

CAMBIO CLIMÁTICO Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL COMO GENERADORES DE CRISIS ALIMENTARIA EN LA AMÉRICA ANDINA: UN ANÁLISIS EMPÍRICO PARA ECUADOR

Michelle Palacios-Estrada*, Priscilla Massa-Sánchez**, Valentín-Alejandro Martínez-Fernández***

* Titulación de Economía, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.

**Departamento de Economía, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.

***Departamento de Análisis Económico y Administración de Empresas. Universidad de A Coruña. Proyecto Prometeo de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Ecuador.

ABSTRACT

From the perspective of food sovereignty, this investigation has as main objective to investigate the relationship between population growth and agriculture lands of Ecuador (1970 – 2013). These elements combined with climate change and environmental pollution show that we are moving into a food crisis. This investigation has been done using MCO, VAR and GRANGER's econometric model. Data sources are World Bank (2015) and Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). The results demonstrate an inverse and long term relation between arable lands and total population. Furthermore, there is a significant effect of CO2 emissions, temperature and precipitation on agricultural lands availability.

KEYWORDS: food sovereignty, farmlands, population growth, climate change, Ecuador.

MSC: 91B76

RESUMEN

Desde la perspectiva de la soberanía alimentaria, el objeto de la presente investigación consiste en examinar de manera empírica la relación existente entre el crecimiento poblacional y las tierras cultivables en Ecuador, durante el periodo 1970 - 2013. Estas variables, combinadas con el cambio climático y la contaminación ambiental, evidencian la proximidad en el tiempo de una crisis alimentaria. El estudio se ha llevado a cabo con metodologías econométricas tales como mínimos cuadrados ordinarios, vectores autorregresivos y causalidad de Granger; los datos se obtuvieron de la base del Banco Mundial (2015) y del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Los resultados permiten observar la relación existente entre las variables objeto de estudio evidencian una relación inversa y de largo plazo entre las tierras cultivables y la población total. Además, se observa también un efecto significativo de las emisiones de CO2, temperatura y precipitación sobre la disponibilidad de las tierras de cultivo.

KEYWORDS: food sovereignty, farmlands, population growth, climate change, Ecuador.

1. INTRODUCCIÓN

Con la nueva Constitución Política del Ecuador, desde el 2008 se adopta el concepto de Soberanía Alimentaria, siendo uno de los primeros países en incorporarlo como política de Estado.

La Soberanía Alimentaria es “un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente” (Constitución Política, 2008). Es este un objetivo primordial, ante un contexto de crisis mundial de alimentos donde Ecuador, con su actual modelo de producción, presenta un desequilibrio entre producción alimentaria y crecimiento demográfico.

Desde 1970 la tasa de crecimiento poblacional ha disminuido. Sin embargo, la población absoluta continua incrementándose contrariamente a las hectáreas de tierras utilizadas para los cultivos que, a su vez, han decrecido en el mismo periodo de tiempo (Banco Mundial, 2015). En unos años, previsiblemente se acentuará el problema inherente al crecimiento demográfico, al ser éste mucho más acelerado que la producción destinada al consumo interno y en relación a unas tierras cultivables finitas; ello se manifestará en la capacidad nacional requerida para satisfacer la demanda interna, y abocará a una situación de hambruna en el país. Todos estos aspectos se relacionan con la escasez de alimentos y ponen en riesgo la Soberanía Alimentaria de los ecuatorianos.

A medida que la población continúe con una tendencia creciente, la tierra que una vez fue utilizada para la agricultura se convierte en zonas empleadas para construir viviendas (Wright, s.f); por otro lado, la presión de un aumento poblacional se verá reflejada en el incremento del uso de agro-químicos, para mejorar la productividad de los cultivos, lo cual debilita aún más la tierra y genera una contaminación excesiva e inasumible en el marco de la calidad de vida. La situación del medio ambiente en el Ecuador evidencia una

sobreexplotación de sus recursos y una eminente degradación ambiental, explicada ante un progresivo crecimiento económico.

Por su parte, las consecuencias del cambio climático se revelan en los sistemas productivos de todo tipo, de los cuales es el sector agrícola el más afectado. No obstante, supone uno de los sectores donde se concentra la economía del país, y por ende su producción es a gran escala, contribuyendo a la generación de gases de efecto invernadero (GEI), causantes del cambio climático (Muñoz, 2008). La contaminación ambiental y el cambio climático son factores determinantes en la cantidad de tierras utilizadas para la producción agrícola, toda vez que su influencia es directa.

De acuerdo a lo mencionado, surge la necesidad de identificar las implicaciones que factores externos como el cambio climático (temperatura y precipitación) y la contaminación ambiental (emisiones de CO₂) tienen en la reducción de las tierras cultivables; de ahí que el objetivo principal de investigación se centre en examinar de manera empírica la relación existente entre el crecimiento poblacional y la disponibilidad de tierras cultivables, como medio para contrastar la hipótesis propuesta: la soberanía alimentaria se ve afectada por el crecimiento demográfico, a fin de dar a conocer las falencias del actual modelo de producción nacional y poder hacer frente a los problemas económicos, sociales y ambientales para garantizar la soberanía alimentaria de los ecuatorianos. Los resultados de la investigación indican que el crecimiento demográfico tiene una relación inversa con la disponibilidad de tierras cultivables, siendo esta relación estadísticamente significativa, con un comportamiento unidireccional; es decir, los resultados de la población total sirven para predecir los resultados de las tierras cultivables. Las variables presentan una relación de largo plazo. La temperatura, precipitación y emisiones de CO₂ también son variables significativas dentro del modelo. Se concluye que el crecimiento poblacional determina el número de tierras cultivables y que el cambio climático y la contaminación ambiental son, a su vez, variables que influyen en la disponibilidad de las mismas.

El artículo se ha estructurado en cuatro partes: en la primera, mediante la pertinente revisión de la literatura, se establece el marco teórico general y en el cual se analizan todas aquellas teorías y conceptos esenciales sustentadores de la investigación; en la segunda, se analizan estadísticamente las variables objeto de estudio; en la tercera, dada la evidencia empírica, se detalla la metodología empleada a fin de discutir y analizar los resultados; finalmente, se presentan las conclusiones.

2. MARCO GENERAL

La Soberanía Alimentaria es un concepto establecido a partir de la definición de seguridad alimentaria. La producción sostenida de alimentos y el acceso a los mismos por la población, mediante políticas públicas orientadas a la erradicación del hambre, son ejes fundamentales del concepto de Soberanía Alimentaria. Por otro lado, el crecimiento demográfico, como limitante de la producción, es un tema relevante que pone en riesgo el acceso de las personas a los alimentos diarios. El cambio climático resulta ser un factor determinante dentro de la producción de alimentos, pues se necesitan esfuerzos que promuevan la adaptación del sector agrícola para evitar las consecuencias que esto conlleva.

2.1 Soberanía Alimentaria.

El concepto de Soberanía Alimentaria surge como un mecanismo de defensa del campesinado frente a los impactos que sobre los productores, la calidad de los alimentos y el medio ambiente tienen las políticas neoliberales aplicadas a la alimentación y agricultura; las cuales han afectado a la población, en especial a indígenas, campesinos y agricultores con la acentuación de los problemas de hambre y pobreza. El concepto fue planteado por la organización La Vía Campesina (1996) y expuesto públicamente, en el año 1996, en la primera Cumbre Mundial sobre la Alimentación de Roma; así, se entendió que “La Soberanía Alimentaria es el derecho de los pueblos a producir, intercambiar y consumir alimentos de acuerdo a prácticas definidas por valores, saberes, creencias y rituales pertenecientes a su cultura, accediendo a alimentos sanos y nutritivos sin ningún tipo de obstáculo ni presión política, económica o militar” (La Vía Campesina 2001).

Desde su planteamiento, este concepto ha sido utilizado y adoptado por varias organizaciones del mundo y a lo largo de los años ha ido modificándose ligeramente sin perder sus ejes básicos. Las prioridades que abarca la Soberanía Alimentaria son amplias, de manera que se consiga, a través de ella, la producción de alimentos de manera sostenible. En 2002 el Foro de ONG/OSC para la Soberanía Alimentaria la conceptualiza como: “El derecho de los pueblos, comunidades y países a definir sus propias políticas agrícolas, laborales, pesqueras, alimentarias y de tierra de forma que sean ecológica, social, económica y culturalmente apropiadas a sus circunstancias únicas. Esto incluye el verdadero derecho a la alimentación y a la producción de alimentos, lo cual significa que todos los pueblos tienen derecho a una alimentación inocua, nutritiva y culturalmente apropiada, y a los recursos para la producción de alimentos y a la capacidad para mantenerse a sí mismos y a sus sociedades” (Vía Campesina, 2002).

Los ejes básicos de la Soberanía Alimentaria son cinco: 1) acceso a los recursos de manera sostenible; 2) priorizar la producción agrícola local; 3) protección frente al comercio internacional; 4) consumo alimentario y derecho a la alimentación por parte de toda la población; y, 5) políticas agrarias (La Vía Campesina, 2002). El concepto de Soberanía Alimentaria parte de la definición de Seguridad Alimentaria; sin embargo, esta segunda solamente hace referencia al acceso de la población a los alimentos suficientes cada día, sin tomar en cuenta su procedencia o su forma de producción; mientras que la Soberanía Alimentaria va más allá, al fomentar la producción local para el consumo interno, a través de normativas o leyes que promueven la lucha contra el hambre y la pobreza.

2.1.1. Soberanía Alimentaria en América Latina.

La Soberanía Alimentaria de los países en desarrollo ha sido destrozada por las empresas transnacionales. Al controlar éstas el mercado de los alimentos, donde ostentan la posición de dominio, ejercen su poder para imponer precios bajos y, consiguientemente, obligar a los campesinos a competir con esos precios, de modo que se produce un efecto de drástica reducción y casi eliminación de las ganancias de los pequeños productores, lo que los condena a vivir en la pobreza (Sinchi, 2012). En este contexto, las economías de Latinoamérica decidieron romper esta perniciosa cadena con medidas dirigidas a incentivar y dinamizar la producción local de alimentos mediante una serie de leyes y normativas orientadas a proteger los propios intereses de los campesinos, con la finalidad de generar un aumento de la producción y, asimismo, de la productividad del sector agrícola.

Latinoamérica y el Caribe son ya líderes en Soberanía Alimentaria. Fueron las primeras regiones comprometidas con la erradicación del hambre y han alcanzado este objetivo a través de políticas y programas de soberanía alimentaria, en virtud de los cuales redujeron a la mitad el porcentaje de personas que sufre de hambre desde 1990. Países como Ecuador, Bolivia, Nepal, Malí, Nicaragua o Venezuela han incorporado este concepto dentro de su marco normativo, siendo los primeros en adoptar medidas que promueven la producción sostenida de alimentos para disminuir o evitar las hambrunas (FAO, 2014).

Los países latinoamericanos se caracterizan por ser agro-productores, es por ello que sus leyes se basan en el abastecimiento interno de alimentos frente a las exportaciones, a pesar de que el comercio exterior alimentario ofrece muchas ventajas.

La región fue la primera en comprometerse con la Iniciativa “América Latina y el Caribe Sin Hambre 2025” que busca la erradicación completa de la carencia de alimentos. Dicho compromiso político se fundamenta en la convicción de que acabar con el hambre en la región es una meta posible (IALCSH, 2005). Así, la erradicación del hambre, el desarrollo rural, el uso sostenible de los recursos naturales y el cambio climático son prioridades para cumplir con el objetivo de reducir la desnutrición en todos los países de la región al año 2025.

2.1.2. Soberanía Alimentaria en Ecuador

El Ecuador, a lo largo de su historia, se caracteriza por ser un país agro-exportador; en un principio con el cacao, café y banano como principales productos con destino al mercado exterior y posteriormente con la caña, arroz, etc.

El crecimiento de la economía ecuatoriana depende de los auges, recesiones o crisis de sus sectores de exportación, es por ello que el papel que juega el sector agrícola dentro de la economía del país es altamente representativo.

Tradicionalmente el desarrollo de los sectores agroexportadores ha determinado la dinámica de la economía ecuatoriana. Desde el momento de su independencia política, el Ecuador es un país fundamentalmente agrícola (Revista El Agro, 2012). El sector agrícola del país tiene gran importancia debido a su representatividad en el PIB, pues es uno de los sectores que más aporta. Otro de los motivos se centra en el hecho de que dicho sector constituye una fuente de divisas a través de la exportación, tanto de productos tradicionales como de nuevos. Finalmente, por ser la base de la política de soberanía alimentaria promovida por la Constitución Política vigente. No obstante, una falencia significativa del sector agrario ecuatoriano es que la producción mayoritariamente está destinada a los sectores de exportación, dejando de lado la importancia de los terrenos de cultivo existentes para el consumo interno. En este sentido, se necesitan medidas para generar y promover la producción local, que incentiven a los pequeños productores y campesinos a fin de reactivar la producción de las tierras que se encuentren desaprovechadas.

En el Ecuador, la Constitución Política del 2008 recoge el término Soberanía Alimentaria siendo una de las primeras naciones en incorporar este concepto como política de Estado. El Art. 281 la considera un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. Asimismo, otros artículos reconocen que las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus

diversas identidades y tradiciones culturales, de modo que el Estado se arroga la obligación de promover la soberanía alimentaria (Constitución Política, 2008).

Por tanto, la Soberanía Alimentaria contempla políticas encaminadas a la producción autosuficiente de alimentos y al acceso de los recursos para la producción como mecanismo de redistribución, equidad e igualdad con base en cuatro áreas prioritarias: a) Derecho a la alimentación; b) Acceso a recursos productivos; c) Producción agroecológica dominante; y, d) Comercio y mercados locales.

Consecuentemente, el Estado tiene una gran responsabilidad en la construcción de la Soberanía Alimentaria mediante el impulso de la producción y la transformación agroalimentaria y pesquera; la promoción de políticas destinadas a la redistribución de tierras, agua y otros recursos productivos; así como el establecimiento de mecanismos de financiamiento preferencial, el fortalecimiento de organizaciones y redes, la generación de sistemas justos y solidarios que impidan prácticas monopolísticas y el acceso a la tierra e igualmente con todo aquello relacionado, directa o indirectamente, con la regulación y normativización del uso y acceso a la tierra bajo principios ambientales y sociales con la prohibición expresa del latifundio, la concentración de la tierra y el acaparamiento o privatización del agua y sus fuentes (MAGAP, 2014).

El Ecuador ha experimentado grandes avances con respecto a la promulgación de leyes en favor de la Soberanía Alimentaria. Ahora bien, aún queda un largo camino por recorrer, donde ha de primar la participación de todos los sectores involucrados.

2.1.3. Cambio climático y agricultura en Ecuador.

El Ecuador está considerado como un país con gran biodiversidad. Ello se debe a determinadas características climatológicas particulares, su ubicación geográfica y la presencia de la cordillera de los Andes.

Las condiciones climáticas en el Ecuador son determinadas por variables que dan lugar a marcados cambios temporales y espaciales en las regiones del país. Dos de las variables principales son la temperatura y la precipitación. En el país, al igual que en el resto del planeta, las observaciones de temperatura muestran una leve tendencia creciente, con aumentos de las variaciones interanuales e interestacionales (CEPAL, 2012).

Ecuador cuenta con grandes extensiones de selva tropical. Esta riqueza en biodiversidad ofrece una amplia gama de actividades y usos de la tierra que probablemente se verán afectados por el cambio climático, producto del deterioro ambiental causado por las diferentes actividades económicas. El país ha comenzado a experimentar los efectos climatológicos; el aumento de la variabilidad del clima; la reducción en la duración de la temporada de lluvias y las proyecciones inciertas de aumento de eventos extremos de precipitación afectan ya a la sociedad y a la economía del país (Ministerio del Ambiente, 2012).

En el caso del Ecuador, existe suficiente evidencia científica que revela las consecuencias del cambio climático en los sistemas productivos de todo tipo, la salud humana, la infraestructura sanitaria, la disponibilidad de los recursos hídricos y los recursos naturales. Estos efectos son evidentemente claros en diversos sectores y actividades productivas; pero existe una mayor afectación en el sector agrícola. No obstante, siendo dicho sector el más perjudicado, cabe identificarlo como uno de los que contribuye activamente a la generación de gases de efecto invernadero (GEI), a su vez causantes del cambio climático (Muñoz, 2008). Ello, consecuencia de que el crecimiento productivo del Ecuador se ha basado en la ampliación de la frontera agrícola, lo que lo convierte en un generador importante de GEI, y lo hace aún más vulnerable a los impactos del cambio climático.

Las zonas de alta producción agrícola se encuentran precisamente en lugares expuestos a inundaciones, sequías, cambios en la intensidad y orientación de los vientos, lo cual provoca una interrupción de los ciclos de producción. A todo ello se suma el desconocimiento de los agricultores sobre las causas, los efectos y las medidas de adaptación frente al cambio climático, lo que los deja en un estado de mayor indefensión frente a este fenómeno (Muñoz, 2008). Este hecho pone en riesgo la productividad del sector, ante un continuo incremento poblacional donde se necesitan medidas de adaptación para asegurar la producción óptima de alimentos que satisfaga a toda la población. El cambio climático afectaría a la soberanía alimentaria de los habitantes al ejercer daños directos sobre la tierra, los cultivos y su productividad.

El gobierno ecuatoriano declaró como Política de Estado la adaptación y mitigación del cambio climático. Al respecto, trabaja e impulsa iniciativas para reducir la vulnerabilidad del país frente a sus impactos, y minorar las emisiones en los sectores productivos y sociales. De este modo, el sector agrícola constituye un frente de actuación dentro de las estrategias de adaptación al cambio climático. El desarrollo de capacidades nacionales y la evaluación de los flujos de inversión son herramientas clave para la planificación nacional y la gestión del cambio climático. (Ministerio del Ambiente, 2012).

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES

Las variables analizadas en el presente epígrafe son aquellas extraídas del Marco General, las cuales servirán para la puesta en marcha de la metodología. Dichas variables son: a) tierras cultivables; b) población total; c) emisiones de CO₂; y, d) temperatura y precipitación. Se realiza un análisis evolutivo e histórico en el periodo

1970–2013 para observar los cambios y la tendencia que cada una de ellas ha presentado en dicho periodo de tiempo; se delimita este período de tiempo, pues es el que ofrece datos consolidados y permite generar una base sólida y robusta.

3.1. Tierras cultivables (hectáreas)

La tierra cultivable incluye aquellos terrenos definidos por la FAO como afectados a cultivos temporales, los prados temporales para segar o para pasto, las tierras cultivadas como huertos comerciales o domésticos, y las tierras temporalmente en barbecho. Se excluyen las tierras abandonadas a causa del cultivo migratorio. (Banco Mundial, 2015)

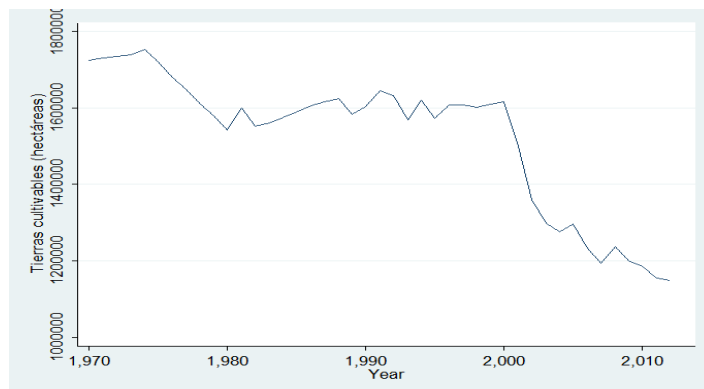


Figura 1. Evolución de las Tierras cultivables (hectáreas)
Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

En la figura 1 puede observarse la evolución de las hectáreas de tierras cultivables en el periodo objeto de estudio. La reducción del número de tierras favorable para el cultivo es significativa, con una clara tendencia negativa en el periodo analizado. A partir de 1972, con el auge del sector petrolero y varias modificaciones demográficas, económicas y políticas el sector agrícola comienza a decaer y paulatinamente pierde importancia de manera significativa y destacan factores relevantes como: la migración, al concentrarse la producción en la zona urbana y la movilización de la población rural; los procesos de industrialización; las modificaciones en la reforma agraria. Los principales productores de los alimentos básicos son los campesinos, por ende el acceso que cada uno de ellos tiene a tierras más fértiles tiende a disminuir debido a las condiciones de uso y distribución de la tierra, así como a la pobreza rural, entre otros factores determinantes de la cantidad de tierras útiles para el cultivo.

3.2. Población Total

La variable población total se refiere a las personas que viven en zonas tanto rurales como urbanas, según la definición de la Oficina Nacional de Estadísticas. Se calcula como la suma entre la población rural y la población urbana (Banco Mundial, 2015)

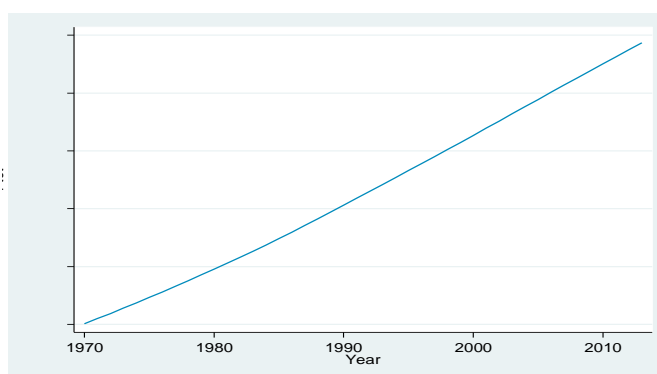


Figura 2. Evolución de la población total
Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

La figura 2 muestra la evolución de la población total en el periodo 1970-2013. Los datos muestran un claro aumento de la población ecuatoriana en términos absolutos. Si se analiza el porcentaje anual de crecimiento de la

población se observa una evidente disminución en términos marginales (Banco Mundial, 2015); es decir, a medida que pasan los años la tasa de crecimiento poblacional es cada vez menor y esto como consecuencia del ritmo de fecundidad, mortalidad y factores migratorios. Sin embargo, la población total absoluta siempre crecerá como consecuencia de la natalidad.

3.3. Emisiones de CO₂ (kt)

Las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas. (Banco Mundial, 2015)

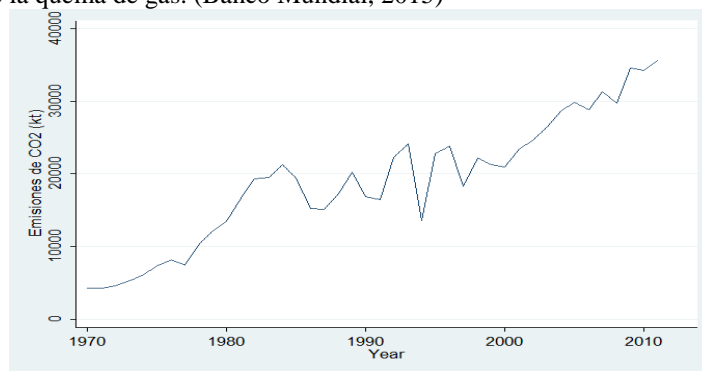


Figura 3. Evolución de las Emisiones de CO₂ (kilo-toneladas)
Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

En la figura 3 se muestra la evolución en kilo-toneladas de emisiones de CO₂ en el marco temporal analizado. La tendencia positiva se aprecia a través del aumento de las emisiones de CO₂ en este periodo, teniendo una pendiente más pronunciada desde mediados de la década de los 90. El dióxido de carbono es el principal agente generador de contaminación y cambio climático (Muñoz, 2008). El Ecuador, como país agroexportador, ha generado considerables cantidades de contaminación por CO₂, debido principalmente a su modelo económico basado, en sus comienzos, en la producción agrícola (cacao, café, banano), fuente generadora de dióxido de carbono. Desde 1972 con el *boom* petrolero y la intensificación del proceso industrial (si bien disminuyó la producción agrícola), este nuevo modelo productivo cobró relevancia para la economía del país, formando parte de los sectores contribuyentes a la contaminación ambiental. Problemas como: la contaminación de aguas, suelo, aire producen aumentos de las emisiones de dióxido de carbono. Los sectores agrícolas, petroleros, pesqueros, manufactureros, transporte, hoteles y restaurantes, actividad inmobiliaria generan altos niveles de contaminación por CO₂ relacionados a sus niveles de ingresos (Izquierdo, 2011).

3.4. Temperatura, promedio anual (°C)

La temperatura es una medida de calor o energía térmica de las partículas en una sustancia. La temperatura no depende del número de partículas en un objeto y, por lo tanto, no depende de su tamaño. Nosotros experimentamos la temperatura todos los días. Cuando hace calor o cuando tenemos fiebre. Sentimos calor y cuando está nevado sentimos frío (GeoEnciclopedia, 2015).

La figura 4 muestra la evolución de la temperatura promedio anual para el periodo 1983 – 2013. Como se puede apreciar, la curva presenta una leve tendencia creciente de la ‘temperatura media’ a nivel nacional; asimismo se evidencian alteraciones climáticas provocadas, por ejemplo, por el Fenómeno del Niño para los años 1983 y 1998. Desde que los primeros síntomas de alteración en el clima global se hicieron evidentes, en la primera Conferencia Mundial sobre el Clima se tomó conciencia de ello, donde por primera vez se consideró a nivel internacional el cambio climático como una amenaza real a nivel del planeta. Ecuador ya vive los impactos de dicho cambio. Las variaciones en la temperatura promedio anual muestran una clara tendencia positiva; pues, año tras año el promedio de temperatura del país ha ido en aumento, esto como consecuencia del cambio climático, producto de la contaminación ambiental generada principalmente por las emisiones de CO₂. Los efectos que el aumento de la temperatura promedio anual han tenido, se han visto reflejados principalmente en los sistemas productivos de todo tipo, donde la agricultura es uno de los sectores más afectados, ya que su producción en gran medida depende de los climas y sus cambios (Muñoz, 2008).

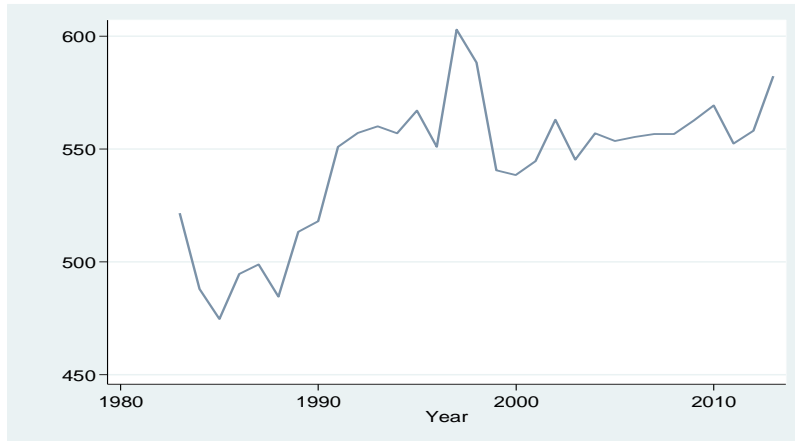


Figura 4. Evolución de la temperatura promedio anual (Grados centígrados)
Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

3.5. Precipitación, promedio anual (mm)

Se entiende por precipitación a la caída de partículas líquidas o sólidas de agua. Es cualquier tipo de agua que cae sobre la superficie de la tierra. Las diferentes formas de precipitación incluyen lloviznas, lluvia, nieve, granizo, agua nieve, y lluvia congelada. (GeoEnciclopedia, 2015)

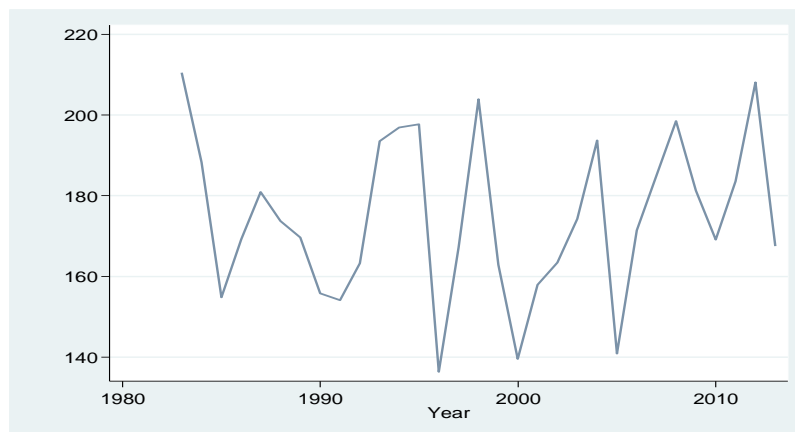


Figura 5. Evolución de la precipitación promedio anual (milímetros)
Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

La figura 5 muestra la evolución de la precipitación promedio anual medida en milímetros cúbicos, periodo 1983 – 2013. La precipitación muestra una tendencia cíclica, con picos o muy altos o muy bajos; los picos más bajos se observan en los años 1996, 2000 y 2006, mientras que los más altos se ven en los años 1983, 1998 y 2012. A tenor de estos datos, puede interpretarse la existencia de una disminución en los ciclos de lluvia, toda vez que en el año 1983 las precipitaciones promedio sobrepasaban los 250mm y para el 2013 el promedio de precipitación se encuentra por debajo de este número aproximándose a 170mm. La presencia del cambio climático es una explicación frente a estos fenómenos, en donde existe un aumento de la temperatura y una disminución en los ciclos de precipitación (lloviznas, lluvia, nieve, granizo, agua nieve, y lluvia congelada). Las lluvias son esenciales para los procesos de producción agrícola, dado que la escasa o muy basta presencia ellas trae consecuencias en los suelos utilizados para el cultivo y en los productos cultivados.

4. EVIDENCIA EMPIRICA, MODELACIÓN ECONOMETRICA Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Evidencia empírica

Un relevante estudio realizado por Ortega & Rivera (2010) determina que las tierras de cultivo constituye una de las variables aproximada para el estudio de la Soberanía Alimentaria. Con base en una serie de metodologías se genera un panel de indicadores cualificados. La superficie cultivada y la agrícola, cultivos permanentes, praderas y pastos permanentes, entre otros, son indicadores coherente con los principios de la Soberanía Alimentaria, conforme a cinco ejes fundamentales como son el acceso a los recursos, modelos de producción, transformación y comercialización, derecho a la alimentación y políticas agrarias.

El mundo parece dirigirse irremediamente hacia una crisis alimentaria. El crecimiento demográfico, la urbanización desmesurada, la distribución desigual de las tierras y el constante empobrecimiento de los agricultores del Tercer Mundo, han contribuido y contribuyen a reducir la producción de alimentos tradicional. En los próximos diez años, la población de los países en desarrollo aumentará en mayor proporción que los países industrializados, de ahí que cuantas más personas haya, mayores serán los efectos en la producción de alimentos. (FAO, 2015).

Según el Worldwatch (1999), en países como Nigeria, Etiopía y Pakistán la reducción de las tierras de cultivo por persona pone en peligro la soberanía alimentaria en el futuro. El crecimiento proyectado de Pakistán, de 146 millones en 2015 a 345 millones en 2050, reducirá su tierra de cultivo por persona de 0,08 hectáreas en la actualidad a 0,03 hectáreas, un área casi del tamaño de una cancha de tenis.

En la Cumbre Mundial Sobre la Alimentación (1996) se expuso que 800 millones de personas a nivel mundial, particularmente de los países en desarrollo, no disponen de alimentos suficientes para satisfacer sus necesidades nutricionales básicas. A pesar de que los suministros de alimentos han aumentado considerablemente, existen diversos factores que obstaculizan el acceso a ellos, como los ingresos familiares, las catástrofes naturales y el crecimiento demográfico que impiden satisfacer las demandas alimentarias esenciales.

La tendencia a nivel mundial muestra que la población total continúa con un crecimiento a un ritmo rápido. En 1990, la tasa de crecimiento mundial fue bastante elevada, especialmente en países africanos y latinos. La población mundial alcanzó los 7,3 mil millones a mediados del 2015, lo que implica un aumento de aproximadamente mil millones de personas en el transcurso de los últimos doce años. (United Nations, 2015). Sin embargo, las evaluaciones concernientes a la producción indican que el crecimiento de la producción alimentaria ha ido en disminución. A medida que la población mundial se incrementa, la tierra que una vez fue utilizada para la agricultura se convierte en zonas utilizadas para construir viviendas. Lo que reduce la superficie cultivable. Los expertos estiman que 0,07 hectáreas (unos dos acres) es la cantidad mínima de tierra indispensable para que una persona tenga una dieta vegetariana, pero más de 465 millones de individuos viven en países con menos tierra que esa disponible para la agricultura. (Wright, eHow, 2015)

En el caso de EE.UU, el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales (2000) señala que conforme la población creció en todo el país, se redujo el porcentaje de tierra cultivable. Entre 1982 y 1997, la cantidad de tierras para cultivos se redujo más del 10 %, como consecuencia de la cantidad de terrenos urbanizados que aumentó un 34 %.

En Latinoamérica, la población ha aumentado; sin embargo, la tasa de crecimiento de la población se ha desacelerado, El número de personas con hambre, en 2009, alcanzó los 52 millones, lo que representa un incremento del 12,8% respecto al año 2008. Los países latinoamericanos, al igual del resto del mundo, luchan para encontrar las formas para alimentar a un número mayor de personas con una cantidad limitada de tierra, agua y otros recursos naturales (SELA, 2009).

En 2012 se estimó que la población de Latinoamérica y el Caribe representaba el 9% de la población mundial total. Aunque la población sigue en aumento, la tasa de crecimiento en la región se ha reducido del 1,7% entre 1989-1999 a 1,3% entre 1999 y 2015; ahora bien, en el mismo periodo la producción agrícola ha aumentado en la región, pero las tierras dedicadas a la agricultura no han variado de forma positiva durante los últimos años (FAO, 2014).

En el Ecuador existe una fuerte tendencia por ocupar la región amazónica, como consecuencia de la creciente presión de población sobre las tierras cultivables en la sierra y en la costa. La ocupación de áreas en la Amazonía ha ocurrido en muchos casos en forma espontánea y desordenada, con la consiguiente erosión de suelos, contaminación de aguas, arrastre de sedimentos, pérdida de recursos naturales (suelo, vegetación, entre otros), etc. (Velásquez, 2010).

El mundo se enfrenta a la necesidad urgente de adaptar la agricultura al clima para garantizar alimentos para toda la población. El crecimiento de la población obliga a que la producción aumente. Sin embargo, la intensificación de la agricultura produce el fenómeno natural que ocasiona su propio colapso: el cambio climático.

En el caso de América Latina y el Caribe la evidencia, como en el resto del mundo, demuestra que los impactos del cambio climático sobre las tierras y la agricultura ya pueden observarse y existen altas probabilidades de acentuarse en el futuro.

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (2007) advierte de los múltiples impactos y/o efectos del cambio climático en América Latina. Entre ellos se citan la afectación de la disponibilidad de agua para el consumo humano, la agricultura y la generación de energía, la reducción de la productividad, la pérdida de biodiversidad e inundaciones en varias zonas costeras. Mientras tanto, ha de considerarse seriamente y con rigor

que el cambio climático amenaza con empeorar aún más la situación, ya de por sí complicada, de la seguridad y Soberanía Alimentaria en el mundo (Muñoz, 2008).

Se espera que los efectos de los cambios en el clima sobre la producción de cultivos tengan impactos de gran alcance, principalmente en los países con zonas tropicales que, por su régimen de precipitación, se clasifican entre semiáridas y húmedas. Estos impactos ya se sienten en países como Ecuador, Colombia, Perú, entre otros, donde también se espera un aumento en las precipitaciones que producirán daños en los cultivos por erosión de los suelos o, en algunos casos, por inundaciones. Las sequías y el calor excesivo, son condiciones que pueden limitar significativamente el crecimiento y rendimiento de los cultivos (LEISA, 2009).

Las sequías prolongadas, las inundaciones y el aumento de plagas son el resultado de climas extremos, de una precipitación que disminuye en unas zonas y aumenta en otras y de glaciares que retroceden por las altas temperaturas. Existen ya estudios donde se demuestra que para 2050 el cambio climático podría aumentar alarmantemente el riesgo de hambre y la desnutrición infantil hasta un 20% (1,4 millones de niños más) en Ecuador (Grupo El Comercio, 2015).

En un estudio denominado “La economía del cambio climático en el Ecuador 2012”, se evaluaron sus efectos en el sector agrícola, los cuales mostraron aquellos que las variaciones en los rendimientos, a raíz de aquel, tienen sobre el valor bruto de la producción (VBP) del sector agrícola, al tiempo de mostrar que la mayoría de los cultivos presentarían pérdidas económicas en el futuro (Cepal, 2012).

4.2. Modelación econométrica y resultados

4.2.1. Fuentes estadísticas

Para el desarrollo de la presente investigación se utiliza información secundaria obtenida de las bases de datos del Banco Mundial, tomando en consideración los indicadores de desarrollo mundial del Ecuador para el periodo 1983 – 2013. Las estadísticas climatológicas fueron obtenidas y proporcionadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) para el mismo periodo.

La Tabla 1, resume la información correspondiente a los datos y a las fuentes estadísticas. La base consta de 5 variables y los datos se encuentran expresados en niveles, con un total de 31 observaciones, las cuales permiten una mayor robustez y confiabilidad del modelo. Las variables utilizadas para la investigación son: variable dependiente; tierras cultivables; variables independientes, población total, emisiones de CO₂, temperatura y precipitación.

Tabla 1. Resumen de los datos y fuentes estadísticas.

VARIABLES				FUENTE
V. DEPENDIENTE	Unidad de Medida	Observaciones	Media	
Tierras Cultivables	Hectáreas	31	1464280	Banco Mundial
V. INDEPENDIENTE				
Población Total		31	7122695	Banco Mundial
Emisiones de CO ₂	Kilotoneladas	31	23408,61	Banco Mundial
Temperatura	C°	31	544,03	INAMHI
Precipitación	mm	31	174,62	INAMHI

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial e INAMHI.

4.2.2. Metodología

En consideración con los aspectos anteriores, el presente estudio, realiza un análisis econométrico para determinar los efectos y consecuencias de la relación entre la variable dependiente: tierras cultivables en función de sus respectivas variables independientes y variables climatológicas.

El proceso se divide en tres etapas, la primera consiste en la estimación de un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO); la segunda, se basa en la estimación de modelos vectoriales autorregresivos (VAR); y, como tercera se aborda la prueba de causalidad de Granger; las mismas que permiten observar la relación existente entre las variables dependientes, independientes y de control, de manera que se demuestre la correlación entre las variables ya sea positiva o negativamente.

La metodología es la base para ratificar la hipótesis de la investigación:

H.I. *La soberanía alimentaria está limitada por el crecimiento demográfico.*

4.2.2.1. El método de mínimos cuadrados (Estimación MCO)

El método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) emplea estimaciones de los parámetros que minimizan los errores del modelo. El análisis de la estimación trata del estudio de la dependencia de una variable (variable dependiente) respecto de una o más variables (variables explicativas) con el objetivo de predecir la media o el valor promedio poblacional en términos de los valores conocidos. Los estimadores MCO se expresan únicamente en términos de las cantidades observables y son estimadores puntuales (Gujarati & Porter, 2010). Sea el Modelo de Mínimos Cuadrados ordinarios definido como:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{3t} + \dots + \beta_k x_{kt} + U_t \quad (1)$$

Donde los parámetros β cuantifican la relación parcial de cada variable exógena X con la endógena Y.

Para encontrar el efecto de la población urbana sobre la disponibilidad de tierras cultivables, expresamos la siguiente ecuación:

$$TC_t = \beta_1 + \beta_2 Ptot + \beta_3 Temp + \beta_4 Precip + \beta_5 CO2 + U_t \quad (2)$$

Donde:

TC_t : Tierras Cultivables

$Ptot$: Población Total

$Temp$: Temperatura

$Precip$: Precipitación

$CO2_t$: Emisiones de CO2

Donde los parámetros β miden la relación parcial de cada una de las variables independientes con la variable dependiente (tierras cultivables).

4.2.2.2. Modelos Vectoriales Autorregresivos (VAR)

Es un modelo que se asemeja a los modelos de ecuaciones simultáneas formado por un sistema de ecuaciones de forma reducida sin restringir. El modelo VAR es utilizado para caracterizar las interacciones simultáneas entre un grupo de variables, cuando existe evidencia de simultaneidad entre un grupo de variables, y que sus relaciones se transmiten a lo largo de un determinado número de periodos. Cada variable endógena se explica por sus valores pasados o rezagados, y por los valores rezagados de todas las demás variables endógenas, usualmente no hay variables exógenas en el modelo. La principal motivación detrás de los modelos VAR es la dificultad en identificar variables como exógenas, como es preciso hacer para identificar un modelo de ecuaciones simultáneas. (Gujarati & Porter, 2010).

Para la correcta estimación se identifica si las variables son estacionarias; la variable Ptot no es estacionaria, por lo que es adecuada para la estimación; sin embargo, la variable TC es estacionaria, para lo cual mediante el método de primeras diferencias se corrige el problema y se obtiene una nueva variable ΔTC apta para la estimación del VAR.

Según estos parámetros tenemos las siguientes ecuaciones:

$$\Delta TC_t = \beta_0 + \sum \alpha_i Ptot_{t-1} + \sum \beta_i \Delta TC_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (3)$$

$$Ptot_t = \beta'_0 + \sum \lambda_i Ptot_{t-1} + \sum \gamma_i \Delta TC_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (4)$$

Donde:

ΔTC_t : Es la primera diferencia de las tierras cultivables en el periodo actual

ΔTC_{t-1} : Es la primera diferencia de las tierras cultivables rezagadas un periodo

$Ptot_t$: Es la Población total en el periodo actual

$Ptot_{t-1}$: Es la Población total rezagada un periodo

4.2.2.3. Prueba de Causalidad de Granger.

Consistente en comprobar si los resultados de una variable sirven para predecir a otra variable, si tiene carácter unidireccional o bidireccional. Para ello se tiene que comparar y deducir si el comportamiento actual y el pasado de una serie temporal X predice la conducta de una serie temporal Y. Si ocurre el hecho, se dice que “el resultado X” causa en el sentido de Wiener-Granger “el resultado Y”; el comportamiento es unidireccional. Si sucede lo explicado e igualmente “el resultado Y” predice “el resultado X”, el comportamiento es bidireccional, entonces “el resultado X” causa “el resultado Y”, y “el resultado Y” causa “el resultado X”. (Gujarati & Porter, 2011).

Y ↔ X

Entonces, sea el caso de las variables principales de investigación: Tierras Cultivables (TC) y Población total (Ptot) se compara y deduce si el comportamiento actual y pasado de Ptot predice la conducta de TC y viceversa. $dTC \leftrightarrow Ptot$

A este respecto, la prueba supone que toda la información necesaria para la predicción de X e Y, dTC y Ptot está contenida en las series de tiempo. La prueba de causalidad solamente se aplica después de estimar un modelo VAR.

4.3. Resultados de las estimaciones

La Tabla 3, muestra los resultados de la correlación entre las variables de estudio. Se observa una alta correlación negativa entre la Población total (Ptot) y la variable Tierras Cultivables (TC) cercana a uno e igual a -0,88. Las variables Precipitación (Precip), Temperatura (Tem) y Emisiones de CO2 están correlacionadas negativamente con las TC, los valores corresponden a -0,19 -0,41 y -0,85 respectivamente.

Tabla 1. Correlación entre las variables incluidas en el modelo econométrico

	TC	Ptot	Tem	Precip	CO2
TC	1				
Ptot	-0.8762	1			
Tem	-0.4106	0.6751	1		
Precip	-0.1942	0.0522	0.1358	1	
CO2	-0.8528	0.7821	0.4352	0.1603	1

Fuente: Banco Mundial e INAMHI

Elaboración: Propia. Mediante el programa estadístico Stata

4.3.1. Mínimos Cuadrados Ordinarios

La Tabla 5, muestra la estimación del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios, en donde se observan los efectos de la población total (Ptot), la temperatura (temp) y precipitación (precip) y las emisiones de CO2 (contaminación ambiental) en la disponibilidad de tierras cultivables. Los resultados obtenidos se observan a continuación:

Tabla 2. Resultados del modelo de regresión de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

TC	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
Ptot	-0,0743543	0,0115638	-6,43	0	-0,098124	-0,0505847
Tem	1951,571	568,2134	3,43	0,002	783,5921	3119,551
Precip	-1405,702	648,49	-2,17	0,04	-2738,692	-72,71148
CO2	-5,748695	1,935978	-2,97	0,006	-9,728155	-1,769235
_cons	1679278	256287,6	6,55	0	1152472	2206085
R-squared	0,8966					
Adj R-squared	0,8807					

Fuente: Banco Mundial e INAMHI

Elaboración: Propia. Mediante el programa estadístico Stata

Los resultados arrojados muestran que la población total (Ptot) y las tierras cultivables (TC) están negativamente correlacionadas; por tanto, a medida que aumenta la población total en una unidad, el número de tierras cultivables disminuye aproximadamente en 0,07.

La temperatura tiene una relación directa con las tierras para el cultivo, a medida que aumenta 1°C de temperatura aproximadamente, las hectáreas de tierras cultivables aumentan en 1951,57 en promedio. La t estadística es igual a 0,002, lo que revela la significancia de la variable para la predicción del modelo.

Las precipitaciones y emisiones de CO2 influyen indirecta y negativamente en el aumento de tierras de cultivo, de lo cual se deduce que si las lluvias incrementan 1 mm y las emisiones en 1 kilo tonelada aproximadamente las TC disminuyen en promedio 1405,70 y 5,75 hectáreas respectivamente. Estos efectos son estadísticamente significativos; quiere decir que las variables utilizadas sirven para la predicción del modelo.

El estadístico R2 es igual a 0,88 lo que significa que los cambios en las variables independientes (Ptot, Tem, Precip) explican de manera consistente las variaciones la variable explicada (TC).

4.3.2. Modelo Vectorial Autoregresivo (VAR)

La tabla 6 revela los resultados arrojados en la estimación VAR. La primera estimación corresponde a las primeras diferencia de las tierras cultivables. Como se aprecia, los rezagos de la dtc (primeras diferencias de las tierras cultivables) no se transmiten a lo largo del tiempo, pues su efecto no es significativo, ya que el estadístico z es mayor al 5%. Por otro lado, los rezagos de la población total si determinan el número de tierras cultivables, siendo estos efectos estadísticamente significativos, y su relación inversa; por tanto, cabe colegir que a medida que aumenta la población total del periodo t-1, del periodo anterior en una unidad, la disponibilidad de tierras cultivables disminuye en 0,0088 hectáreas.

Tabla 3. Resultados del modelo de regresión de Vectores Autorregresivos

		Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
dte	dte						
	L1.	0,063829	0,1991046	0,32	0,749	-0,3264088	0,4540667
	Ptot						
	L1.	-0,008777	0,0043281	-2,03	0,043	-0,0172602	-0,0002943
	_cons	87529,75	52120,36	1,68	0,093	-14624,28	189683,8
R-sq		0,1495		chi2	5,0988	P>chi2	0,0781
Ptot	dte						
	L1.	-0,033299	0,0177745	-1,87	0,061	-0,0681362	0,0015384
	Ptot						
	L1.	1,002596	0,0003864	2594,9	0	1,001839	1,003354
	_cons	209396,1	4652,89	45	0	200276,6	218515,6
R-sq		1		chi2	7E+06	P>chi2	0

Fuente: Banco Mundial e INAMHI

Elaboración: Propia. Mediante el programa estadístico Stata

Para la segunda estimación, los efectos de los rezagos de las primeras diferencias de las tierras cultivables y los rezagos de la población total para la variable población total no son significativos, pues las probabilidades están por encima del 5%, y la lógica lo comprueba. La relación existente entre población total y tierras cultivables es inversa y/o negativa, por consiguiente a medida que aumenta una de ellas la otra disminuye.

La Tabla 7, el Test de Cointegración es utilizado para observar si las variables se relacionan en el largo plazo. Los resultados arrojados por el test muestran que existe cointegración (relación de largo plazo) entre las variables dtc y Ptot. Esto se percibe en virtud de los valores del *trace statistic*. Cuando estos valores sobrepasan a sus valores críticos (5% critical value), se asume que existe una relación de largo plazo entre las variables estudiadas.

Tabla 4. Test de Cointegración

maximum rank	parms	LL	eigenvalue	trace statistic	5% critical value
0	6	-576,03123	-	16,4975	15,41
1	9	-567,80769	0,44423	0,0504*	3,76
2	10	-567,78247	0,0018		

Elaboración: Propia. Mediante el programa estadístico Stata

4.3.3. Causalidad de Granger

La Tabla 8, muestra la existencia de causalidad entre las variables Tierras cultivables y Población total. Mediante el método de Granger se observa si existe un comportamiento unidireccional o bidireccional. Los resultados logrados muestran que no existe un comportamiento causal bidireccional entre las variables. El comportamiento es unidireccional; es decir, el resultado de la Población Total (Ptot) causa en el sentido de Granger el resultado de las primeras diferencias de las Tierras Cultivables (dtc), pero el resultado de dtc no predice el resultado de Ptot.

Tabla 5. Causalidad de Wiener-Granger

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
dtc	Ptot	4,1127	1	0,043
dtc	All	4,1127	1	0,043
Ptot	dtc	3,5097	1	0,061
Ptot	All	3,5097	1	0,061

Fuente: Banco Mundial e INAMHI

Elaboración: Propia. Mediante el programa estadístico Stata

Cuando la probabilidad es menor al 5% se asume que existe causalidad; consecuentemente, se acepta la Ho (hipótesis nula), caso contrario en el cual la probabilidad sea mayor al 5% se acepta la H1 (hipótesis alternativa), la cual asume la no existencia de causalidad entre las variables.

En este caso se acepta la Ho para la ecuación de las tierras cultivables (dtc), debido a que la probabilidad es igual a 0,043 o 4,3% resultado que se encuentra por debajo del 5%; quiere decir que los resultados de la población total causan los resultados de las tierras cultivables. No obstante, el resultado es inverso para la ecuación de la población total, dado que al ser la probabilidad mayor al 5% e igual a 6,1% se demuestra que en efecto el resultado de las tierras cultivables no causa el resultado de la población total.

4.4. Discusión de resultados.

El presente estudio analiza los efectos del crecimiento demográfico sobre soberanía alimentaria, poniendo a las tierras cultivables como la variable proxy de soberanía alimentaria de acuerdo al estudio realizado por Ortega & Rivera (2010). Como principal resultado se obtiene que el crecimiento poblacional influye negativamente en el número de tierras para el cultivo; de ahí que si la población aumenta en una unidad disminuyen aproximadamente 0,07 hectáreas cultivables, siendo esta relación estadísticamente significativa.

Por otro lado, el cambio climático también afecta a la cantidad de tierras cultivables, con un efecto directo en el caso de la temperatura promedio anual y un efecto inverso en el caso del promedio de precipitaciones. Al subir la temperatura promedio en 1° C las hectáreas de tierras cultivables aumentan en 1951,57 aproximadamente. Si las precipitaciones incrementan en 1 mm, las hectáreas de cultivo disminuyen en promedio 1405,70.

La contaminación ambiental es un factor claramente determinante para la variación del número de tierras cultivables, pues si se aumenta una kilotonelada de emisiones de CO2 las hectáreas disminuyen en 5,75.

La población total en el periodo t-1 influye significativamente en el modelo, lo cual lleva a concluir que los rezagos de la población tienen efectos negativos sobre la cantidad de hectáreas cultivables. Igualmente se comprobó la existencia de una relación de largo plazo entre dichas variables.

Otros de los resultados alcanzados revelaron la existencia de una relación de causalidad unidireccional entre la población total y la tierra cultivable; es decir, la población total causa los resultados de las tierras cultivables, mientras que las tierras cultivables no causan los resultados de la población.

La relación indirecta entre la variable demográfica y las tierras cultivables es coherente con la evidencia empírica, la cual indica que los aumentos poblacionales reducen la tierra que una vez fue utilizada para la agricultura convirtiéndose en zonas utilizadas para construir viviendas y zonas urbanizadas. También la presión que ejerce la población sobre la tierra cultivable hace que se incorporen dentro del proceso de producción tierras ya desgastadas y poco fértiles. Al tiempo de introducirse el uso de agroquímicos en el proceso productivo para acelerar la producción y provocar la consecuente erosión de las tierras para el cultivo y por ende la disminución de las mismas.

En el mismo sentido, la teoría en la que se sustenta la investigación asevera que el crecimiento de la población ejercerá una presión cada vez mayor sobre la tierra de cultivo, induciendo a la agricultura a intensificar la presión sobre las tierras cultivadas y a incorporar a los procesos de producción nuevas tierras de una calidad cada vez más pobre (Malthus, 1789). Estos supuestos se cumplen para el caso ecuatoriano, pues el aumento poblacional en una unidad reduce las tierras de cultivo en 0,07 en promedio; una disminución conducente, en primer lugar, a aumentar la presión sobre las tierras de cultivo existentes, a fin de que sean más productivas, pero con el efecto

adverso de la hipereplotación generadora de una progresiva disminución de su calidad; y, en segundo lugar, la disminución de las áreas cultivables se traduce en una reducción de la producción de alimentos.

Respecto a la relación entre población total y tierras cultivables, los resultados dados muestran, en una primera lectura, una relación inversa, donde la población aumenta y las tierras cultivables van en descenso; en este mismo sentido, la econometría ratifica esta información, toda vez que los resultados muestran un decrecimiento de las tierras de cultivo frente a un crecimiento poblacional exponencial. De continuar esta tendencia, los problemas se verán reflejados en la cantidad de tierra necesaria por persona y en que la producción alimentaria disminuirá a la par del número de tierras y también el abastecimiento interno pondrá en peligro la soberanía alimentaria de los ecuatorianos.

El cambio climático también tiene efectos sobre las hectáreas cultivables, la evidencia demuestra las consecuencias negativas del cambio climático, en particular para las economías campesinas de subsistencia a pequeña escala, en las que en todo caso son regiones marginadas de África, Asia y Latinoamérica.

Los resultados para Ecuador demuestran que el aumento de la temperatura promedio anual tiene un efecto positivo sobre las tierras cultivables de 1.951,57 hectáreas y la precipitación influye negativamente. El aumento de las precipitaciones trae consigo un decremento de 1405,70 hectáreas. A pesar de que las variaciones de dichas variables son síntomas del cambio climático, en el caso de los valores de temperatura la evidencia habla de una disminución en la productividad de los cultivos como consecuencia de fenómenos climáticos extremos (días extremos de calor) con la consabida reducción de los rendimientos agropecuarios.

La evidencia arrojada por los resultados muestra el claro efecto negativo de la variabilidad en las precipitaciones sobre las tierras cultivables. Los fenómenos extremos climáticos provocan la erosión del suelo y, por consiguiente, la disminución o reducción de tierras cultivables y asimismo la minoración de la producción agrícola. Todo ello junto a la reducción en la duración de la temporada de lluvias y las proyecciones inciertas de aumento de eventos extremos de precipitación que han empezado a afectar a la agricultura y a la economía del país (Ministerio del Ambiente, 2011).

Por otra parte, la contaminación ambiental es un determinante de las tierras cultivables, y se identifica como uno de los causantes de la degradación de los suelos, llevándolos a ser cada vez menos productivos. Los resultados de la investigación muestran igualmente una relación inversa entre las tierras cultivables y las emisiones de CO₂; en otras palabras, al aumentar una kilotonelada de CO₂ disminuyen las hectáreas de tierras para el cultivo en aproximadamente 5,75. En el caso de Ecuador, existe suficiente evidencia científica que revela las consecuencias de la contaminación en los sistemas productivos de todo tipo, especialmente sobre los recursos naturales.

Las emisiones de CO₂, generados en su mayoría por los modelos productivos de los países pobres (agricultura), llevan a un cambio climático que es el causante de la disminución de las tierras cultivables. En otro orden de cosas, la contaminación de los suelos debido al exceso de agroquímicos y a las malas prácticas agrícolas incide altamente en la degradación de los suelos y la provocación de su próximo y ciertamente inevitable colapso de no ponerse remedio.

Los principales resultados emanados de la investigación reflejan un crecimiento poblacional frente a la disminución del número de tierras cultivables. Al tiempo de revelar también que el cambio climático y la contaminación ambiental son variables que influyen en gran medida en la disponibilidad de tierras utilizadas para el cultivo, siendo la temperatura una variable de discusión, pues sus efectos difieren de la evidencia.

A lo ya dicho, cabe añadir que el crecimiento demográfico tiene una relación de largo plazo con la disponibilidad de tierras cultivables; siendo esta, en sentido estrictamente estadístico, significativa. Consecuentemente, las variables temperatura, precipitación y emisiones de CO₂ también son significativas dentro del modelo.

En general, la evidencia y los resultados de la investigación concuerdan, sin que se aprecien disonancias significativas. La discusión de una relación directa de la temperatura se explica por los periodos de sequía más largos, pero las precipitaciones parece ser que no tienden a disminuir sino a concentrarse en periodos cada vez más cortos de tiempo. Si esta tendencia se mantiene, la erosión puede aumentar por las lluvias torrenciales sobre suelos sueltos a causa de las sequías (suelos con poca o ninguna vegetación).

Con respecto al crecimiento poblacional se deberían adoptar las pertinentes medidas conducentes a frenar el crecimiento acelerado; es por ello que se necesita de políticas públicas con respecto al control de la natalidad para desacelerar el crecimiento poblacional y con el fin de hacer frente a los posibles problemas alimentarios a los cuales se enfrentará la población de continuar esta tendencia.

5. CONCLUSIONES

Finalmente, de la investigación realizada y conforme a la hipótesis general planteada, se puede concluir lo siguiente:

- a) Las tierras cultivables constituyen una variable determinante de la Soberanía Alimentaria y ésta es un objetivo estratégico del Estado ecuatoriano para fomentar la producción local sostenida y garantizar el acceso de toda la población a los alimentos diarios a través de leyes que promueven el

derecho a la alimentación, el acceso y buen manejo de los recursos productivos, la producción agroecológica, el comercio y mercados locales.

b) La evidencia mundial revela que el aumento de la población reduce la tierra que una vez fue utilizada para la agricultura convirtiéndose en zonas utilizadas para construir viviendas y otros usos. A medida que se reduzcan las tierras de cultivo, se reducirá el número de alimentos necesarios para satisfacer a la población mundial.

c) Los resultados obtenidos por las estimaciones de mínimos cuadrados ordinarios, revelan la disminución de las tierras de cultivo ante un continuo incremento de la población total, lo que trae consecuencias manifestadas en la capacidad nacional requerida para satisfacer la demanda interna, poniendo en riesgo la soberanía alimentaria de los ecuatorianos.

d) Los efectos del crecimiento demográfico sobre la disponibilidad de tierras cultivables son significativos y da como principal resultado que el crecimiento demográfico influye negativamente en el número de tierras para el cultivo; de este modo, si la población aumenta en una unidad disminuyen en aproximadamente 0,07 hectáreas cultivables y pone en riesgo el acceso a los alimentos de la totalidad de la población.

e) Con respecto al crecimiento poblacional se debería adoptar toda una serie de medidas dirigidas a frenar el crecimiento acelerado. Por consiguiente, se necesita de políticas públicas con respecto al control de la natalidad, para desacelerar el crecimiento poblacional, con el fin de hacer frente a los posibles problemas alimentarios a los que se enfrentará la población de continuar esta tendencia.

f) El cambio climático también tiene efectos sobre las hectáreas cultivables. La evidencia demuestra las consecuencias negativas del mismo. Los resultados para Ecuador muestran que la temperatura y la precipitación influyen en gran medida sobre la cantidad y disponibilidad de tierras cultivables.

g) La contaminación ambiental (Emisiones de CO₂) se erige en un determinante de las tierras cultivables y éste es causante de la degradación de los suelos, lo que los hace cada vez menos productivos.

MENCIÓN DE RECONOCIMIENTO: Valentín-Alejandro Martínez-Fernández es investigador del Proyecto Prometeo, promovido y auspiciado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de la República de Ecuador y desarrolla sus actividades de investigación en la Universidad Técnica Particular de Loja.

RECEIVED: JUNE, 2016
REVISED: OCTOBER, 2016

REFERENCES

- [1]. AGUIÑAGA, M. (2012): Estrategia Nacional de Cambio Climático en el Ecuador.
- [2]. CEPAL. (2012): La Economía del Cambio Climático en el Ecuador 2012.
- [3]. CEPAL. (2012): La economía del cambio climático en el Ecuador 2012.
- [4]. CEPAL. (2015): Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. .
- [5]. CEPAL. (2015): La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible.
- [6]. CEPAL. (2015): La Unión Europea y América Latina y el Caribe ante la nueva coyuntura económica y social. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- [7]. CEPAL. (2015): Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe.
- [8]. CONSTITUCIÓN POLITICA. (2008): Asamblea Nacional. Constitución Política. (2008): Asamblea Nacional. Montecristi.
- [9]. ESCRIBANO, S. (2010): SITUACIÓN Y PERSPECTIVAS DE LA SOBERANÍA ALIMENTARIA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. Retrieved from Centro de Estudios Rurales y de Agricultura Internacional.
- [10]. FAO. (2014): La alimentación y la agricultura en América Latina y el Caribe. Retrieved from Anuario Estadístico de la FAO.
- [11]. FAO. (2015): FAO CORPORATE DOCUMENT REPOSITORY. Retrieved from Crecimiento demográfico y crisis alimentaria.
- [12]. FIGUEROA, A. (2013): Crecimiento económico y medio ambiente. Revista CEPAL 109.
- [13]. GARCIA, X. (2003): La Soberanía Alimentaria: un nuevoparadigma. Colección Soberanía alimentaria.
- [14]. GEOENCICLOPEDIA. (2015): PRECIPITACIÓN. Retrieved from Definición de precipitación: <http://www.geoenciclopedia.com/precipitacion/>

- [15]. GOMEZ, C. (s.f): Población, Medio Ambiente y Crecimiento Económico: ¿Tres piezas Incompatibles del Desarrollo Sostenible?
- [16]. GRUPO EL COMERCIO. (2015): EL CAMBIO CLIMÁTICO AMENAZA A LA AGRICULTURA. Diario El Comercio.
- [17]. IALCSH. (2005): Iniciativa América Latina y Caribe Sin Hambre 2025 - IALCSH. Retrieved from <http://www.ialcsh.org/es/la-iniciativa/derecho-alimentacion/>
- [18]. IBÁÑEZ, J. (2012): Usos del Suelo, Tierras Cultivables, Dieta Alimentaria y Calorías.
- [19]. IPCC. (2001): ANEXO B. Glosario de términos. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>
- [20]. IZQUIERDO, L. (2011): Sistentabilidad en el Ecuador, más allá del paradigma. Instituto de Investigaciones Económicas UTPL.
- [21]. LEISA. (2009): Revista de agroecología. Retrieved from Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas.
- [22]. LORSA. (2009): Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.
- [23]. LUSIGI, W. (1987): Rehabilitation of Degraded Arid Lands.
- [24]. MAGAP. (2014): Seminario. Teoría y práctica de la Soberanía Alimentaria. Soberanía alimentaria: Entre el capital especulativo y el Buen Vivir Rural.
- [25]. MAGRIN, G. (2015): CEPAL. Retrieved from ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE.
- [26]. MALTHUS, R. (1798): Primer Ensayo sobre la Población.
- [27]. MINISTERIO DE FINANZAS. (2015): El Presupuesto General del Estado. Retrieved from <http://www.finanzas.gob.ec/el-presupuesto-general-del-estado/>
- [28]. MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2012): Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025.
- [29]. MUÑOZ, G. (2008): El Reto de la Agricultura frente al Cambio Climático. Temas de Análisis.
- [30]. NOGALES, M. (2015): Bolivia: políticas públicas de seguridad. In A. Farah, & B. Argandoña, Teoría y praxis de la soberanía alimentaria en bolivia. CIDES-UMSA, 2015.
- [31]. ORTEGA, M., y RIVERA, M. (2010): Indicadores internacionales de Soberanía Alimentaria. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 14.
- [32]. PCR. (2014): Pacific Credit Rating. Retrieved from Informe Setorial. Ecuador Agrícola.
- [33]. RAMÓN, M. (2010): Población y educación en el Ecuador. Retrieved from <http://www.utpl.edu.ec>
- [34]. REVISTA EL AGRO. (2012): El proceso campesino en Ecuador. Retrieved from <http://www.revistaelagro.com/2013/02/19/el-proceso-campesino-en-ecuador/>
- [35]. ROSSET, P. (2004): Soberanía alimentaria: reclamo mundial del movimiento campesino.
- [36]. SANCHEZ, L., y REYES, O. (2015): CEPAL. Retrieved from Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe.
- [37]. SELA. (2009): Crisis Alimentaria en América Latina y el Caribe. Propuesta de acciones a nivel regional . Retrieved from Sistema Económico Latinoamericano y el Caribe.
- [38]. SINCHI, A. (2012): Realidad de la Soberanía Alimentaria en el área rural de América Latina y su repercusión en.
- [39]. TELESUR. (2015): América Latina y el Caribe, líderes en soberanía alimentaria.
- [40]. UNITED NATIONS. (2015): World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance.
- [41]. USDA. (2000): Servicio de Conservación de los Recursos Naturales. Retrieved from Manual de Conservación de los Recursos Naturales. Enfoque ambiental de la agricultura.
- [42]. VELÁSQUEZ, H. (2010): Los sistema de informacion geografica sig como herramientas de apoyo al estudio de los recursos naturales y la planificacion . Retrieved from VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- [43]. VÍA CAMPESINA. (2002): Soberanía alimentaría y comercio. Retrieved from Declaracion Politica Foro De Los Ongs - Cumbre FAO: <http://viacampesina.org/es/>
- [44]. WORLDWATCH. (1999): Our Demographically Divided World: Rising Mortality Joins Falling Fertility. To Slow Population Growth.
- [45]. WRIGHT, A. (2015): eHow. Retrieved from El crecimiento de la población y el suministro de alimentos: http://www.ehowenespanol.com/crecimiento-poblacion-suministro-alimentos-sobre_264593.