueños de unidades productivas, Viviendas con servicio de alcantarillado, Viviendas con servicio de acueducto, personas afiliadas al régimen subsidiado de salud y Unidades de Producción agrícola con presencia de cabezas de ganado.

La explicación intuitiva del impacto que genera la energización sobre la calidad de vida, es que genera una mejora sustancial en aspectos relacionados con la salud, la educación y la productividad agropecuaria. De igual forma, las investigaciones empíricas han sustentado estas premisas. Sin embargo, debido a estas causalidades bidireccionales, la estimación econométrica de las relaciones requirió de un modelo econométrico que pudiera representar el carácter endógeno: Modelo de ecuaciones simultaneas de tres etapas (MC3E).

Utilizando el enfoque MC3E que da cuenta de los problemas de endogeneidad, este estudio encuentra que el valor agregado municipal está determinado en parte por el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica. También encuentra que los niveles de educación, de salud y de productividad agrícola, están determinados en gran medida por el acceso a la electricidad, tanto directamente como a través de los impactos intermedios de cada variable. La magnitud y alta significancia del impacto de la electricidad sobre la calidad de la vida de las personas en las áreas rurales dispersas, crea un poderoso argumento a favor de la importancia de incluir la energización en el desarrollo local.

Durante la investigación se presentaron las siguientes limitaciones: a) Para calcular el Valor Agregado Municipal, fue necesario utilizar la metodología indicada por (DANE, 2015). Esto debido a que en Colombia el PIB se calcula a nivel nacional y departamental. Por su misma naturaleza, el VAM se utilizó como variable proxy, ya que no se pudo calcular a nivel de ARD; b) El índice de cobertura de energía eléctrica, se estima como la relación entre las viviendas con servicio eléctrico y el total de viviendas de cada municipio, sin embargo, esto no determina el número de horas de servicio; c) Fue necesario ajustar la metodología propuesta en la evidencia empírica, a las variables calculadas por el CNA 2014.

Se prevé que el desarrollo de este proyecto de investigación generará impactos altamente positivos a la sociedad, lo que se traduce, a su vez, en impactos a la comunidad científica, académica y profesional, ya que su importancia radica en la posibilidad de avanzar en el entendimiento del uso de las teorías de desarrollo en la implementación de proyectos que beneficien a las comunidades pertenecientes a las áreas rurales dispersas de Colombia. Así mismo, estas investigaciones abren un espacio importante para que los profesionales del área económica, aporten en la toma de decisiones relacionadas con la planeación energética de nuestro país.

La investigación propuesta constituyo, por tanto, un primer intento por analizar el efecto de la energización sobre factores tales como: ingreso, educación, salud y productividad, los cuales están asociados directamente con el desarrollo sostenible. De igual forma, permitió hacer un acercamiento a las consecuencias y efectos reales de la falta de energización en las áreas rurales dispersas de Colombia. Así mismo, este estudio pretende aportar elementos importantes a las políticas de planeación energética y a la toma de decisiones de organismos gubernamentales como el IPSE, la UPME adscritos al Ministerio de Minas y Energía.

Por último, se sabe que el servicio eléctrico por sí solo no es capaz de crear todas las condiciones necesarias para determinar el desarrollo de una región. Sin embargo, es esencial para cubrir las necesidades básicas, aliviar la pobreza, generalizar la protección social y mejorar los estándares de vida. Aunque el hecho de energizar las áreas rurales dispersas de Colombia, por sí solo, se consideraría un impacto positivo para el desarrollo, es necesario desarrollar investigaciones que permitan cuantificar y correlacionar sus efectos, en relación con sus ingresos, su estilo de vida, su trabajo, la educación y, en general a su entorno. Estas características estructurales llevarían a pensar que la energización de las áreas rurales dispersas generaría mejores condiciones para el desarrollo de estas regiones y por esta razón es que se torna importante la presente investigación.

Referencias Bibliográficas

- AIEA. (2008). *Indicadores Energéticos del Desarrollo Sostenible*. Viena: Organismo Internacional de Energía Atómica.
- Bernard, T., & Torero, M. (2013). Social Interaction Effects and Connection to Electricity: Experimental Evidence from Rural Ethiopia. *Economic Development and Cultural Change*.
- Betancur, L. (2009). *Energías Renovables: Marco Jurídico en Colombia. Perspectiva*.
- BID. (2006). *Esquema de ordenamiento territorial, municipio del Medio Atrato-Chocó. Documento de diagnóstico: 2005-2016*. BID.
- BID. (2009). *Acceso al servicio de electricidad y la pobreza en América Latina y el Caribe*. Sao Paulo.
- BID. (2013). *Acceso a la Energía*. Buenos Aires: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Birol, F. (2007). Energy Economics: a place for energy poverty in the agenda? *Energy Journal*, 1-6.
- Board, B. (2010). *Fixing fuel poverty. Challenges and solutions*. London: Eathscan.
- Boardman, B. (1991). *Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth*. London: Belhaven Press.
- Bognar, G. (2005). The concept of quality of life. *Social and Practice*, 561-580.
- Borthwick-Duffy, S. (1992). *Quality of life and quality of care in*.

- Bouzarovski, S., Petrova, S., & Sarlamanov, R. (2012). Energy poverty policies in the EU: A critical perspective. *Energy Policy*, 76-82.
- Bradshaw, J. (2008). Who is fuel poor?, poverty. *University of York*, 9-11.
- Bridge, B., Adhikari, D., & fontenla, M. (2015). Electricity, income, and quality of life. *The Social Science Journal*, 7.
- Brown, M. M. (2002). *Johannesburg and the MDG's CHOICES supplement - Mobilising Actions for Sustainable Development*. New York: Global Partnerships for the 21st Century. UNDP.
- Buzar, S. (2007). When homes become prisons: The relational spaces of post socialist energy overtury. *Environment and planning*, 1908-1925.
- Campbell, A. (1981). *The sense of well-being in america*. New York: McGraw-Hill.
- Campbell, A., Converse, P., & Rodgers, W. (1976). *The Quality of American Life*. New York: McGraw-Hill.
- CEPAL. (2003). *Energía y pobreza: los problemas del desarrollo energético y los grupos sociales marginados en las zonas rurales y urbanas de Brasil*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Clinch, P., & Healy, J. (1999). *Housing standars and excess winter mortality in Ireland*. Dublin: Department of Enviromental Studies.
- CorpoEma. (2010). *Elementos de Política, Riesgos ante El Cambio Climático, Complementariedad entre las FNCE y el SIN, y Costos Indicativos de las FNCE*. Bogotá: UPME.
- Cummins, R. A. (2000). Objective and subjective quality of life: An interactive model. *Social Indicators Research* , 55-72.
- Cummins, R. A. (2004). Moving from the quality of life concept to a theory. *Journal of Intellectual Disability Research*, 699-706.

- Daly, H. (1989). *Ecología: Medios últimos y limitaciones biofísicas*. Ciudad de México: Fondo de cultura económica.
- Daly, H., & Cobb, J. (1993). *Para el bien común: Reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y un futuro sostenible*. México: Fondo de cultura económica.
- Daly, H., & Cobb, J. (1993). *Reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y un futuro sostenible*. Mexico D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- DANE. (2014). *Censo Nacional Agropecuario*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Dyner, I., & Hoyos, S. (2008). Contribución de la energía al desarrollo de las comunidades aisladas no interconectadas. *Dyna*, 75(154), 199-214.
- Felce, D., & Perry, J. (1995). Quality of life: Its definition and measurement. *Research in developmental disabilities* 16, 51 – 74.
- Flórez, J., Tobón, D., & Castillo, G. (2010). ¿Ha sido efectiva la promoción de soluciones energéticas en las zonas no interconectadas en Colombia? *Cuadernos administrativos*.
- Franco, C., & Dyner, I. (2007). Contribución de la Energía al desarrollo de comunidades aisladas no interconectadas: Un caso de aplicación de la dinámica de sistemas de vida sostenible en el Suroccidente Colombiano. *Dyna*, 1-16.
- Garay, L. J. (1998). Modelo de Desarrollo y Sostenibilidad en misión ruralq. En *Transición, Convivencia y Sostenibilidad N.5*. (pág. 9). Bogotá.
- García, R. (2014). *Pobreza energética en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- García-Ochoa, R., & Graizbord, B. (2016). Caracterización espacial de la pobreza energética en México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 289-337.
- Gaye, A. (2007). Access to Energy and Human Development. En UNDP, *Human Development Report 2007/2008*.

Goode, W., & Hatt. (1976). *Métodos de investigación social*. México: Trillas.

Haas, B. (1999). Clarification and integration of similar quality of life concepts. *Journal of nursing Scholarships*, 215-220.

Harris, G. (2005). *Fuel poverty a local perspective: a study of fuel poverty among users of Finglas/Cabra*. Dublin: MABS.

Harrys, M. (1987). *Caníbales y Reyes*. Madrid: Alianza.

Hollanflsworth, J. G. (1988). Evaluating the impact of medical treatment on the quality of life: A 5-year update. *Social Science and Medicine*, 26, 425-434.

International Energy Agency IEA. (2015). *Resumen ejecutivo: World Energy Outlook 2015*. OCDE/IEA.

IPSE. (2010). *Presentación oficial*. Bogotá: Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas.

Kanagawa, M., & Nakata, T. (2008). Assessment of access to electricity an the socio-economic impacts in rural areas of developing countries. *Energy Policy*, 2016-2029.

Khandker, S. R., Barnes, D. F., & Samad, H. A. (2013). Welfare impacts of rural electrification: A panel data analisis from vietnam. *Economic Development and Cultural Change*, 659-692.

Kozulj, R. (2009). *Contribución de los servicios energéticos a los objetivos de Desarrollo del Milenio y a la mitigación de la pobreza en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

Ladino, E. (2011). *La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia*. . Bogotá: Tesis: Universidad Pontificia Javeriana.

Louw, K., Conradie, B., Howells, M., & Dekenah, M. (2008). Determinants of electricity demand for newly electrified low-income African households. *Energy Policy*, 2812-2818.

- Masud, J., Sharan, D., & Lohani, B. N. (2007). *Energy for all: Addressing the energy, environment, and poverty nexus in Asia*. Manila: Asian Development Bank.
- Meeberg, G. A. (1993). Quality of life: A concept analysis. *Journal of Advanced Nursing*, 32-38.
- Naciones Unidas. (2013). *Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe: Seguimiento de la agenda de las Naciones Unidas para el desarrollo post-2015 y Rio+20*. Naciones Unidas.
- O'Boyle, C. (1994). The Schedule for the evaluation of individual Quality. *Internacional Journal of Mental Health*, 23., 3 – 23.
- Pachauri, S., & Spreng, D. (2004). Energy use and energy access in relation to poverty. *Economic and Political Weekly*, 271-278.
- Perez, E., & Perez, M. (2002). El sector rural en Colombia y su crisis actual. *Cuadernos de desarrollo rural*(48), 35-58.
- PNUD. (2009). *Contribución de los servicios energéticos a los objetivos de desarrollo del nuevo milenio*. PNUD.
- PNUD. (2013). *Informe sobre Desarrollo Humano*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Pope, C. A., Burnett, R. T., Thun, M. J., Calle, E. E., & Krewski, D. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution . *JAMA*, 1132-1141.
- Reddy, A. K. (1999). Goals, strategies and for rural energy. *Economic and Political Weekly*, 3435-3445.
- Rowntree, S. (1901). *Poverty. The study of town life*. London: Macmillan.
- Sagar, D. (2005). Alleviating energy poverty for the world's poor. *Energy Policy*, 1367-1372.

- Shahbaz, M., Khan, S., & Tahir, M. I. (2013). The dynamic links between energy consumption, economic growth, financial development and trade in China: Fresh evidence from multivariate framework analysis. *Energy Economics*, 8-21.
- Shen, S., & Lai, Y. (1998). Optimally scaled quality-of-life indicators. *Social Indicators Research*, 44, 225-254.
- SIMEC. (s.f.). *Sistema de información eléctrico colombiano*. Recuperado el 19 de 05 de 2016, de <http://www.siel.gov.co/Inicio/CoberturadelSistemaInterconectadoNacional/ConsultasEstadisticas/tabid/81/Default.aspx>
- Smith, K., Avis, N., & Assman, S. (1999). Distinguishing between quality of life and health status in quality of life research: A meta-analysis. *Quality of life research*, 447-459.
- Smith, R., & Pulgarín, A. (2002). Optimización multiobjetivo con algoritmos genéticos: desarrollo de un modelo para electrificación rural". *XI-Congreso latino-americano de investigación de operaciones*. Chile.
- Sovacool, B. K. (2012). The political economy of energy poverty: A review of the key challenges. *Energy for Sustainable Development*, 272-282.
- Taillefer, M. C., Dupuis, G., Roberge, M. A., & Le May, S. (2003). Health related quality of life models: Systematic review of the literature. *Social Indicators Research*, 293-323.
- Thomson, H., & Snell, C. (2013). Quantifying the prevalence of fuel poverty across the European union. *Energy policy*, 563-572.
- Tirado, S., & Ürge-Vorsatz, D. (2010). *Fuel poverty in Hungary. Report prepared for Védegylet-Protect the future society*. Center for climate and Sustainable Energy Policy.
- Tobón, D., & Bedoya, J. (2010). *Optimización de herramientas multiobjetivo para la toma de decisiones de inversión en sistemas aislados sostenibles de energía*. . Medellín: Universidad de Antioquia.
- Torero, M. (2014). *The impact of Rural Electrification*. Munich: International food policy research institute.

Towsend, P. (1979). *Poverty in the United Kingdom*. Harmondsworth: Penguin.

Universidad de Granada. (2012). *Modelo de Ecuaciones Simultáneas*. España: Universidad de Granada.

UPME - CorpoEma. (2010). *Plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia*. Bogotá: Unidad de Planificación Minero Energética.

UPME. (2001). *La oferta energética actual*. Bogotá: Unidad de Planificación Minero Energética.

UPME. (2003). *Evaluación del plan energético nacional*. Bogotá: UPME.

UPME. (2010). *Elementos de política, riesgos ante el cambio climático, complementariedad entre las FNCE y el SIN- Costos indicativos*. Bogotá: Unidad de Planificación Minero Energética.

UPME. (2014). *Unidad de Planeación Minero Energética*. Recuperado el 19 de Mayor de 2016, de <http://www1.upme.gov.co/sala-de-prensa/noticias/informe-de-gestion-upme-2014>

Urzúa, M. A., & Caqueo-Urizar, A. (2012). Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto. *Terapia Psicológica*, 61-71.

Whyley, C., & Callender, C. (1997). *Fuel in Europe: evidende from the european household panel survey*. London: Policy Studies institute.

World-Bank. (1992). *Environmetal Assessment Electrical power Colombia*. Bogotá: Interconexión Eléctrica S.A. Ministerio de Minas y Energía.

Zellner, A., & Theil, H. (1962). Three-Stage Least Squares: Simultaneous Estimation of Simultaneous Equations. *Econometrica*, 54-78.