**INFORME FINAL**

**ANALISIS DE CORRELACION ENTRE EL ACCESO A ENERGIA ELECTRICA Y EL USO PRODUCTIVO DE LA ELECTRICIDAD**

GILKA JIMENEZ CAREAGA

**ABRIL 2016**

**INFORME FINAL**

**Maria Gilka Jiménez Careaga**

**ANALISIS DE CORRELACION ENTRE EL ACCESO A ENERGIA ELECTRICA Y EL USO PRODUCTIVO DE LA ELECTRICIDAD**

***(A Partir de Información de los Censos: Nacional Agropecuario 2013 y Nacional de Población y Vivienda 2012)***

1. **ANTECEDENTES**

De acuerdo a contrato firmado el 11-03-2016, el BID a través de su equipo técnico, para el desarrollo de la consultoría puso a disposición las bases de datos de la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA) del Censo Nacional Agropecuario 2013 y la base de datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2012; ambos en formato REDATAM. Asimismo, facilitó en formato PDF el documento del Atlas de Potencialidades Productivas en Bolivia del 2015. En base a esta información se desarrollaron las actividades de la consultoría para el logro de los siguientes objetivos.

1. **OBJETIVO DE LA CONSULTORÍA**
   1. El objetivo de esta consultoría es apoyar al BID en el análisis de la relación entre el índice de cobertura de electrificación a nivel municipal en la realización de actividades productivas o la tenencia de equipos que tienen como insumo la electricidad, considerando para ello la información recopilada por el INE en los censos: de población y vivienda (2012) y agropecuario (2013).
   2. Los objetivos específicos de esta consultoría son:
      1. Realizar un análisis de la base de datos del Censo Nacional Agropecuario 2013 proporcionada por el INE, así como las diferentes preguntas realizadas mediante las Boletas Censales: de la Comunidad y de la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA) y definir las variables y cruces de variables a analizar en la siguiente etapa.
      2. Realizar un análisis de la correlación entre el índice de cobertura de electrificación a nivel municipal (rural y total) y las variables de uso productivo definidas en la etapa anterior. Analizar asimismo posibles hipótesis de causalidad en las correlaciones encontradas.
      3. Realizar un análisis agregado de los municipios del país de acuerdo a su vocación productiva y zonas biogeográfica, según el Atlas de Potencialidades Productivas en Bolivia, 2015 y un análisis de correlación considerando los municipios agregados.
2. **ACTIVIDADES PRINCIPALES**

Las actividades que se desarrollaron durante la consultoría son:

* 1. Revisión y análisis de las Boletas Censales: de la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA) y de la Boleta de la Comunidad del Censo Nacional Agropecuario 2013 e identificación de aquellas que guardan relación con el consumo de electricidad.
  2. En coordinación con el BID se definió las variables (preguntas) a ser consideradas en el análisis de la Base de Datos del Censo Nacional Agropecuario 2013. No fue posible considerar las variables de la Boleta de la Comunidad debido a que el INE no facilitó esta información.
  3. Análisis de la Base de Datos del Censo Nacional Agropecuario 2013 (disponible en formato REDATAM) y verificación de la existencia de información consistente sobre las preguntas o variables definidas anteriormente.
  4. Revisión y análisis de la Base de Datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2012 (en formato REDATAM). De forma consensuada se seleccionó las variables e indicadores necesarios para el estudio. En forma coordinada con el BID, se incluyó variables relacionadas con la cobertura de electrificación de los hogares del Censo de Población y Vivienda 2012, así como también otras variables sociodemográficas de interés.
  5. Se agrupó los municipios del país según la vocación productiva dominante de cada municipio, utilizando como base el documento Atlas de Potencialidades Productivas en Bolivia 2015, disponible en formato PDF. Se consideró para el análisis las regiones definidas, el número de empresas de cada municipio, las 3 primeras potencialidades productivas, además de información de algunos parámetros climáticos como temperatura, altitud y precipitación. Esta información fue transcrita y luego se integró a la base de datos conformada con variables del Censo de Población y del Censo Agropecuario, considerando el formato y ordenación de los municipios de acuerdo a los códigos geográficos del INE.
  6. La base de datos completa se encuentra en formato SPSS y contiene 90 variables conformadas de la siguiente manera: 3 de identificación geográfica, 43 correspondientes al Censo Nacional de Población y Vivienda 2012, 28 variables del Censo Nacional Agropecuario 2013 y 16 variables del Atlas de Potencialidades Productivas 2015. En detalle se presenta las variables seleccionadas en el Anexo 1. Con esta información se realizó el análisis de correlación.
  7. El análisis de correlación del índice de cobertura de electrificación a nivel municipal, con las variables definidas anteriormente, se realizó considerando la hipótesis de que mayor alcance de electrificación da lugar a un mayor número de usuarios que realizan actividades productivas usando como insumo principal la electricidad. De inicio se realizó el análisis con 339 municipios, posteriormente para eliminar el sesgo que podrían generar los municipios urbanos más grandes del país (La Paz, El Alto, Cochabamba y Santa Cruz), se ejecutó el análisis de correlación con sin la participación de estos municipios.
  8. Se agrupó los municipios del país según la vocación productiva dominante de cada municipio, en base las regiones determinadas en el Atlas de Potencialidades Productivas en Bolivia, 2015. Son 41 regiones a nivel nacional identificadas en este documento, en las cuales se agrupan todos los municipios del país. El Anexo 2 detalla la conformación de estas regiones.
  9. Para los municipios agrupados en estas 41 regiones se procesó una nueva base de datos agregada y se efectuó el análisis de correlación del índice de cobertura de electrificación con las variables definidas del Censo de Población y Vivienda y del Censo Nacional Agropecuario.
  10. Adicionalmente, considerando la posibilidad de agrupar en menos regiones a los municipios del país se procedió mediante la metodología de conglomerados (clúster) a conformar 6 regiones homogéneas tomando en cuenta la información climatológica: altitud, precipitación y temperatura. De este procedimiento se conformaron 6 zonas, con las cuales se realizó el análisis de correlación del índice de cobertura de electrificación con las variables definidas anteriormente.

1. **ANALISIS DE CORRELACION**
   1. **Metodología.**

Se presenta el análisis de correlación bivariada mediante el coeficiente de Pearson para tener un primera mirada de las relaciones entre índice de cobertura de electrificación a nivel municipal y todas las variables definidas para el estudio. La variable IEE representa al índice de cobertura de electrificación a nivel municipal en el área urbana y rural[[1]](#footnote-1), y la variable IR\_EE representa al índice de cobertura de electrificación a nivel municipal rural.

De igual forma se observa la relación entre el uso de energía eléctrica en actividades agropecuarias y todas las variables definidas. La variable EE\_agrop representa a la variable Uso de Energía Eléctrica en actividades Agropecuarias y la variable No\_EE\_agrop representa a los que No Usan de Energía Eléctrica en actividades Agropecuarias.

Para estas cuatro variables (IEE, IR\_EE, EE\_agrop y No\_EE\_agrop), en la matriz de correlaciones se ha resaltado los resultados obtenidos de relaciones significativas entre estas variables y todas las demás elegidas para el estudio.

Este análisis se ha desarrollado en 4 escenarios diferentes, considerando distintos niveles de agregación de la información:

* Escenario 1: Considera a todos los municipios del país (339).
* Escenario 2: Se excluyen los cuatro municipios más grandes (La Paz, El Alto, Cochabamba y Santa Cruz), analizando la correlación con los 335 municipios restantes.
* Escenario 3: Se agrupan los 339 municipios en las 41 regiones del Atlas de Potencialidades Productivas y con esta información se realiza el análisis de correlación.
* Escenario 4: Los 339 municipios se agrupan mediante la metodología del cluster en 6 zonas homogéneas y se observa la correlación de las variables identificadas.

**Interpretación.**

La correlación de Pearson se interpreta de acuerdo a la siguiente escala:



El signo positivo de una correlación se interpreta como relación directa entre las variables observadas, expresando que si una de las variables crece, la otra también crece y viceversa. El signo negativo de una correlación indica una relación inversa entre las variables observadas, expresando que si una de las variables crece, la otra decrece y viceversa. Considerando esta escala, se enfatiza en el análisis las correlaciones significativas de regular y más para las cuatro variables indicadas.

* 1. **Escenario 1: Considerando los 399 municipios del país.**

La matriz de correlación generada para este caso se adjunta en el Anexo 3.

* + 1. **Correlación con el Índice de electrificación de los hogares del municipio (IEE)**

Se observa la relación entre el porcentaje de hogares que tienen acceso a la Energía Eléctrica en el municipio (urbano y rural) y las demás variables definidas.

* Se registra correlaciones buenas e inversas con los hogares que usan otra fuente de energía (vela, mechero a kerosene, alcohol) y aquellos que utilizan panel solar (-0.537 y -0.489).

Con el Índice de energía eléctrica de los hogares del área rural del municipio, la correlación es muy buena (0.774); es muy buena e inversa con los que no tienen energía eléctrica (-0.727) y presenta relación regular e inversa con los hogares rurales que utilizan motor y otra energía (-0.353 y -0.394).

* La relación con las variables que representan el combustible que usan los hogares para cocinar, muestra correlación muy buena con los hogares que cocinan con gas por garrafa (0.773), significa que a mayor acceso a energía eléctrica es también mayor el acceso a gas por garrafa; relación muy buena e inversa con los hogares del municipio que cocinan con leña (-0.744), indicando que a menor acceso a energía eléctrica mayor uso de leña para cocinar. También se observa correlaciones regulares con los hogares que cocinan con gas domiciliario y con los que no cocinan (0.327 y 0.370). Se advierte la existencia de una baja correlación los hogares que utilizan Energía Eléctrica para cocinar (0.218), indicando que el acceso a electricidad no necesariamente está relacionado con el uso de este energético para cocinar.

Con el mismo análisis, en los hogares del área rural[[2]](#footnote-2), se advierte que el Índice de electrificación del municipio registra correlación buena con los hogares rurales que cocinan con Gas por garrafa y relación buena e inversa con los que cocinan con leña (0.603 y -0.515).

* El Índice de Electrificación está altamente correlacionado con la tenencia de un televisor en el área rural (0.708). La relación es regular con los que tienen Computadora y los que acceden a Internet (0.401 y 0.428).
* En referencia a las actividades laborales, se observa relación buena con las actividades de servicio y otras actividades (0.585 y 0.539), relación buena e inversa con la actividad agropecuaria (-0.615), esto significa que a mayor índice de energía eléctrica del municipio menor es la actividad agropecuaria.
* Considerando el tamaño poblacional del municipio las relaciones significantes muestran que existe buena relación inversa con el porcentaje de población rural del municipio (-0.602), es decir que a mayor índice de energía eléctrica menor población rural del municipio y viceversa.
* Examinando las variables de educación y salud, se observa relación regular con la tasa de asistencia escolar y con el parto en establecimiento en salud (0.349 y 0.453) y correlación regular inversa con el parto a domicilio (-0.451), esto significa que a mayor índice de energía eléctrica, menor es el número de partos a domicilio y viceversa.
* Con el equipamiento de las UPAs la relación es la siguiente: con UPAs con instalaciones de electricidad y con las que tienen Bombas de agua eléctricas (0.443 y 0.377), con Fumigadoras (manual y mecánico), Ordeño mecánico, y Enfriadores de leche la relación es casi regular (0.295, 0.267 y 0.270). Existe también relación regular con UPAs que utilizan riego por Pozo perforado (0.270).
* La relación del Índice de Electrificación del municipio con las UPAs que utilizan Energía eléctrica en actividades agropecuarias es regular (0.325), mientras que esta relación es regular y negativa con las UPAs que no utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias (-0.329).
  + 1. **Correlación respecto al Índice de Electrificación Rural (IR\_EE)**

El Índice de Electrificación Rural es el porcentaje de cobertura de energía eléctrica en los hogares del área rural de cada municipio.

* Las correlaciones significativas con variables referentes a fuentes de energía de los hogares de todo el municipio, registran una relación buena e inversa con los hogares del municipio que no tienen energía eléctrica (-0.653); correlación regular e inversa con aquellos hogares que utilizan motor, panel solar y con los que utilizan otro tipo de energía en todo el municipio (-0.417, -0.415 y -0.479).
* La relación con las variables de fuentes de energía de los hogares del área rural con el Índice de Electrificación Rural muestran resultados similares, se advierte muy buena correlación inversa con los hogares del área rural del municipio que no tienen energía eléctrica (-0.864), correlación buena inversa con los hogares que utilizan otro tipo de energía (-0.520), correlaciones regulares con los hogares que utilizan Panel solar o Motor (-0.419 y -0.475).
* En relación al combustible para cocinar de los hogares de todo el municipio, la relación es regular para Gas por garrafa (0.461) y correlación regular e inversa para Leña (-0.460). De forma similar la variable combustible para cocinar del área rural presenta correlación buena con los hogares que utilizan Gas por garrafa (0.685) y buena e inversa con los hogares del área rural que utilizan para cocinar Leña (-0.620).
* La relación es muy buena con la tenencia de televisor en el área rural (0.783) y regular con la tenencia de Computadora e Internet (0.495 y 0.412).
* Observando la Tasa de asistencia escolar, se advierte una relación regular con el Índice de electrificación Rural (0.325).
* Las variables de la Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) que registran correlaciones significativas con el Índice de Electrificación Rural son: UPAs con instalaciones de electricidad (0.583), UPAs con bomba eléctrica de agua (0.289) y se observa relación regular inversa con las UPAs con Motores eléctricos (-0.305), es decir que a mayor cobertura del Índice de electrificación menor es el uso de motores eléctricos, si bien en la boleta del productor no indica el uso que le dan a estos motores, se presume que se usan como generadores para explicar el tipo de relación existente.
* Se advierte una baja relación del Índice de Electrificación Rural con las UPAs que utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias (0.238), lo que indica que no es suficiente tener energía eléctrica para utilizar ésta en actividades agropecuarias.
* Se observa correlaciones regulares e inversas con la Superficie de la actividad productiva principal y también con la Superficie de la segunda actividad productiva (-0.314 y -0.336). Estos valores expresan quea mayor Índice de electrificación rural menor es la superficie para actividades productivas, esto puede explicarse por la mayor urbanización y parcelación de áreas debido a la electrificación de áreas rurales.
  + 1. **Correlación con el Uso de Energía Eléctrica para actividades Agropecuarias y las UPAs que No usan Energía Eléctrica para actividades Agropecuarias**

Estas variables son complementarias, es decir que las correlaciones serán similares, la diferencia radica en el signo de la correlación, por esta razón que se observan de manera conjunta.

* Ambas variables muestran correlación regular con el Índice de electrificación del municipio (0.325 y -0.329). Tienen relación regular e inversa con los hogares que no tienen energía eléctrica (-0.325, 0.334).
* En referencia al combustible que los hogares utilizan para cocinar, registra relación regular con los que utilizan Gas por garrafa, tanto en los hogares de todo el municipio como en el área rural (0.359, 0.297). La relación es regular e inversa con los hogares que cocinan con leña en el municipio (-0.301).
* Respecto a la tenencia de televisor e internet, la correlación es regular (0.339 y 0.370).
* Se advierte relación regular con la actividad de servicios y la actividad industrial (0.354 y 0.331), y se observa relación regular inversa con la actividad agropecuaria como era de esperar (-0.360) de acuerdo a los resultados de anteriores variables. Se tiene relación baja con las personas que tienen otras actividades.
* En referencia al porcentaje de ruralidad del municipio, se observa relación regular e inversa (-0.332), es decir que mientras más rural es un municipio, menos uso de energía para UPAs.
* Se relaciona de manera regular con el parto institucional (0.383) y regular de manera inversa con el parto en domicilio (-0.384).
* La relación con las variables de equipamiento de las UPAs muestra que existe una correlación buena con las UPAs con Ordeño mecánico y con las que tienen Enfriadoras de leche (0.575 y 0.551).
* Las variables de riego con correlaciones significantes son: Riego por pozo perforado y Tanque de agua (0.384 y 0.350). Se registra relación buena con las UPAs con Bomba de agua eléctrica (0.448).
  1. **Escenario 2: Excluyendo los municipios más grandes (La Paz, El Alto, Cochabamba y Santa Cruz), 394 municipios del país.**

Se realizó el mismo análisis para observar las correlaciones entre las variables elegidas, pero sin la influencia de los 4 municipios más poblados y de mayor urbanización del país como son los municipios de La Paz, El Alto, Cochabamba y Santa Cruz. La matriz de correlación generada para este escenario se adjunta en el Anexo 4.

* + 1. **Correlación con el Índice de electrificación de los hogares del municipio (IEE)**

Se observa la relación entre el porcentaje de hogares que tienen acceso a la Energía Eléctrica en el área urbana y rural del municipio con las otras variables elegidas para el estudio.

* Las correlaciones con el acceso a diferentes fuentes de energía muestran, que existen correlaciones buenas e inversas con los hogares que usan otra fuente de energía y aquellos que utilizan panel solar (-0.534 y -0.486). Una correlación significativa regular e inversa que aparece en este escenario es con los hogares que utilizan Panel solar (-0.338), señalando que a menor cobertura de energía eléctrica, mayor es el uso de paneles solares, como podría esperarse.

Al igual que en el anterior escenario, se observa correlación regular e inversa con los hogares que utilizan motor y otro tipo de energía (-0.349 y -0.408).

* La relación con las variables que representan el combustible que usan los hogares para cocinar, muestra correlación muy buena con los hogares que cocinan con gas por garrafa (0.766), significa que a mayor acceso a energía eléctrica es también mayor el acceso a gas por garrafa; relación muy buena e inversa con los hogares del municipio que cocinan con leña (-0.734), indicando que a menor acceso a energía eléctrica mayor uso de leña para cocinar. Existen correlaciones regulares con los hogares que cocinan con gas domiciliario y con los que no cocinan (0.304 y 0.359). La correlación es baja con los hogares que utilizan Energía Eléctrica para cocinar (0.196).
* Con los hogares del área rural, se observa que el Índice de electrificación del municipio registra correlación buena con los hogares rurales que cocinan con Gas por garrafa y relación buena e inversa con los que cocinan con leña (0.598 y -0.507).
* El Índice de Electrificación muestra correlación alta con la tenencia de un televisor en el área rural (0.721) y una relación es regular con los que tienen Computadora y los que acceden a Internet (0.410 y 0.432).
* Respecto a las actividades laborales, al igual que en el anterior escenario, se observa buena correlación con las actividades de servicio y otras actividades (0.566 y 0.521) y relación buena e inversa con la actividad agropecuaria (-0.584). A diferencia del escenario 1 se presenta una relación regular significativa con la actividad de industria (0.425), lo que significaría que el acceso a electricidad está relacionado con la actividad industrial.
* En este escenario, se advierte una correlación regular con el tamaño poblacional del municipio (0.354), que manifiesta que a mayor cantidad de población, mayor es la cobertura de energía eléctrica y se corrobora la relación significante buena e inversa que existe el porcentaje de población rural del municipio (-0.584), es decir que a mayor población rural del municipio menor índice de energía eléctrica y viceversa.
* Con las variables de educación y salud las correlaciones son similares al del escenario 1, se observa relación regular con la tasa de asistencia escolar y con el parto en establecimiento en salud (0.338 y 0.437) y correlación regular inversa con el parto a domicilio (-0.435).
* De igual manera, con las variables de equipamiento de las UPAs la correlación no cambia en este escenario, con Fumigadoras (manual y mecánico), Ordeño mecánico, y Enfriadores de leche la relación es casi regular (0.296, 0.280 y 0.261). Con UPAs que utilizan riego por Pozo perforado (0.270), con UPAs con instalaciones de electricidad y con las que tienen Bombas de agua eléctricas (0.437 y 0.364).
* La relación del Índice de Electrificación del municipio con las UPAs que utilizan Energía eléctrica en actividades agropecuarias es regular (0.306), mientras que esta relación es regular y negativa con las UPAs que no utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias (-0.311).
* En este escenario se aprecia una relación regular con el número de microempresas (0.317), señalando que a mayor cobertura de electrificación, mayor es el número de microempresas en el municipio.
  + 1. **Correlación respecto al Índice de Electrificación Rural (IR\_EE)**
* Las correlaciones significativas del Índice de electrificación rural con variables referentes a fuentes de energía de los hogares de todo el municipio no han variado con respecto al escenario 1, registran una correlación regular e inversa con aquellos hogares que utilizan motor, panel solar y los que utilizan otro tipo de energía en el municipio (-0.421, -0.420 y -0.484).
* La relación con las variables de fuentes de energía de los hogares del área rural resultados similares, se advierte correlación buena inversa con los hogares que utilizan otro tipo de energía (-0.513), correlaciones regulares inversas con los hogares que utilizan Panel solar o Motor (-0.427 y -0.480).
* En relación al combustible para cocinar de los hogares de todo el municipio, la relación es regular para Gas por garrafa (0.465) y correlación regular e inversa para Leña (-0474). Con la variable combustible para cocinar del área rural presenta correlación buena con los hogares que utilizan Gas por garrafa (0.693) y buena e inversa con los hogares del área rural que utilizan para cocinar Leña (-0.632).
* Con la tenencia de televisor en el área rural la correlación es muy buena (0.783) y regular con la tenencia de Computadora e Internet (0.493 y 0.407).
* No se observa diferencia en la correlación con la Tasa de asistencia escolar del escenario 1, existe una relación regular (0.334).
* Las correlaciones son similares en los dos escenarios de las variables de la Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs), registrando correlaciones significativas con el Índice de Electrificación Rural con instalaciones de electricidad (0.592), UPAs con bomba eléctrica de agua (0.287) y se observa relación regular inversa con las UPAs con Motores eléctricos (-0.315),
* En este escenario también se observa una baja relación del Índice de Electrificación Rural con las UPAs que utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias (0.237). Corroborando la existencia de otras variables que inciden en el uso de electricidad en actividades productivas.
* Nuevas correlaciones aparecen en este escenario, se observa relación regular con la altitud sobre el nivel del mar del municipio (0.292), manifestando que los municipios que se encuentran a mayor altitud tienen mayor cobertura eléctrica en el área rural y relación regular inversa con la precipitación promedio (-0.293), señalando que los municipios con mayor precipitación y en menor altitud (trópico) tienen menor cobertura eléctrica en el área rural.
* Al igual que en el anterior escenario, se observa correlaciones regulares e inversas con la Superficie de la actividad productiva principal y también con la Superficie de la segunda actividad productiva (-0.318 y -0.312). Estos valores expresan quea mayor Índice de electrificación rural menor es la superficie para actividades productivas.
  + 1. **Correlación con el Uso de Energía Eléctrica para actividades Agropecuarias y las UPAs que No usan Energía Eléctrica para actividades Agropecuarias**
* Considerando que estas variables son complementarias, se observarán las correlaciones para el Uso de energía eléctrica para actividades agropecuarias, solo en casos necesarios se comentará la correlación de las UPAs que no usan energía eléctrica para actividades agropecuarias. Presenta correlación regular con el Índice de electrificación del municipio (0.306), y relación regular e inversa con los hogares que no tienen energía eléctrica (-0.307). Como en escenarios precedentes, este resultado indica que existen otros factores, además del acceso a la electricidad, que inciden en el uso de energía eléctrica para actividades agropecuarias.
* Para las variables de actividad laboral, las correlaciones no cambian respecto al escenario 1. Se observa relación regular con la actividad de servicios y la actividad industrial (0.323 y 0.306), y relación regular inversa con la actividad agropecuaria (-0.332). Este resultado corrobora y complementa la relación regular con el uso de energía eléctrica para actividades agropecuarias, dado que sugiere que a mayor electrificación menor cantidad de personas se dedican a la actividad agropecuaria y la relación con el uso de energía eléctrica en esta actividad es regular. Sin embargo, como las correlaciones no pasan de regulares, sugiere que además otras variables influyen para este resultado.
* Con la variable combustible que los hogares utilizan para cocinar, registra relación regular con los que utilizan Gas por garrafa (0.340), con las otras la correlación es baja o no significativa.
* Respecto a la tenencia de televisor e internet, la correlación es regular (0.335 y 0.366), al igual que en el escenario 1.
* En referencia al porcentaje de ruralidad del municipio, se observa relación regular e inversa (-0.302).
* Con las variables de salud presenta la misma relación que en el escenario 1, se relaciona de manera regular con el parto institucional (0.369) y regular de manera inversa con el parto en domicilio (-0.369).
* De igual forma la relación con las variables de equipamiento de las UPAs no cambia mostrando que existe una correlación buena con las UPAs con Ordeño mecánico y con las que tienen Enfriadoras de leche (0.593 y 0.471).
* Con las variables de riego presenta correlaciones significantes regulares con: Riego por pozo perforado y Tanque de agua (0.372 y 0.348). Se registra relación buena con las UPAs con Bomba de agua eléctrica (0.405).
  1. **Escenario 3: Municipios agrupados en las 41 regiones del Atlas de Potencialidades Productivas.**

Para este escenario, con el programa SPSS se agregaron las variables observadas en las 41 regiones que define el Atlas de Potencialidades Productivas, generando una nueva base de datos con variables agregadas utilizando el promedio por región, de tal manera que ya no se analizan las correlaciones de los 339 municipios sino se observará las correlaciones entre las variables elegidas de las 41 regiones establecidas por el Atlas de Potencialidades productivas. La matriz de correlación generada para este escenario se adjunta en el Anexo 5.

* + 1. **Correlación con el Índice de electrificación de los hogares del municipio (IEE)**

Se observa la relación entre el porcentaje de hogares que tienen acceso a la Energía Eléctrica en el área urbana y rural del municipio y las demás variables definidas.

* La relación con las variables de acceso a diferentes fuentes de energía muestra al igual que en los escenarios precedentes, que existen correlaciones regulares e inversas con los hogares que usan motor y aquellos que utilizan panel solar (-0.429 y -0.410), además de una relación buena inversa con los que utilizan otro tipo de energía (-0.604).

En este escenario se mantiene la correlación alta con el Índice de energía eléctrica de los hogares del área rural del municipio (0.755); relación muy buena e inversa con los que no tienen energía eléctrica (-0.685) y presenta relación regular e inversa con los hogares utilizan panel y otra energía (-0.326 y -0.415).

* Con las variables que representan el combustible que usan los hogares para cocinar, muestra correlación muy buena con los hogares que cocinan con gas por garrafa (0.755), significa que a mayor acceso a energía eléctrica es también mayor el acceso a gas por garrafa; relación muy buena e inversa con los hogares del municipio que cocinan con leña (-0.842), indicando que a menor acceso a energía eléctrica mayor uso de leña para cocinar y correlación regular con los hogares que cocinan con gas domiciliario y con los que utiliza electricidad para cocinar (0.373), a diferencia de los anteriores escenarios.

En el caso de los hogares del área rural, se observa que el Índice de electrificación del municipio registra correlación buena con los hogares rurales que cocinan con Gas por garrafa y relación buena e inversa con los que cocinan con leña (0.610 y -0.608). En este escenario se observan correlaciones regulares con los que cocinan con gas domiciliario y con energía eléctrica (0.353, 0.456).

* Se mantiene la correlación alta del Índice de Electrificación con la tenencia de un televisor en el área rural (0.768). Aumenta la correlación de regular a buena con los que tienen Computadora y los que acceden a Internet (0.556 y 0.635).
* En referencia a las actividades laborales, se observa relación buena con las actividades de servicio y otras actividades (0.688 y 0.519), aparece correlación regular con actividades industriales (0.332), se mantiene una relación buena e inversa con la actividad agropecuaria (-0.583).
* Respecto al tamaño poblacional del municipio muestra que existe buena relación inversa con el porcentaje de población rural del municipio (-0.644), es decir que a mayor índice de energía eléctrica menor población rural del municipio y viceversa y buena relación con la cantidad de población del municipio (0.542), señalando que a mayor cantidad de población mayor cobertura de energía eléctrica.
* Se observa correlación regular con las variables de educación y salud como en los anteriores escenarios, relación regular con la tasa de asistencia escolar y con el parto en establecimiento en salud (0.436 y 0.327) y correlación regular inversa con el parto a domicilio (-0.324), significa que a mayor índice de energía eléctrica, menor es el número de partos a domicilio y viceversa.
* Con el equipamiento de las UPAs se observa un incremento en la correlación con Fumigadoras (manual y mecánico), relación inversa con Motocultores, Ordeño mecánico, y Enfriadores de leche, siendo la relación regular (0.422, -0.312, 0.484 y 0.360). Existe también relación regular con UPAs que utilizan riego por Pozo perforado (0.401), Represa (0.304), con UPAs con instalaciones de electricidad y con las que tienen Bombas de agua eléctricas la relación sube a buena (0.557 y 0.597), con Motores eléctricos la relación es regular e inversa (-0.349).
* En este escenario aparece una correlación regular inversa con la asistencia en Maquinaria (-0.479), la cual indica que existe mayor asistencia en maquinarias cuando la cobertura eléctrica es menor.
* La relación del Índice de Electrificación del municipio con las UPAs que utilizan Energía eléctrica en actividades agropecuarias es regular (0.451), mientras que esta relación es regular y negativa con las UPAs que no utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias (-0.456).
* Se evidencia, en este escenario, correlación buena con el número de Microempresas, PYMEs y Grandes empresas (0.512, 0.544 y 0.463) señalando que una mayor cobertura eléctrica influye en la creación de empresas.
  + 1. **Correlación respecto al Índice de Electrificación Rural (IR\_EE)**

Las correlaciones con el porcentaje de hogares que habitan en áreas rurales con energía eléctrica se ratifican en este escenario.

* Se observa correlaciones buenas e inversas con los hogares del municipio que no tienen energía eléctrica, los que utilizan motor y los que utilizan otro tipo de energía (-0.512, -0.624 y -0.694); correlación regular con el total de la población del municipio y con la población rural (0.399 y 0.343).
* La relación entre las variables de fuentes de energía de los hogares del área rural con el Índice de Electrificación Rural muestran resultados similares, se advierte muy buena correlación inversa con los hogares del área rural del municipio que no tienen energía eléctrica y con los hogares que utilizan otro tipo de energía (-0.741 y -0.701), relación buena inversa con los que utilizan motor (-0.632) y correlación regular con los hogares que utilizan Panel solar (-0.424).
* En relación al combustible para cocinar de los hogares de todo el municipio, las correlaciones incrementan en este escenario; se observa relación regular para Gas por garrafa, gas domiciliario y cocina eléctrica (0.394, 0.495 y 0.300), en tanto que existe correlación buena e inversa para Leña (-0.555). De forma similar la variable combustible para cocinar del área rural presenta correlación muy buena con los hogares que utilizan Gas por garrafa (0.705), muy buena e inversa con los hogares del área rural que utilizan para cocinar Leña (-0.752). Además en este escenario se observa relación regular para el uso de gas domiciliario y cocina eléctrica (0.427, 0.463).
* Se mantiene una correlación muy buena con la tenencia de televisor en el área rural (0.742) e incrementa a buena la relación con la tenencia de Computadora e Internet (0.584 y 0.505).
* También se observa una correlación regular con el tamaño de la población (0.386). Así como también con la Tasa de asistencia escolar (0.407).
* Se advierte correlaciones significativas con menos variables de equipamiento de las UPAs, se registra una correlación buena con las UPAs que tienen riego (0.525), relación regular inversa con las UPAs que tiene Pozo artesanal y Motores eléctricos (-0.407 y -0.567) señalando que este equipamiento se utilizan con mayor frecuencia cuando no hay energía eléctrica. Existe muy buena relación con las instalaciones eléctricas de las UPAs (0.708) y regular correlación con las que utilizan Bomba de agua eléctrica.
* En este escenario, se observa correlación regular con las Asistencia en Insumos (0.346) y correlación regular inversa con la Asistencia en Herramientas (-0.429), resultados que sugieren que cuando hay mayor electrificación se da mayor asistencia en insumos y menor asistencia en herramientas.
* Se advierte baja relación del Índice de Electrificación Rural con las UPAs que utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias (0.281). Resultado que indica que el acceso a electricidad no es el único factor que influye en el uso de energía eléctrica en actividades agropecuarias, también se tendría que estudiar, por ejemplo, la calidad de la energía eléctrica disponible como la intensidad y el número de horas de acceso al día.
* Se observa correlaciones regulares con el número de Microempresas, PYMEs y Grandes empresas (0.365, 0.401 y 0.355), denotando la importancia de la cobertura eléctrica en el área rural para la creación de empresas. Se observa correlación buena e inversa con la temperatura y la precipitación (-0.5 y -0.501) y correlación regular con la Altitud promedio en que se encuentra la región (0.475), resultados que muestran que las regiones de menor Altitud con mayor temperatura y mayor precipitación son las de menor cobertura eléctrica rural.
* Las correlaciones buenas e inversas con la Superficie de las tres principales actividades productivas (-0.533, -0.519 y -0.471), manifiestan quea mayor Índice de electrificación rural menor es la superficie para actividades productivas.
  + 1. **Correlación con el Uso de Energía Eléctrica para actividades Agropecuarias y las UPAs que No usan Energía Eléctrica para actividades Agropecuarias**

Por ser estas variables complementarias, es decir que las correlaciones serán similares pero con distinto signo, se analizará el Uso de energía eléctrica en actividades agropecuarias y solo si el caso amerita se interpretará par los que no lo hacen.

* Como en anteriores escenarios presenta correlación regular con el Índice de electrificación del municipio (0.451) y tiene relación regular e inversa con los hogares que no tienen energía eléctrica (-0.446). Se advierte baja correlación con la cobertura de energía eléctrica en el área rural (0.281) y relación regular e inversa con los hogares del área rural que no tienen energía eléctrica (-0.324).
* En este escenario de regiones del Atlas de potencialidades productivas, se observa que la relación con el combustible utilizado para cocinar presenta relación regular con los hogares que utilizan Gas por garrafa y los que no cocinan (0.519 y 0.456), relación buena e inversa con los que cocinan a leña (-0.493), Respecto a los hogares del área rural también se observa una correlación regular con los que cocinan con Gas por garrafa y los que no cocinan (0.380 y 0.381).
* Respecto al acceso a internet en área rural se advierte una correlación alta (0.750) con el uso de energía eléctrica en actividades agropecuarias, en tanto que la correlación con la tenencia de computadora es regular (0.350), ésta información muestra que no es necesario la tenencia de un computador para acceder al internet. La correlación con la tenencia de televisor es buena (0.582).
* En referencia a la actividad laboral, en este escenario de regiones, se advierte relación buena con la actividad de servicios y otras actividades (0.552 y 0.533), relación regular con actividades en la industria (0.399) y relación buen inversa con la actividad agropecuaria (-0.568).
* Presenta buena relación con el tamaño de la población promedio de la región (0.623) y buena relación inversa con el porcentaje promedio de ruralidad de la región (-0.541). Estos datos indican que a menor cantidad de población de la región, mayor es el porcentaje de ruralidad y menor es el uso de energía eléctrica en actividades agropecuarias.
* Se observa una relación buena con la variable parto institucional (0.570) y buena e inversa con el parto en domicilio (-0.569), para la interpretación no se puede afirmar que existe una relación directa entre el uso de energía eléctrica en actividades agropecuarias y estas variables de salud, sino que se debe observar que ambas tienen relación con la cobertura de energía eléctrica en los hogares de la región.
* La relación de las UPAs que utilizan energía eléctrica con las variables de equipamiento de las UPAs en este escenario de regiones, muestra que existe una correlación regular con UPAs que cuentan con Cosechadoras, Enfardadoras, Fumigadoras, Ordeñadoras y Enfriadores de leche (0.439, 0.436, 0.350, 0.422 y 0.435), correlación buena con las UPAs con Ordeño mecánico (0.543).
* En referencia a las variables de riego presenta correlación regular con Riego por goteo (0.300) y correlación buena con Pozo perforado y Tanque de agua (0.582 y 0.640). Se registra relación buena con las UPAs con Bomba de agua eléctrica (0.544) y relación regular con las que tienen Cerca eléctrica (0.342).
* En este escenario se advierte que existe relación regular entre las UPAs que utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias y la Asistencia técnica (0.393). Así como también existe relación buena con el número de Microempresas, MYPEs y Grandes empresas (0.490, 0.647 y 0.668).
* Presenta relación regular con la Temperatura promedio de la región (0.380) y regular inversa con la Altitud promedio (-0.381) que implica que las UPAs de las regiones que están a menor Altitud y tienen mayor temperatura, son las que más energía eléctrica emplean en actividades agropecuarias.
  1. **Municipios agrupados en 6 zonas mediante el método multivariante Clúster Jerárquico.**

Este método de clasificación estadística permite formar grupos homogéneos a partir de variables de interés, en este caso el objetivo es conformar grupos de municipios con características semejantes respecto al índice de electrificación, a su condición de ruralidad y tamaño de población.

Considerando estas tres variables se ha procedido a ejecutar un clúster jerárquico que utilice la distancia euclídea y el método de Ward (Mínima varianza) para la conformación de seis grupos homogéneos.

Como resultado de este procedimiento se han obtenido seis grupos homogéneos, la lista de los municipios que corresponden a cada grupo se detalla en el Anexo 6. Las características de cada grupo son las siguientes:

**Grupos conformados según características relacionadas a la cobertura de energía eléctrica y elementos climáticos**



**Grupos conformados según características socioeconómicas**



**Grupo 1:** Los municipios de este grupo se caracterizan por tener un porcentaje de alto cobertura de energía eléctrica (88.29%), su porcentaje de población rural es reducida (12.6%), sin embargo solo la mitad de esta población cuenta con energía eléctrica (54.95%), sin embargo es el grupo en el que mayor porcentaje de UPAs utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias (18.8%). Son municipios que están a una altura promedio de 1858 msnm, con temperatura relativamente alta al igual que su precipitación. Las características socioeconómicas de este grupo muestran que son los municipios de mayor desarrollo económico, tienen el menor porcentaje de población dedicada a la actividad agropecuaria y los de mayor atención de partos institucionales.

**Grupo 2:** Está conformado por municipios que a pesar de ser casi completamente rurales (96.7%), tienen alta cobertura de energía eléctrica tanto en el área urbana como rural de todo el municipio. Son municipios que se encuentran a mayor altura, con un clima seco y frío. Se observa que existen Microempresas y también PYMEs, sin embargo la mayoría de la población se dedica a la actividad agropecuaria (60.8%). El acceso a establecimientos de salud parece limitado ya que el 57.7% de los partos se atiende en Domicilio.

**Grupo 3:** En este grupo se encuentran los municipios con menor cobertura de energía eléctrica tanto el área urbana como rural (26%) en promedio, son municipios completamente rurales (99.9%), se encuentran a menor altura snm que el Grupo 2 y con temperatura y precipitación un poco más elevada. Tienen muy pocas Microempresas y PYMEs, en consecuencia la mayor parte de su población se dedica a la actividad agropecuaria (66.5%). La atención de partos en Domicilio es bastante elevado (61.5%).

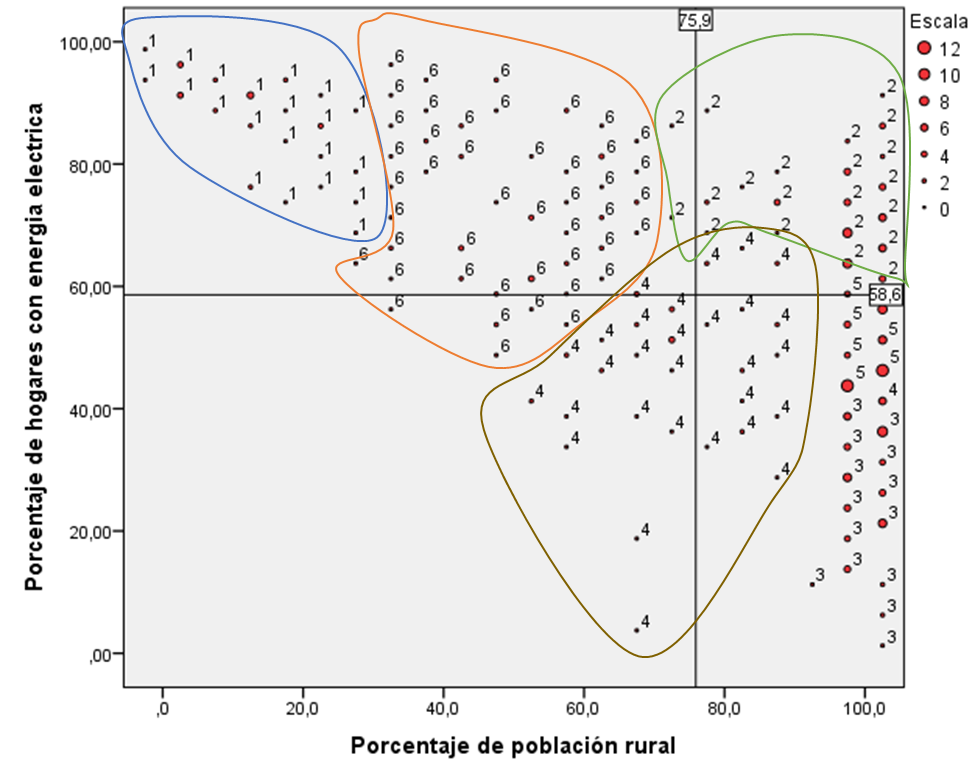
**Grupo 4:** Conformado por municipios que tienen cobertura de energía eléctrica cercana al 50% tanto en el área urbana como en el área rural del municipio, tienen un porcentaje promedio de población rural de 73%, el porcentaje de UPAs que utilizan energía eléctrica es mínimo (6.6%) y son municipio que se encuentra a baja altitud sobre el nivel del mar, con un clima caluroso y bastante húmedo. Tienen un número considerable de Microempresas, alrededor de la mitad de la población se dedica a actividades agropecuarias y un porcentaje significativo a otro tipo de actividades (19.9%), la mayoría de los partos son atendidos en establecimientos de salud.

**Grupo 5:** Los municipios de este grupo son completamente rurales (100%), sólo la mitad de la población accede a energía eléctrica, el 8.4% de las UPAs utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias. Estos municipios se encuentran a elevada altura sobre el nivel del mar con clima seco y frío. Es el grupo con menor número de empresas, la mayoría de su población se dedica a actividades agropecuarias (64.3%), la mayoría de los partos son atendidos en domicilio.

**Grupo 6:** Está conformado por municipios que tienen buena cobertura de energía eléctrica (72.75%), la mitad de su población está en área rural y solo el 50% tiene energía eléctrica, el 10.8% de las UPAs utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias, son municipios que no se encuentran a gran altura. La cantidad de empresas es bastante considerable, solo el 41% de su población se dedica a actividades agropecuarias, el 28.8% se dedica a otras actividades, el 15% a actividades de industria y la mayoría de los partos son atendidos en establecimientos de salud.

El siguiente gráfico ilustra la conformación de los grupos

**Ubicación de los grupos según el porcentaje de cobertura eléctrica y el porcentaje de población rural**



Los grupos 1 y 6 son los que tienen mejor cobertura de energía eléctrica y mejores condiciones socioeconómicas. El grupo 2 si bien tiene un alto índice de electrificación su población es bastante rural y bajos índices socioeconómicos. Los grupos 3, 4, 5, son los que tienen menor cobertura de energía eléctrica y mayor población rural, el grupo 4 tiene mejores condiciones socioeconómicas que el grupo 3 y 5, el de índices socioeconómicos más bajos es el grupo 3.

1. **CONCLUSIONES**

Las correlaciones significativas en dos o más escenarios se registrarán como conclusiones del estudio. En algunos casos serán corroborados por gráficos adjuntos en el documento.

* 1. Se observa correlaciones significativas inversas entre el índice de electrificación y el uso de otro tipo de energía, es decir, que a mayor índice de electrificación menor es el uso de otro tipo de energía tal como panel solar, motor, etc. Respecto al combustible que se utiliza para cocinar, el índice de electrificación tiene alta correlación con el uso de gas en garrafa. La relación es entre regular a baja con el uso de energía eléctrica para cocinar. Mientras que se observa que a mayor electrificación del municipio menor es el uso de leña, guano y otro tipo de combustible para cocinar.
  2. El tamaño del municipio en términos de población y el porcentaje de ruralidad del municipio están altamente relacionados con el porcentaje de cobertura de energía eléctrica; los municipios menos poblados y más rurales tienen menor índice de electrificación como se observa en el gráfico del Anexo 7.
  3. El índice de electrificación se correlaciona en forma inversa con la actividad agropecuaria, se observa que a mayor porcentaje de electrificación menor es el porcentaje de población dedicada a la actividad agropecuaria e incrementa la población dedicada a servicios, a actividades de industria y otro tipo de actividades laborales. Es decir que una mayor cobertura de energía eléctrica promueve mayor diversificación de actividades laborales, esta correlación se observa tanto en las matrices de correlación como en los grupos formados por el método clúster.
  4. La correlación regular del índice de electrificación respecto al porcentaje de UPAs que utilizan energía eléctrica en actividades agropecuarias, sugiere que existen otros factores que inciden en el uso de energía eléctrica en ésta actividad productiva. Es decir que, podrían influir tanto variables relacionadas con el acceso a energía eléctrica como la calidad de la energía eléctrica en términos de intensidad y horas disponibles, o que un mayor índice de electrificación origina mayor población dedicada a actividades diferentes a la agropecuaria, que también pueden considerarse como productivas; así como también podría tratarse de otros factores no relacionados al acceso a la electricidad, por ejemplo: acceso a caminos que les permita sacar o llevar productos, identificación de mercados, insuficiente información sobre usos productivos de la electricidad, falta de recursos humanos capacitado, acceso a crédito/financiamiento y otros que deberían ser investigados posteriormente.
  5. Las UPAs de municipios con alto índice de electrificación accede a equipamiento como ordeñadores mecánicos, enfriadores de leche, bomba de agua eléctrica, cerca eléctrica, cosechadoras y enfardadoras.
  6. Se observa que un mayor índice de electrificación está relacionado con un mayor número de microempresas, PYMEs y grandes empresas.
  7. El porcentaje de partos atendidos en establecimientos de salud está más relacionado al porcentaje de ruralidad del municipio que al índice de electrificación, sin embargo existe una correlación alta entre el porcentaje de ruralidad de un municipio y el índice de electrificación.
  8. Los grupos formados mediante el método multivariante cluster corroboran todas las relaciones encontradas en las matrices de correlación de los 3 escenarios estudiados, por tanto estos grupos encontrados pueden resumir los tipos de municipios que existen en relación a la cobertura de electrificación, el porcentaje de ruralidad y las características geográficas del país.

1. **RECOMENDACIONES**
   1. Considerando que los grupos formados por el clúster resumen las correlaciones encontradas, se recomienda que para cada grupo, de acuerdo a sus características, se diseñe alternativas para mejorar el acceso a electricidad en cobertura y calidad del servicio.
   2. Realizar una línea base antes de iniciar el proyecto, investigando las razones por las que teniendo acceso a energía eléctrica, no la utilicen en actividades productivas.
   3. Tomar en cuenta que las características registradas para cada grupo del clúster, son promedios de cada variable, por tanto varía para cada municipio dentro de un clúster.
   4. Se observa que los municipios de mayor ruralidad corresponden a pueblos originarios que tienen hábitos y costumbres propias que se deben tomar en cuenta en el diseño de proyectos de electrificación rural.

1. Se adopta la definición de Urbano/ Rural del Instituto Nacional de Estadística –INE, por ser la principal fuente de información. El área urbana está compuesta por localidades de 2000 y más habitantes. El área rural incluye localidades de menos de 2000 habitantes. [↑](#footnote-ref-1)
2. Se denomina hogares rurales a aquellos que se encuentran en localidades de menos de 2000 habitantes, de acuerdo a definición del INE. [↑](#footnote-ref-2)