



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD JURÍDICA, SOCIAL Y ADMINISTRATIVA

CARRERA DE ECONOMÍA

TÍTULO:

“Tierras cultivables y ganadería: un enfoque empírico utilizando técnicas de cointegración y de causalidad con datos panel”

Tesis previa a la obtención del grado de economista

AUTORA: Micaela Marisol Calderón Medina.

DIRECTOR DE TESIS: Econ. Michelle Faviola López Sánchez, Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2021



Loja, 25 de marzo de 2021

Econ. Michelle Faviola López Sánchez, Mg. Sc.

DOCENTE DE LA CARRERA DE ECONOMÍA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CERTIFICA:

Que el trabajo de tesis titulado **"TIERRAS CULTIVABLES Y GANADERÍA: UN ENFOQUE EMPÍRICO UTILIZANDO TÉCNICAS DE COINTEGRACIÓN Y DE CAUSALIDAD CON DATOS PANEL"**, desarrollado por **MICAELA MARISOL CALDERÓN MEDINA**, estudiante egresada de la Carrera de Economía, previo a la obtención del Grado de Economista, ha sido realizado bajo mi dirección, control y supervisión, cumpliendo los requerimientos establecidos en el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, la misma que ha sido culminada satisfactoriamente con un avance del 100%, motivo por el cual autorizo su presentación para que continúe con los siguientes trámites respectivos.

Esto es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



MICHELLE
FAVIOLA LOPEZ
SANCHEZ

Econ. Michelle Faviola López Sánchez, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, Micaela Marisol Calderón Medina, declaro ser autora del presente trabajo de Tesis, titulada “Tierras cultivables y ganadería: un enfoque empírico utilizando técnicas de cointegración y de causalidad con datos panel”, y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autora: Micaela Marisol Calderón Medina

Firma:

Cédula: 1105967200

Fecha: Loja, 17 de junio del 2021.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA AUTORA PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, Micaela Marisol Calderón Medina, declaro ser la autora de la Tesis titulada “Tierras cultivables y ganadería: un enfoque empírico utilizando técnicas de cointegración y de causalidad con datos panel”, como requisito para optar por el grado de **ECONOMISTA**.

Además, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional. Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenido la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copias de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los diecisiete días del mes de junio del dos mil veintiuno, firma la autora.

Firma:

Autora: Micaela Marisol Calderón Medina

Cédula: 1105967200

Dirección: Loja

Correo electrónico: micaela.calderon@unl.edu.ec

Teléfono: 0985870787

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de tesis: Eco. Michelle Faviola López Sánchez

Tribunal de Grado: Eco. Roberto Felipe Erazo Castro **Presidente**

Eco. Karen Gabriela Ñíguez Cueva **Vocal 1**

Eco. Wilfrido Ismael Torres Ontaneda **Vocal 2**

DEDICATORIA

Quiero dedicar primeramente la presente investigación a Dios, por ser quien me regala un día más de vida y haberme permitido llegar hasta este momento tan importante para mí. A mi madre, por ser mi fortaleza y apoyo emocional. A mi padre, ya que, a pesar de la distancia física, siempre me ha motivado con sus consejos y ocurrencias. A mis hermanas, Carolina y Tatiana por su cariño y ánimo que siempre han sabido brindarme. A mis sobrinos Deiby y Arthur por su simpatía y pequeñas travesuras con las que hacían que mis días sean más felices. A mi compañero de vida, Rubén por su paciencia y amor incondicional.

De manera especial, quiero dedicar mi trabajo con todo cariño a mi ángel de luz, mi mamita Bertha; quiero honrar tu memoria y darte este regalo que sé, que para ella es muy valioso. A pesar que me dijiste que tus ojos no alcanzarían a verme graduada, sé que desde el cielo te alegras de mis logros, me bendices y guías mi camino.

Micaela Calderón

AGRADECIMIENTO

A Dios, por todas sus bendiciones y por ser quien guía mi camino. A mi madre y hermanas por el apoyo tanto emocional como económico que me brindaron durante el trayecto de mi vida académica. Así mismo, expreso mi agradecimiento a todos mis docentes que al momento de mis inquietudes estuvieron prestos a brindarme su ayuda, con la mejor disposición; en especial, a mi directora de tesis Michelle López, por su valiosa guía y asesoramiento en la realización de la misma. De forma general, a todos mis compañeros y amigos quienes me ayudaron directa e indirectamente en la elaboración del presente trabajo.

Micaela Calderón

ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN											
BIBLIOTECA: Facultad Jurídica, Social y Administrativa											
TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR/ NOMBRE DEL DOCUMENTO	FUENTE	FECHA AÑO	ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN							NOTAS OBSERVACIÓN
				INTERNACIONAL	NACIONAL	REGIONAL	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	OTRAS DEGRADACIONES	
TESIS	Micaela Marisol Calderón Medina. “Tierras cultivables y ganadería: un enfoque empírico utilizando técnicas de cointegración y de causalidad con datos panel”	UNL	2021	21 países: América Latina y El Caribe.	-	-	-	-	-	-	Economista

Figura 1

Mapa de cobertura de América Latina y El Caribe



ESQUEMA DE CONTENIDOS

a.	TÍTULO	1
b.	RESUMEN.....	2
c.	INTRODUCCIÓN.....	4
d.	REVISIÓN DE LITERATURA	9
e.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
f.	RESULTADOS.....	34
g.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
h.	CONCLUSIONES	66
i.	RECOMENDACIONES	68
j.	BIBLIOGRAFÍA.....	70
k.	ANEXOS	87

a. TÍTULO

Tierras cultivables y ganadería: un enfoque empírico utilizando técnicas de cointegración y de causalidad con datos panel.

b. RESUMEN

La disponibilidad de alimentos y el derecho a la alimentación está ligado al concepto de seguridad alimentaria y, por ende, a un enfoque hacia la producción agrícola y disponibilidad de tierras cultivables. Por lo tanto, es de vital importancia disponer de tierras aptas para el cultivo, ya que de esta manera se atenúan los problemas de seguridad alimentaria, pobreza y desarrollo de las naciones. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar el impacto de la producción ganadera en la disponibilidad de tierras cultivables en los países de América Latina y El Caribe, entre 1961-2017, utilizando técnicas de cointegración para proponer políticas que aporten a una menor disminución de las tierras cultivables. Para el desarrollo de la investigación se añadieron variables de control: el crecimiento de la población, la variación media de temperatura y el uso de fertilizantes. La información estadística fue recopilada de las bases del Banco Mundial (2020) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020). Los resultados muestran una relación estadísticamente positiva y una existencia de corto y largo plazo entre las variables utilizadas en el modelo. Por otro lado, se encontró que las causas principales de las variaciones de las tierras cultivables son la ganadería y el uso de fertilizantes. En base a los resultados se recomienda la aplicación de un impuesto a la carne, la capacitación y fomento de prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente de agricultores y ganaderos.

Palabras clave: Tierras cultivables; Ganadería; Seguridad alimentaria; Crecimiento de la población.

Clasificación JEL: Q24; R23; C01; C33.

ABSTRACT

The availability of food and the right to food is linked to the concept of food security and, therefore, to a focus on agricultural production and availability of arable land. Therefore, it is vitally important to have land suitable for cultivation, since in this way the problems of food security, poverty and development of nations are mitigated. In this context, the main objective of this research is to evaluate the impact of livestock production on the availability of arable land in the countries of Latin America and the Caribbean, between 1961-2017, using cointegration techniques to propose policies that contribute to a less decrease in arable land; For which control variables were added: population growth, average temperature variation and the use of fertilizers and data published by the World Bank and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) were used. . The results show a statistically positive relationship and a short- and long-term existence between the variables used in the model. On the other hand, it was found that the main causes of variations in arable land are livestock and the use of fertilizers. Based on the results, the application of a meat tax, training and promotion of environmentally friendly agricultural practices of farmers and ranchers is recommended.

Keywords: Arable land; Livestock; Food security; Population growth.

JEL classification: Q24; R23; C01; C33.

c. INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe una preocupación generalizada en cuanto a la disminución de tierras cultivables en el mundo. Según, Banco Mundial (2021) la cantidad de tierras cultivables per cápita en el mundo han disminuido de 0,36 ha en 1961 a 0,18 ha en 2018. La agricultura moderna ha tenido éxito en el aumento de la producción de alimentos, pues la producción de alimentos ha llegado incluso a superar el ritmo de crecimiento de la población (Wright, 2015). Sin embargo, el número de personas que padecen hambre continua en aumento, llegando en 2017 a 821 millones, 1 de cada 9 personas en el mundo (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2018). El 99,7% de los alimentos que necesita el ser humano para sobrevivir provienen de la tierra; por lo tanto, son de vital importancia las tierras y suelos productivos para nuestra vida y nuestras economías (Barbut, 2014).

En las regiones que basan su economía en la agricultura; como lo es América Latina y El Caribe (ALC), el sector de la agricultura contribuye significativamente al crecimiento económico, representando más del 5% del PIB en aproximadamente 20 países, y, dado que los pobres se concentran en las zonas rurales, también contribuye notoriamente a la reducción de la pobreza y del hambre; a la vez contribuye sustancialmente al empleo entre el 10% y 15% (Banco Mundial, 2020b). Entonces, la disponibilidad de tierras aptas para el cultivo es de fundamental importancia ya que se convierten en un medio para salir de la desnutrición y el hambre, también se convierte en una fuente de ingresos para quienes habitan en las zonas rurales (FAO, 2005).

La disponibilidad de alimentos y el derecho a la alimentación está ligado al concepto de seguridad alimentaria y, por ende, a un enfoque hacia la producción agrícola y disponibilidad de tierras cultivables (Fuster et al. 2014). Por lo tanto, para que las personas puedan tener acceso permanente a los alimentos tanto físico como económico,

se requiere capacidad y recursos para producir u obtener todos los alimentos necesarios para el hogar y sus miembros (Latham, 2002). El suministro de alimentos no es el problema principal, la clave está en si las personas pueden comprar alimentos suficientes para poder disfrutar de una dieta adecuada, lo que se traduce en una carencia de acceso. La falta de acceso a los alimentos puede ser económica, por altos niveles de pobreza, altos precios de los alimentos, falta de créditos; y física, por la mala infraestructura de carreteras y mercados (Figueroa, 2005).

Por otra parte, se evidencia un aumento de la producción de carne de ganado vacuno a nivel mundial, pues; pasó de 27.684.560 toneladas en 1961 a 67.353.900 toneladas en 2018 (FAO, 2018). La evolución del sector ganadero en América Latina y EL Caribe, mantiene un rápido ritmo de crecimiento que es más el resultado del incremento de los inventarios que de la adopción de tecnologías para incrementar el rendimiento (CEPAL et al. 2017). Según FAO (2016), en las últimas décadas se ha evidenciado un aumento importante en la demanda mundial de productos de origen animal, para el 2050 se estima un aumento hasta del 70%. Sin embargo, América Latina ha respondido favorablemente a esa tendencia, convirtiéndose en el principal exportador global de carne bovina y de aves.

El presente trabajo se centra principalmente en lo expuesto por Malthus, en una de sus ediciones posteriores de su ensayo, pues; en él admite la posibilidad de que los patrones de alimentación de la clase alta pudieran causar un aumento de las tierras dedicadas a la ganadería y por ende una disminución de los alimentos disponibles (Schoijet, 2004b). Es aquí donde radica la importancia del tema de investigación; pues se busca examinar la relación entre la disponibilidad de tierras cultivables y la ganadería. Existen autores que indican una relación negativa; mientras que otros mencionan que la ganadería aumenta las tierras cultivables pero destinadas a la producción animal, mas no

a la alimentación del ser humano. Así mismo, indican que la gandería ocupa grandes extensiones de tierra aptas para el cultivo y que la densidad del sector ganadero provoca degradación de los suelos (Dawe y Tate, 2018; FAO, 2013; FAO y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2017; Rabès et al. 2020; Yawson, 2021).

En este contexto, el estudio se sustenta en la verificación de las siguientes hipótesis: 1) Un aumento de la producción de ganado vacuno disminuye la disponibilidad de tierras cultivables; 2) Existe una relación en el corto y largo plazo entre la producción de ganado vacuno y la disponibilidad de tierras cultivables; y 3) La producción de ganado vacuno es causante de las variaciones de las tierras cultivables. Por lo tanto, se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1) Analizar la correlación y evolución de la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017; 2) Estimar la relación en el corto y largo plazo entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017; y 3) Estimar la relación causal entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017.

Así mismo, se plantearon las siguientes preguntas de investigación, a las cuales se les dará respuesta mediante el proceso econométrico propuesto: 1) ¿Cuál es la evolución y correlación de la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017?; 2) ¿Existe una relación en el corto y largo plazo entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017?; y, finalmente la pregunta 3) ¿Cuál es la relación causal entre la disponibilidad de tierras

cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017?.

Con el fin de cumplir con los objetivos específicos, se procedió a realizar un análisis descriptivo de la evolución y tendencia de las tierras cultivables y la producción de ganado vacuno. Así mismo, se estimó un modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) con la finalidad de determinar la relación y dirección de las variables. Consecuentemente, se utilizaron técnicas de cointegración y un modelo de corrección de error, para determinar la relación de largo y corto plazo, respectivamente. Finalmente, se estimó la causalidad tipo Granger entre las variables. La presente investigación se diferencia de los estudios ya existentes por la metodología utilizada, ya que no se encontraron trabajos que relacionen las tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en el corto y largo plazo.

Los resultados de esta investigación contribuyen a llenar el vacío empírico respecto al análisis del uso de la tierra cultivable desde la perspectiva de la ganadería. Se pudo evidenciar que la producción de ganado vacuno tiene una relación estadísticamente positiva con las tierras cultivables; así como también una relación negativa entre la variación de temperatura, el uso de fertilizantes y las tierras cultivables. De igual manera, se comprueba que la variable dependiente y las variables de control presentan un equilibrio en el corto y largo plazo. En cuanto a la causalidad, se encontró que las causas principales de las variaciones en la disponibilidad de tierras cultivables son la ganadería y el uso de fertilizantes.

La investigación se encuentra estructurada en nueve secciones adicionales a la introducción: en el apartado d) se presenta la revisión de literatura, que está compuesta por antecedentes y evidencia empírica; el apartado e) muestra la metodología aplicada en esta investigación; en f) se presenta los resultados obtenidos, los cuales se sustentaron en

tablas, análisis e interpretaciones en función de cada uno de los objetivos específicos planteados; el apartado g) muestra la discusión, que hace contraste de los resultados obtenidos en la presente investigación con los encontrados en otras investigaciones; en la parte h) las conclusiones; i) recomendaciones, y finalmente en las partes j) y k) se muestra la bibliografía y anexos, en donde se muestra las referencias bibliográficas utilizadas en la investigación y también los cuadros o tablas que sirvieron de apoyo para la investigación.

d. REVISIÓN DE LITERATURA

1. ANTECEDENTES

Los primeros pensadores que se fijan en el aporte de la tierra al bienestar y al desarrollo de las sociedades, criticando la idea mercantilista sobre el bienestar en base a la acumulación de metales preciosos fueron Quesnay y Turgot (Labandeira et al. 2007). Quesnay (1758), utilizó una tabla económica para intentar explicar que el excedente económico estaba creado por la agricultura. Por su parte, Turgot (1766, como se citó en Escartín, 2003) menciona que los recursos naturales deben transformarse bajo el trabajo humano y este aparecer en cada etapa del proceso de producción. Así mismo, Mill (1848) se preocupó por la conservación del capital natural y a la vez sostenía que el stock de tierra tiene valor no solo por lo que se puede producir sino también por la belleza natural de los paisajes y ecosistemas.

El cambio de una economía sustentada en la caza y recolección de frutos a una basada en la agricultura, ha sido uno de los acontecimientos más importantes en la historia de la humanidad (Smith, 2005). Antes de Malthus, algunos autores como Wallace (1761), Buffon (1765) y Steuart (1767) mencionaron que existía la posibilidad de que la población aumente más rápido que la producción de alimentos (Hardin, 1973; Eiseley, 1961). Particularmente, es con Malthus (1798) que empieza la preocupación por la disponibilidad de alimentos, ya que mencionaba que, si el control de la natalidad no era posible, la capacidad de la tierra no podría satisfacer la demanda (Schoijet, 2004a). Es importante mencionar la diferencia entre Malthus y Wallace: lo que el segundo veía como una situación probable en el futuro, al primero le parecía inmediato e inminente (Winch, 1996).

Es bien conocido que la teoría tal cual la plantea Malthus no tiene relevancia hoy en día, sin duda, no hay que desmerecer que sus ideas sientan las bases del debate

internacional, ante la duda de cómo alimentar a más de 9 mil millones de personas para el año 2050 (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2017). Sin embargo, es aún en la Declaración Universal de los Derechos Humanos en el año de 1948 en donde se presta una mayor preocupación por la disponibilidad y producción de alimentos; por tanto, se considera como un derecho de todo ciudadano el acceso a los alimentos (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2012; Pieters et al. 2012). Por tanto, reconocen que el hambre y la malnutrición pueden constituir una amenaza para la seguridad de los países, las regiones y la comunidad mundial (ONU, 1996).

Posteriormente, tras la segunda guerra mundial se acuñó el concepto de seguridad alimentaria, al cual se lo conceptualizó en base a los esfuerzos que se realizaban por tratar de brindar alimento a la población mundial (Bianchi y Szpak, 2014). A causa de la segunda guerra mundial y de las malas condiciones climáticas, se desató una crisis alimentaria internacional; por lo que la ONU (1974) organizó una Conferencia Mundial sobre la Alimentación, en donde se aprobó un conjunto de recomendaciones relacionadas con la seguridad alimentaria. En esta cumbre, se definió seguridad alimentaria como la disponibilidad, en todo momento, de provisiones mundiales adecuadas de alimentos para sostener una expansión continua del consumo y contrarrestar las fluctuaciones en la producción y los precios (FAO, 1996).

Después de la Segunda Guerra Mundial, la tasa de crecimiento de la población aumentó sin precedentes; tanto así que para el año de 1950 la población era de aproximadamente 2.500 millones, aumentando a 3.635 en 1970 y a 5.000 millones en 1987, lo que ha llevado a predecir que, en base al crecimiento de la población en los países subdesarrollados las condiciones alimentarias se deteriorarán (Ehrlich, 1993). Luego de la gran expansión mundial, el gobierno estadounidense, promovió la llamada Revolución Verde, la cual trajo consigo un gran aumento de la productividad agrícola gracias al uso

de semillas mejoradas, fertilizantes, plaguicidas y riego, siendo así que la producción de trigo casi se duplicó en Pakistán entre 1965 y 1970; la de la India aumentó aproximadamente un 65% (Schoijet, 2005).

De igual manera, la declaración de la “Carta Europea de Suelos” desarrollada por la Comunidad Europea en 1972, fue un importante aporte para generar sensibilidad en los organismos y gobiernos mundiales, suceso en el cual se define al suelo como uno de los más preciados activos de la humanidad, ya que sobre la tierra viven hombres, animales y plantas; también lo califica como un recurso limitado, muy fácil de destruir y recomiendan que debe ser protegido contra la contaminación, la erosión y el daño que pueden causar el crecimiento urbano y las prácticas tanto agrícolas como silvícolas, razón por la cual; los encargados de generar políticas deben impulsar medidas específicas y bien direccionadas para planificar y administrar de la mejor manera los recursos del suelo (Solano, 2005).

Posteriormente, en la Cumbre de Río celebrada en 1992, fue donde se reconoció la importancia de generar protección a los suelos y de sus usos potenciales en el contexto de un desarrollo sostenible, en particular contra la contaminación procedente de acciones o actividades de origen antrópico; por tanto, se adoptaron varios acuerdos jurídicamente vinculados con temas de cambio climático, diversidad biológica y, posteriormente, desertificación (Silva y Correa, 2009). En ese mismo año, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático [UNFCCC], (2004) reconoce la función y la importancia que tienen los ecosistemas terrestres ya que actúan como sumideros de gases de efecto invernadero, y proyecta que la emisión de gases a la atmósfera podría agravarse por los problemas de degradación del suelo y los cambios en el uso del mismo.

Igualmente, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación [UNCCD] (1994) estableció como objetivo evitar y reducir la

degradación del suelo, ya que se reconoció la relación que existe entre la desertificación, la pobreza, la seguridad alimentaria, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. Por su parte, el protocolo de Kioto de 1997 buscó promover el desarrollo sostenible en base a la aplicación de políticas y medidas de protección y aumento de los sumideros de gases de efecto invernadero (ONU, 1998). Posteriormente, la Comisión de las Comunidades Europeas [CCE] (2002), advirtió que la erosión y la disminución de fertilidad del suelo representan una amenaza para el desarrollo sostenible, ya que reducen la viabilidad de las tierras agrícolas.

A lo largo de la historia, algunos factores han impulsado el uso y degradación del suelo; tal es el caso del crecimiento de la población y la transición de la vida rural a un medio urbano, siendo los impulsores originarios del cambio del suelo, los cuales han venido invadiendo tierras agrícolas de buena calidad que podrían ser destinadas al cultivo de alimentos para abastecer a la población (FAO y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo [GTIS], (2016). Muchas tierras aptas para cultivo se pierden, pues éstas son destinadas en la actualidad a usos no agrícolas (FAO, 1984). Se debe tener presente que no siempre se pierden tierras destinadas a la agricultura por el cambio del uso del suelo, sino también por el abandono de las tierras y envejecimiento de la población rural (Agencia Europea del Medio Ambiente [AEMA], 2004).

La existencia de los animales domésticos que hoy ocupan la mayor proporción de las poblaciones pecuarias de América, llegó en naves de los españoles en el segundo viaje de Cristóbal Colón (Pinzón, 1984). La expansión del sector ganadero se dio gracias al aprovechamiento de los ecosistemas de sabanas naturales existentes en diferentes regiones (Murgueitio, 2003). Sumado a esto, el crecimiento de la población mundial y el aumento del consumo de productos cárnicos ha sido un desafío para la provisión de alimentos (Acebo et al. 2016). Malthus en ediciones posteriores a su primer ensayo,

admite la posibilidad de que los patrones de alimentación de la clase alta pudieran causar un aumento de las tierras dedicadas a la ganadería y por ende una disminución de los alimentos disponibles para el ser humano (Schoijet, 2004b).

La ganadería es la actividad humana que ocupa una mayor superficie de tierra, en total, al sector ganadero se destina el 70% de la superficie agrícola, el 30% de la superficie del planeta y ocupa el 33% de toda la superficie cultivable, destinada a producir forraje (FAO, 2006). Probablemente, la ganadería es la mayor fuente de contaminación del agua, la degradación de los arrecifes de coral y la aparición de problemas de salud en los seres humanos (Steinfeld et al. 2009). Igualmente, FAO (2013) menciona que el sector ganadero representa una de las principales causas del cambio de uso de la tierra, ya que cada año se pierden 13 mil millones de hectáreas de superficie forestal a causa de la reconversión en pastizales y tierras de cultivo que se destinan tanto a la producción de cultivos alimentarios como a la de cultivos forrajeros.

La visión actual es que la agricultura ya no es un sector que solo transfiere recursos para promover la industrialización, sino que juega un papel muy importante en el crecimiento económico, aumento de los ingresos por exportaciones, creación de empleos y mejoramiento del sistema de seguridad alimentaria, que ayuda a eliminar la pobreza urbana y rural (Bejarano, 1997). Sin embargo, el crecimiento económico impulsado por la agricultura, la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria se encuentran en riesgo, ya que el cambio climático podría disminuir los rendimientos de los cultivos, especialmente en las regiones con mayor inseguridad alimentaria (De Preneuf, 2019).

2. EVIDENCIA EMPÍRICA

Los hábitos alimentarios actuales en el mundo son responsables, aproximadamente, de entre el 21% y 37% de emisiones de GEI totales, razón por la cual se establece que es una de las causas principales del cambio climático, sin tener en cuenta otros efectos medioambientales (FAO et al. 2020). Por lo tanto, la agricultura tiene una importancia fundamental para los países en vías de desarrollo, ya que el buen funcionamiento del sector agrícola es esencial para garantizar la seguridad alimentaria y los productos provenientes de la agricultura que son una fuente principal de ingresos nacionales y contribuye al aumento de las oportunidades comerciales (Organismo Internacional de Energía Atómica [IAEA], 2018).

La disminución de tierras no solamente se evidencia a través de la extensión territorial, sino también a través de la degradación; lo que provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad productiva (Prado y Veiga, 1993). Por tanto, UNCCD (2017) indica que las tierras degradadas en ALC representan más de una quinta parte de los bosques y las tierras agrícolas. En estas regiones el sector de la agricultura contribuye significativamente al crecimiento económico; y, contribuye notoriamente a la reducción de la pobreza y del hambre (FAO, 2012). Entonces, la disponibilidad de tierras aptas para el cultivo es de fundamental ya que se convierten en un medio para salir de la desnutrición y el hambre, también se convierte en una fuente de ingresos para quienes habitan en las zonas rurales (FAO, 2005) .

Por otra parte, una disminución de suelos productivos puede acarrear el abandono de estas tierras (Prishchepov et al. 2013). Corbelle y Crecente (2008), mencionan que el abandono de tierras disminuye la superficie destinada a la agricultura. Por consiguiente, la vegetación que crece en los campos abandonados contribuye como combustible para

los incendios forestales (Dubinin et al. 2010) y aumenta la propagación de malezas, plagas y patógenos en el resto de los campos destinados a la agricultura (Smelansky, 2003). Sin embargo, Schoijet (2005) indica que el uso de semillas mejoradas, el uso especializado de fertilizantes, plaguicidas y riego, hacen que se aumente la producción de alimentos.

El crecimiento del sector ganadero en América Latina y EL Caribe, es más el resultado del incremento de los inventarios que de la adopción de tecnologías para incrementar el rendimiento (CEPAL et al. 2017). Según FAO (2016), para el 2050 se estima un aumento hasta del 70%. Sin embargo, América Latina ha respondido favorablemente a esa tendencia, fue la segunda región del mundo que más creció en su producción ganadera entre 1961 y 2007. En 2018 la producción agrícola total de la región sería un 75 % mayor a 2000, debido al crecimiento de la población y aumento de sus ingresos (FAO, 2010). La expansión del sector pecuario en las últimas décadas representa una oportunidad de desarrollo, pero también conlleva costos muy elevados para el medio ambiente y la lucha contra el cambio climático (Steinfeld, 2006).

Adicionalmente FAO (2006) indica que la ganadería es la actividad humana que ocupa una mayor superficie de tierra, en total; al sector ganadero se destina el 70% de la superficie agrícola, el 30% de la superficie del planeta y ocupa el 33% de toda la superficie cultivable, destinada a producir forraje. La soja en América Latina es uno de los principales productos de alimentación para el ganado; pero la producción de la soja ha sido causante de que enormes áreas de tierra han sido convertidas en tierras destinadas a la agricultura, convirtiéndose en uno de los cultivos más importantes ya que en los últimos 50 años la producción de soja se ha crecido diez veces; por tanto, se tiene la necesidad urgente de producirla de manera más responsable (WWT, 2014).

El aumento de las tierras cultivables debido al aumento de la producción de ganado vacuno es explicado por Friedrich (2014); FAO y OCDE (2017) quienes indican

que la creciente demanda de productos cárnicos, debido al crecimiento económico y al nivel de ingresos de la población ha sido un determinante en el aumento de tierras cultivables, las cuales se destinan a la producción de alimentos para el ganado vacuno. Igualmente, Rabès et al. (2020) mencionan que los sistemas alimentarios constituyen una carga para el medio ambiente y el uso de los recursos; siendo los alimentos de origen animal los que representan una mayor ocupación de la tierra y emisión de GEI. Por lo tanto, Chai et al. (2019) indican que la reducción del consumo de carne puede aplacar el impacto de la industria cárnica en el medio ambiente.

Según Vivan (2014) la compasión por los animales y el deseo de adoptar un estilo de vida saludable han llevado a muchas personas a dejar de comer carne o disminuir su consumo. Hoy en día las personas se encuentran más informadas en cuanto a problemas ambientales que genera el consumo de carne, y por ende el sector ganadero (Mitloehner, 2018). He et al. (2019) indican que los hábitos alimenticios y la urbanización implican una mayor demanda de tierras cultivables, principalmente destinada a producir alimentos que son acaparadores de grandes extensiones de tierra. Así mismo, Bayona (2019) señala que la ganadería industrial está provocando acaparamiento de tierras de cultivo, siendo ya más de dos tercios de la superficie cultivable dedicada ya al cultivo de alimentos para el ganado, mientras pierde peso la producción de alimentos para las personas.

Por el contrario, Alexander et al. (2017) mencionan que una dieta que implique la mayor cantidad de consumo de productos animales puede ocasionar una mayor reducción de las tierras destinadas a la agricultura. La disminución de las tierras cultivables destinadas a producir alimentación para el ser humano, puede adjudicarse a que el sector ganadero se desarrolla y sus requerimientos de tierra crecen (Pérez, 2008). Igualmente, Schoijet (2004b) indica que preocupación en cuanto a disminución de tierras cultivables se da a partir de las ideas de Malthus, en donde relacionó el aumento de la población con

la disminución de alimentos; y, en una segunda edición admitió que el aumento de alimentos derivados de la ganadería por parte de los ricos, podría disminuir la disponibilidad para los más pobres.

En este contexto, el incremento de las tierras cultivables a causa del aumento del sector ganadero se explica porque para alimentar a más cabezas de ganado vacuno se tiene que producir más alimento. Por lo tanto, para que las personas puedan tener acceso permanente a los alimentos tanto físico como económico, se requiere capacidad y recursos para producir u obtener todos los alimentos necesarios (Latham, 2002). Pero, Figueroa (2005) expresa que el suministro de alimentos no es el problema principal, la clave está en si las personas pueden comprar alimentos suficientes para poder disfrutar de una dieta adecuada, lo que se traduce en una carencia de acceso. La falta de acceso a los alimentos puede ser económica, por altos niveles de pobreza, altos precios de los alimentos, falta de créditos; y física, por la mala infraestructura de carreteras y mercados.

Harrison (2015), menciona que la proporción de alimentos provenientes de la agricultura está disminuyendo, mientras que la de carne va en aumento. Igualmente, FAO (2017) menciona que el aumento de la producción ganadera tiene repercusiones para la agricultura y los sistemas alimentarios. El sector ganadero es una de las causas del cambio de uso de la tierra, ya que cada año se pierden 13 mil millones de hectáreas de superficie forestal a causa de la reconversión en pastizales y tierras de cultivo (FAO, 2013). Así mismo, Dawe y Tate (2018) encuentran que el principal promotor del cambio de uso del suelo es el sector ganadero; entre 1960 y 2011, la producción de alimentos de origen animal ha sido responsable a nivel mundial del 65% de los cambios en el uso del suelo y de la expansión de la tierra cultivada.

Yawson (2021) quien en su estudio para Reino Unido encuentra que el país tiene la necesidad de aumentar sustancialmente el área de tierra actualmente asignada a la

cebada para satisfacer la demanda proyectada de uso de piensos en el futuro, a pesar de los aumentos de productividad observados; ya que los resultados indican que las ganancias de productividad deben complementarse con el aumento de la superficie cosechada. Así mismo, Rodrigues et al. (2021) determinan que el uso futuro de la tierra es determinado por la expansión agro pastoral. Por su parte, Soltani et al. (2020) en Irán concluyen que el futuro suministro y eficiencia alimentaria del país está en juego, debido a la sobreexplotación de los recursos hídricos y de la tierra, destinados principalmente a la expansión del sector ganadero, deforestación y minería.

La agricultura no sólo se debe enfrentar el reto de adaptarse al cambio climático: fuertes lluvias, inundaciones, sequías y olas de calor; sino que también tiene el potencial para contribuir a la mitigación, mediante el secuestro de las emisiones de dióxido de carbono (sistemas agrosilvopastoriles) y la reducción de las emisiones de GEI que se generan tanto en la producción primaria como en todo el sistema agroalimentario (Rodríguez et al. 2015). La agricultura, es bastante sensible a las condiciones climáticas; por ejemplo, cuando se presentan aumentos continuos de la temperatura, estos inciden, luego de un cierto límite y de manera negativa en la productividad y rendimiento de cultivos; lo que en ALC se traduce en impactos sobre el crecimiento económico y la pobreza (Samaniego et al. 2017).

Con respecto a la variación media de temperatura, se puede evidenciar que los países que conforman la región hasta el momento no han pasado el límite de 1,5°C que se planteó como objetivo en el Acuerdo de París (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [UNFCCC], 2015); siendo sí, verdaderamente preocupante el comportamiento al alza de la variable, al pasar el tiempo. Para el análisis de esta variable, se debe tener presente y claro, que a lo largo de la historia el planeta ha experimentado cambios en el sistema climático. Inicialmente, esos cambios dependían

fundamentalmente de la naturaleza; que se llamaba variabilidad natural del clima, pero desde hace varios años con el inicio de la revolución industrial, en estos ha incidido el accionar del hombre (Ochoa et al. 2015).

Específicamente en ALC, la gran variedad de climas existentes, tienen que ver con el hecho de que en ella se encuentra el 70% de la vida terrestre del planeta, junto a una diversa fauna y flora marina. Los biomas de la región varían desde humedades y ecosistemas costeros a desiertos, bosques tropicales, extensas praderas y hábitats andinos de gran altitud. Sumado a esto, su ubicación geográfica y cercanía al mar, son factores ambientales que potencian esta diversidad regional (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP], 2016). Los cambios en la temperatura y las precipitaciones, las olas de calor y el derretimiento de los glaciares tienen efectos adversos en la productividad agrícola y por ende en la pobreza y seguridad alimentaria, ya que la región es bastante vulnerable al cambio climático (Banco Mundial , 2014).

Huang et al. (2020) mencionan que el cambio climático (aumento de las precipitaciones) provoca pérdidas del suelo, pero que este efecto es compensado por la reforestación. Las graves pérdidas de suelos se ha convertido en un problema ambiental muy importante y se ve fuertemente afectado por los cambios climáticos y el uso de las tierras (Guo et al. 2019). Por su parte, Huang et al. (2021) mencionan que los rendimientos de los cultivos son mas sensibles al aumento de precipitaciones y la variabilidad de la temperatura; por lo que indican que para asegurar la seguridad alimentaria bajo un clima cambiante, se deben adoptar las mejores prácticas de gestión que mejoren la estructura del suelo y la retención de nutrientes.

Las precipitaciones y la temperatura a largo plazo aumenta significativamente la producción; pero también puede reducir la eficiencia de los suelos (Rahman y Anik, 2020). Así mismo, Shakhawat et al. (2020); Hossain et al. (2019); Arshad et al. (2018)

encuentran que el cambio climático es una de las principales causas de la degradación de la tierra y de la desertificación ya que disminuye el valor de las tierras, la productividad e ingresos agrícolas. De hecho, para 2030 el cambio climático podría ser el causante de que más de 100 millones de personas caigan en pobreza extrema (Banco Mundial, 2019). Igualmente, De Preneuf (2019) menciona que el cambio climático podría disminuir los rendimientos de los cultivos en las regiones con mayor inseguridad alimentaria.

Rahman et al. (2017) encuentran que las temperaturas altas en tiempo de lluvias pueden destruir la productividad, pero las altas temperaturas de la estación seca son cruciales para la maduración de los cultivos; por lo tanto, mencionan que se debe emplear diversas estrategias de mitigación y adaptación, incluidas actividades de investigación y desarrollo para los diferentes tipos de cultivos. Así mismo, Mahmood et al. (2019) determinan que las altas temperaturas afectan negativamente el rendimiento de ciertos cultivos, mientras que las precipitaciones son beneficiosas; lo cual también provoca alteraciones en los ingresos agrícolas y la seguridad alimentaria mundial, sobre todo de aquellos países que depende mayoritariamente de la agricultura.

Yang et al. (2020); Bell et al. (2020) establecen que las tierras abandonadas ayudan a combatir el cambio climático ya que experimentan una recuperación natural de la vegetación y el carbono del suelo; y ayudan a eliminar el dióxido de carbono de la atmósfera. Por consiguiente, se debe promover prácticas de uso de la tierra con bajas emisiones de carbono, que contribuyan a aminorar los efectos del cambio climático. Igualmente, Mekonnen et al. (2021) encuentran que mejorar las prácticas de conservación del suelo y el agua influyen positivamente en las propiedades físico-químicas del suelo, lo que a su vez implica reducción de emisiones contaminantes y mejor calidad de los suelos a la hora de funcionar como sumideros naturales.

Según, Silveira et al. (2021) mencionan que las emisiones de gases de efecto invernadero están directamente asociadas con los problemas del cambio climático. Parte de estas emisiones son originadas por la agricultura, por la quema de combustibles fósiles como carbón, gas natural y petróleos utilizados como fuente de energía para el desempeño de la maquinaria agrícola. Por otra parte, Del Buono (2021) indican que la salinidad del suelo a causa del uso excesivo de fertilizantes es una de las causas más problemáticas por las que aumentará el cambio climático antropogénico. Así mismo, Shakoore et al. (2021) señalan que las tierras de cultivo debido a su gran superficie y prácticas de gestión emiten emisiones perjudiciales para el medio ambiente, que terminan agravando los problemas del cambio climático.

El crecimiento de la población en ALC ha sido responsable de la preocupación por parte de los productores; aunque no haya problemas en cuanto a la oferta de productos agrícolas. La región presenta amenazas de seguridad alimentaria; pues, la subalimentación ha venido aumentando hasta alcanzar una prevalencia de 6,5% en 2018, luego de lograr una importante reducción entre 2000 (62,6 millones de personas, u 11,9% de la población) y 2014 (38 millones de personas, o 6,1% de la población), tomando en cuenta que en 2019, la región registró 18,5 millones de personas en situación de inseguridad alimentaria aguda a causa de factores económicos y climáticos (FAO, 2019). Las proyecciones indican que, para alimentar a una población mundial de 9100 millones de personas en el año 2050, la producción de alimentos deberá aumentar en un 70% (FAO, 2017).

Según datos del Banco Mundial (2021), el crecimiento de la población ha pasado de 2,77% en 1961 a 0,93% en 2019, lo cual evidencia una disminución en la tasa de crecimiento. El número de hijos tenidos por una mujer latinoamericana en los años 50 se redujo desde seis a cinco niños en el decenio de 1970, llegando a poco más de tres hijos

en 1990-1995 (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía [CELADE], 1992). Casi la mitad de la población mundial vive en países que registran baja fecundidad, 18 de estos países se encuentran en ALC; siendo así que para los años 2010-2015, la tasa global de fecundidad (hijos por mujer) llegó a ser de 2,2. También, se evidencia una mayor esperanza de vida; en promedio se ganó 23 años de duración de vida entre 1950 y 2015 (Duda, 2018; Cabella y Nathan, 2018).

Con relación a la última publicación de las estimaciones y proyecciones de la población por las Naciones Unidas, la población de la región empezará a decrecer en aproximadamente 40 años; pues ALC pasó de un crecimiento medio anual de 4,8 millones de personas en 1955 a un máximo de casi 8,2 millones en 1990. A partir de 1990, el crecimiento de la población empieza a desacelerarse y, actualmente la población crece a un ritmo de 6 millones de personas al año. Esta desaceleración es resultante principalmente de la disminución del número de hijos que las mujeres desean tener. Es importante destacar, que en el caso de la población mundial no se vislumbra un crecimiento negativo en los próximos 80 años; a diferencia de ALC que se proyecta una disminución de la población a partir de 2059 (CELADE, 2019).

Mugizi y Matsumoto (2020) demuestran que la presión de la población reduce la calidad del suelo y también induce la intensificación agrícola. Esto sugiere que, aunque los agricultores están tratando de mitigar los efectos negativos de la población en la calidad del suelo, la tasa de degradación del suelo está superando la de intensificación. Así mismo, Prabhakar (2021) menciona que la población en rápido crecimiento y sus necesidades constituyen uno de los principales impulsores de los cambios en el uso de la tierra; siendo así que las prácticas agrícolas intensivas han ejercido presión sobre los ecosistemas como la degradación de la tierra, erosión y pérdida de fertilidad del suelo y las emisiones GEI.

En cuanto al uso de fertilizantes como causante de las variaciones en las tierras cultivables; Toledo (2016) indica que el desconocimiento en cuanto al manejo de los suelos ha llevado a los agricultores a utilizar métodos basados en el uso excesivo de fertilizantes, lo cual genera una mejor respuesta productiva de los cultivos y a la vez deterioro de los suelos productivos. Sumado a esto, Habtemariam et al. (2019); Adnan et al. (2017) mencionan que la adopción de fertilizantes y la recolección de aguas lluvia, reduce el porcentaje de las personas que sufren inseguridad alimentaria y mejora el rendimiento e ingresos de muchos agricultores. Sin embargo, estos recursos por sí solos no generan cambios significativos en términos de reducción de la pobreza y la inseguridad alimentaria.

Carneiro et al. (2021) establecen que los fertilizantes de fosfato de biocarbón puede reemplazar al fertilizante convencional, de esta manera no se vería comprometido el rendimiento de los cultivos ni a corto ni en el largo plazo. De igual manera, Fontana et al. (2021) encuentran que el uso adecuado de fertilizantes y la implementación de cultivos de cobertura provocan en el largo plazo una mejora en las propiedades del suelo y un mayor rendimiento de los cultivos. En el corto plazo, los fertilizantes proveerán los nutrientes necesarios a las plantas; pero, en el largo plazo se evidencia una pérdida de la capacidad productiva (Cartes.2013). Por otra parte, Firth et al. (2020) indican que el uso de abonos orgánicos son insumos que mejoran la fertilidad de los suelos e inclusive podrían reducir la necesidad de aplicación de fertilizantes sintéticos.

Para las tierras cultivables como causante del uso de fertilizantes, García et al. (2018) concluyen que a medida que aumenta el tamaño del predio y el ingreso; la tasa de adopción de fertilizantes también lo hace. De igual manera, Fresco (2003) menciona que la evolución de la agricultura se ha dado en respuesta a las tendencias demográficas y económicas; por lo que ha sido necesario intensificar el uso de fertilizantes con la

finalidad de aumentar la productividad de los cultivos y así poder satisfacer la demanda de alimentos presente y futura. Así mismo, Hu et al. (2020) señalan que el crecimiento de la población ha provocado aumentos de las tierras destinadas al cultivo; y esto a su vez una mayor intensidad de los fertilizantes para poder producir al mismo ritmo de la población.

e. MATERIALES Y MÉTODOS

1. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.

1.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Los datos que fueron necesarios para la presente investigación se obtuvieron de las fuentes estadísticas de la FAO (2020) y del Banco Mundial (2021). Como variable dependiente se utilizó la extensión de tierras cultivables per cápita en hectáreas que mide la disponibilidad de tierras cultivables para cada persona y como variable independiente las cabezas de ganado vacuno en unidades, que miden la presencia de la ganadería en la región. Consecutivamente, se agregaron tres variables de control, por considerarse importantes para la estimación; y, sobre todo para dar mayor robustez al modelo: el cambio climático, el uso de fertilizantes y el crecimiento de la población.

El cambio climático que mide la variación media de temperatura de un año a otro y que hoy en día se considera una amenaza para la seguridad alimentaria (Banco Mundial, 2019); el uso de fertilizantes medido por la cantidad de kilogramos de fertilizantes nitrogenados utilizada por cada hectárea de suelo agrícola. Se añadió tal variable ya que afecta a la productividad y degradación de los suelos (Segrelles, 2001); y el crecimiento de la población que representa la variación del número de habitantes en cada país; la cual ha sido pionera en cuanto al estudio de las tierras cultivables. Además, se utilizó datos panel, con un periodo de análisis de 1961 hasta 2017. Debido a la escasa disponibilidad de datos, solamente se pudo abarcar a 21 países que conforman la región de América Latina y el Caribe; 15 pertenecientes al sector de América Latina¹ y seis al Caribe². En la Tabla 1, se detallan las variables utilizadas dentro del modelo econométrico.

¹ Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

² Barbados, Cuba, Jamaica, República Dominicana, Saint Kitts y Nevis, Trinidad y Tobago.

Tabla 1*Descripción de las variables y fuentes de datos*

Tipo de variable	Variable y notación	Unidad de medida	Fuente de datos	Descripción
Dependiente	Tierras cultivables per cápita (tcp)	Hectáreas	Banco Mundial	Son aquellas en las cuales se siembran cultivos que ocupan la tierra durante períodos prolongado. En esta categoría se incluyen los terrenos con arbustos de flores, árboles frutales y árboles de frutos secos; pero se excluyen aquellos donde se siembran árboles madereros.
Independiente	Cabezas de ganado vacuno (lcv)	Existencias	FAO	Número de cabezas de ganado vacuno en pie, animales que son utilizados para la producción de carne y leche.
Variable de control	Variación de temperatura (vt)	Grados centígrados	FAO	Cambio de temperatura superficial media con respecto a una climatología de referencia. Estas variaciones medias de temperatura están expresadas en grados centígrados.
Variable de control	Crecimiento de la población (cpob)	Tasa de crecimiento	Banco Mundial	La tasa de crecimiento poblacional anual es el crecimiento de la población a mitad de año, del año t-1 al año t, expresada como porcentaje. Se cuenta a todos los residentes independientemente de su estado legal o ciudadanía.
Variable de control	Uso de fertilizantes (lfn)	Kilogramos	FAO	Son aquellos a los que se les incorpora nitrógeno o compuestos derivados de éste, se utilizan para favorecer el crecimiento de las plantas y mejorar su estructura celular. Causan contaminación del agua y atmósfera.

Nota. Adaptado al Banco Mundial (2020) y FAO (2020).

Posteriormente, en la Tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos de la variable dependiente e independiente incluidas las variables de control, con un total de 1197 observaciones, 57 años y 21 países, sus respectivas medias, máximos y mínimos. En promedio, la cantidad de tierras cultivables por cada habitante es de 0,26 hectareas.

De igual manera las cabezas de ganado vacuno existentes en cada país son en promedio 14,7 millones. La población aumenta en 1,64% anualmente, la variación media de la temperatura es en promedio 0,39 °C; y, finalmente el uso promedio de fertilizantes es de 17,26 millones de kilogramos.

La variación entre países es mayor que dentro de los países, tanto para las tierras cultivables per cápita, las cabezas de ganado vacuno, el crecimiento de la población y el uso de fertilizantes. Por el contrario, la variación media de temperatura es mayor dentro de los países que entre países, por lo tanto; existe una mayor variabilidad dentro de los países. En conclusión, la variación de las variables viene explicada mayoritariamente por la desviación estándar entre países. Los valores máximos y mínimos de todas las variables se encuentran dentro de lo normal. Cabe recalcar, que en cuanto a la variación media de temperatura el valor máximo nos indica que, se ha mantenido el aumento de la temperatura en menos de 2°C según lo propuesto en el Acuerdo de París aprobado en 2015; pues su valor es de 1,7°C, aunque esto genera preocupación ya que es un valor muy cercano a 2°C (ONU, 2020).

Tabla 2.

Estadísticos descriptivos

Variable	Mean	Sed. Dev	Min	Max	Observations
overall	0,263	0,213	0,018	1,101	N = 1197
tcp	between	0,202	0,039	0,896	n = 21
	within	0,079	0,052	0,662	T = 57
overall	14,709	2,489	7,600	19,200	N = 1197
lcv	between	2,533	8,429	18,684	n = 21
	within	0,288	13,759	15,386	T = 57
overall	1,641	0,938	-2,099	3,588	N = 1197

cpob	between		0,752	0,029	2,687	n = 21
	within		0,584	-2,150	3,081	T = 57
	overall	0,393	0,447	-0,785	1,697	N = 1197
vt	between		0,095	0,177	0,551	n = 21
	within		0,437	-0,713	1,649	T = 57
	overall	17,259	2,285	2,625	22,367	N = 1197
lfn	between		2,094	11,818	20,525	n = 21
	within		1,020	8,065	20,599	T = 57

Nota. Adaptado al Banco Mundial (2020) y FAO (2020).

1.2 ESTRATEGIA ECONOMETRICA.

Con la finalidad de evaluar el efecto de la ganadería en las tierras cultivables se llevó a cabo un análisis de datos panel, mediante el uso de técnicas de cointegración para 21 países que conforman América Latina y El Caribe, durante un periodo de 1961-2017. La estrategia econométrica utilizada se realizó conforme el planteamiento de los objetivos específicos; por lo tanto; la investigación tuvo varias etapas que se explican a continuación.

Objetivo específico 1: *“Analizar la correlación y evolución de la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017”*

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico, se procedió a realizar un análisis descriptivo en base a gráficos de evolución de las tierras cultivables y de las existencias de cabezas de ganado vacuno, con la finalidad de describir y explicar las diferentes fases que han presentado las variables a lo largo del tiempo. De la misma manera, se realizó diagramas de dispersión para determinar la relación y dirección existente entre las variables.

Objetivo específico 2: “Estimar la relación en el corto y largo plazo entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017”

Para el cumplimiento del presente objetivo fueron necesarios algunos planteamientos antes de estimar la relación en el corto y largo plazo. Primeramente, se estima un modelo de efectos fijos y aleatorios, por lo que su representación formal se muestra en la Ecuación 1 y la Ecuación 2, en el orden antes descrito:

$$tcp_{it} = v_i + \beta_1 lcgv_{it} + \beta_2 lpob_{it} + \beta_3 vt_{it} + \beta_4 lfn_{it} + e_{it} \quad (1)$$

Donde v_i es un vector de variables dicotómicas para cada estado. tcp_{it} es la cantidad de tierras cultivables del país i ($i = 1, 2, 3, 17$) en el periodo t ($t = 1961, 1962, \dots, 2017$); lcv_{it} son el logaritmo de las cabezas de ganado vacuno que existen; $lpob_{it}$ es el logaritmo de la población total; vt_{it} es la variación media de la temperatura; lfn_{it} es el logaritmo del uso de los fertilizantes y e_{it} es el término de error estocástico.

$$tcp_{it} = \alpha_i + \beta_1 lcv_{it} + \beta_2 lpob_{it} + \beta_3 vt_{it} + \beta_4 lfn_{it} + e_{it} \quad (2)$$

Donde $\alpha_i = \alpha + u_i$ Es decir, en vez de considerar a α como fija, suponemos que es una variable aleatoria con un valor medio α y una desviación aleatoria u_i de este valor medio.

Posteriormente, por medio del test de Hausman (1978) se prueba la hipótesis nula de que efectos aleatorios es el mejor modelo a estimar, tomando como referencia el valor de $Prob > Chi^2$ mayor a 0.05 para aceptar la hipótesis nula, caso contrario se aceptaría un modelo de efectos fijos.

Se cree conveniente estimar la relación existente entre las tierras cultivables y las cabezas de ganado vacuno, incluidas las variables de control; mediante una regresión de

Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS). Para ello, primeramente, es muy necesario aplicar pruebas de diagnóstico que sirven para verificar la existencia de multicolinealidad, autocorrelación, heteroscedasticidad y dependencia de sección cruzada en el modelo, las cuales se explican en el Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 5, respectivamente. Por tanto, se aplicó la prueba de autocorrelación de Wooldridge (2010), la prueba de heteroscedasticidad de Wald (1939) y la prueba de dependencia de sección cruzada de Pesaran (2004), de las cuales se prueban la hipótesis nula de no autocorrelación, no heteroscedasticidad y no dependencia de sección cruzada, aceptando la existencia de estos tres problemas si la probabilidad es menor a 0,05.

Una vez que se verificó la existencia de los problemas antes mencionados, se procedió a estimar el modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) el cual permite corregir los problemas de autocorrelación y heteroscedasticidad (Greene, 2012). La ecuación (3) muestra el planteamiento del modelo GLS, incluyendo variables de control.

$$tcp_{it} = (\alpha_0 + \beta_0) + \gamma_1 lcgv_{it} + \gamma_2 lpob_{it} + \gamma_3 vt_{it} + \gamma_4 lfn_{it} + e_{it} \quad (3)$$

Donde tcp_{it} es la cantidad de tierras cultivables del país i ($i = 1, 2, 3, \dots, 17$) en el periodo t ($t = 1961, 1962, \dots, 2017$); $lcgv_{it}$ son el logaritmo de las cabezas de ganado vacuno que existen; $lpob_{it}$ es el logaritmo de la población total; vt_{it} es la variación media de la temperatura; lfn_{it} es el logaritmo del uso de los fertilizantes y e_{it} es el término de error estocástico. α_0 y β_0 miden el efecto en el tiempo y el espacio, respectivamente.

Previo a la estimación de la relación en el corto y largo plazo se procedió a verificar la estacionariedad de las variables; para lo cual se realizó las pruebas de raíz unitaria de segunda generación propuesta por Pesaran (2007). Se aplican pruebas de raíz unitaria y cointegración de segunda generación por la presencia de dependencia de sección cruzada. En caso de que las variables presenten el problema de raíz unitaria, se

concluye que las variables son no estacionarias y por lo tanto se procede a efectuar procedimientos de diferenciación. En base a esta prueba, se puede determinar la cantidad de rezagos que las variables necesitan para evitar estimaciones espurias.

Luego se verificó la relación en el largo y corto plazo. Para ello, se utilizó el modelo formulado en la ecuación (3) y se estima el modelo propuesto por Westerlund (2007) el cual desarrolla cuatro pruebas de cointegración. Las dos primeras pruebas G_α y G_T analizan si existe cointegración en al menos una unidad de sección cruzada; P_α y P_T prueban la existencia de cointegración en todo el conjunto de la información sobre todas las unidades de sección cruzada. La ecuación (4) formaliza el modelo:

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n-1} \beta_{ij} X_{it-j} + \sum_{j=1}^{n-1} \omega_{ij} Y_{it-j} + \pi_i ECT_{t-1} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Donde Y_{it} es la variable dependiente del país i en el momento t ; $\alpha_i = 1, 2, \dots, N$ es el término constante. Los parámetros β , ω y π son los estimadores asociados con los regresores, mientras que ECT es el término de corrección de error obtenido del vector de cointegración. Finalmente, ε_{it} es el término de error aleatorio estacionario con media cero.

En cuanto a la estimación de la relación en el corto plazo se utilizó como base modelos de corrección de errores planteado por Pesaran, Yongcheol y Smith (1999); el estimador de media grupal (MG) y el estimador agrupado de la media individual (PMG). Se estimó el modelo MG y PMG y se probó la diferencia de estos dos modelos bajo la prueba de Hausman (1978) con una hipótesis nula de que el estimador PMG es el adecuado. La especificación del modelo se presenta en la Ecuación 5:

$$y_{it} = \phi_i (y_{i,t-1} - \theta_i X_{it}) + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_{ij}^* y_{i,t-1} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_{ij}^* X_{i,t-j} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Donde, el parámetro ϕ es el término de la velocidad de ajuste de la corrección del error.

Objetivo específico 3: “Estimar la relación causal entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017”.

Finalmente, fue necesario aplicar las pruebas de causalidad tipo Granger, desarrolladas para comprobar si los resultados de una variable sirven para predecir a otra variable; es decir, si estas tienen un comportamiento unidireccional o bidireccional. De forma más general, si el comportamiento de A causa en el sentido de Granger al comportamiento de B, se dice que la relación es unidireccional. Si, por el contrario, el comportamiento de B predice el comportamiento de A, se dice que existe una relación bidireccional. Por lo tanto, se utilizó el procedimiento desarrollado por Dumitrescu y Hurlin (2012) para determinar causalidad de Granger en datos panel. La representación formal se presenta en la Ecuación 6:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^k y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^k X_{i,t-k} + \mu_{i,t} \quad (6)$$

Donde, $\beta_i = \beta_i^{(1)}, \dots, \beta_i^{(k)}$. α_i denota efectos individuales que se supone se deben corregir en la dimensión de tiempo. K representa órdenes de retraso y se supone es igual para todas las unidades de sección transversal del panel donde el panel está equilibrado. $\gamma_i^{(k)}$ y $\beta_i^{(k)}$ representan los parámetros de retraso y pendiente que se diferencian entre grupos, suponiendo igualmente que son constantes en el tiempo. El modelo se establece como un modelo de coeficiente fijo con efectos individuales fijos. Las hipótesis de estas pruebas son:

H0: variable dependiente no causa-Granger variable independiente.

H1: variable dependiente causa-Granger a la variable independiente para al menos un panel (id).

f. RESULTADOS

1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Analizar la correlación y evolución de la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017.

1.1 Análisis de la tendencia y evolución.

La Figura 2 muestra la evolución y tendencia que han tenido en el tiempo las tierras cultivables per cápita y las cabezas de ganado vacuno desde 1961 hasta 2017. Las tierras cultivables presentan una rápida tendencia decreciente hasta el año 2000; en adelante se podría decir que la variable se mantiene constante, con un ligero aumento para los años comprendidos entre 2008 y 2014. A partir del año 2015 empieza nuevamente a descender. Por otra parte, las cabezas de ganado vacuno en cambio presentan un rápido crecimiento hasta 1990. Para los años siguientes, se observa un comportamiento cíclico de las cabezas de ganado vacuno. Finalmente, a partir del año 2010 la variable empieza a descender. En contraste con las tierras cultivables, se observa que las dos variables están disminuyendo en los últimos años de estudio.

Actualmente, existe una preocupación generalizada en cuanto a la disminución de tierras cultivables en el mundo. Según Banco Mundial (2021), la cantidad de tierras cultivables per cápita en el mundo han disminuido de 0,36 ha en 1961 a 0,18 ha en 2018. Igualmente, se evidencia un aumento de la producción de carne de ganado vacuno a nivel mundial, pues; pasó de 27.684.560 toneladas en 1961 a 67.353.900 toneladas en 2018 (FAO, 2018). El 99,7% de los alimentos que necesita el ser humano para sobrevivir provienen de la tierra; por lo tanto, es de vital importancia tener presente que las tierras y suelos productivos son pilares básicos para nuestra vida y nuestras economías (Barbut, 2014).

La disminución de tierras no solamente se evidencia a través de la extensión territorial, sino también en que las tierras pierden su productividad a través de la degradación; lo que provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y en su capacidad productiva (Prado y Veiga, 1993). Por tanto, UNCCD (2017) indica que las tierras degradadas en ALC representan más de una quinta parte de los bosques y las tierras agrícolas. El sector de la agricultura contribuye significativamente al crecimiento económico, y; también contribuye notoriamente a la reducción de la pobreza y del hambre (FAO, 2012). Entonces, la disponibilidad de tierras aptas para el cultivo es de fundamental importancia ya que se convierten en un medio para salir de la desnutrición y el hambre, también se convierte en una fuente de ingresos para quienes habitan en las zonas rurales (FAO, 2005) .

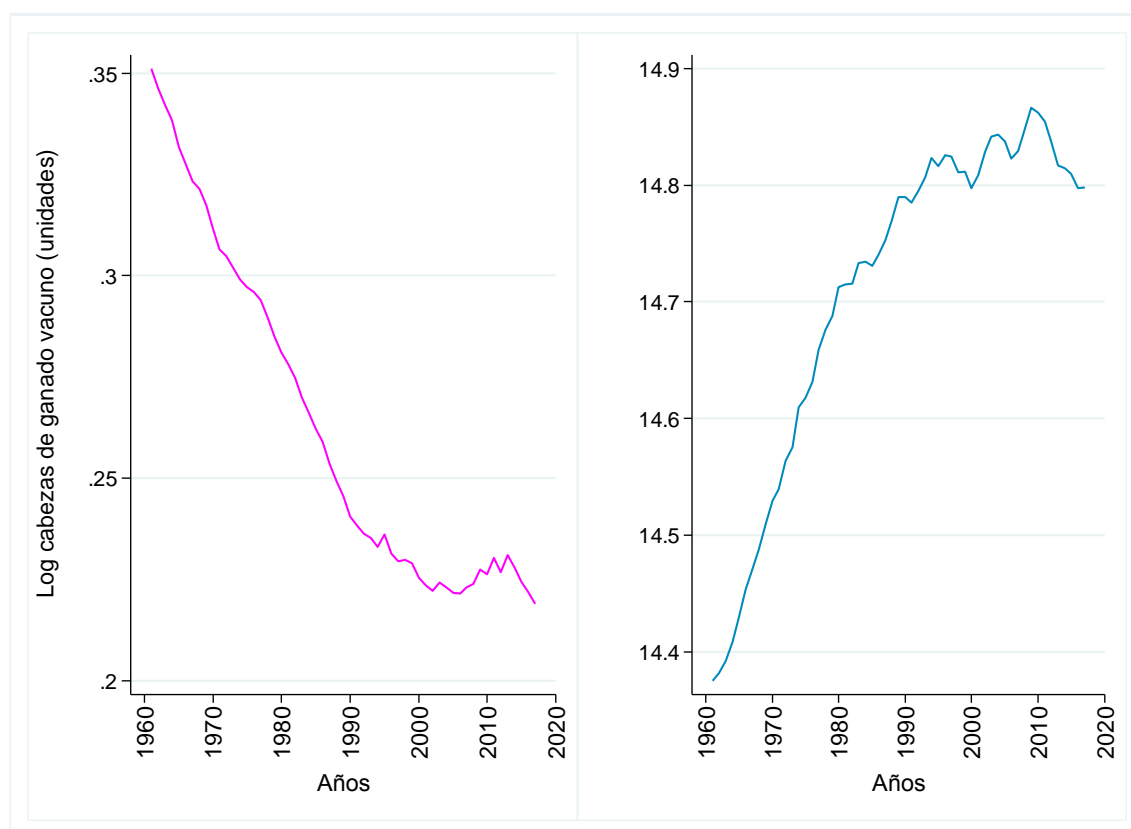
Con relación a la evolución del sector ganadero en América Latina y EL Caribe, la producción ganadera se mantiene un rápido ritmo de crecimiento que es más el resultado del incremento de los inventarios que de la adopción de tecnologías para incrementar el rendimiento (CEPAL et al. 2017). Según FAO (2016), en las últimas décadas se ha evidenciado un aumento importante en la demanda mundial de productos de origen animal, para el 2050 se estima un aumento hasta del 70%. Sin embargo, América Latina ha respondido favorablemente a esa tendencia, convirtiéndose en el principal exportador global de carne bovina y de aves.

América Latina y El Caribe fue la segunda región del mundo que más creció en su producción ganadera entre 1961 y 2007. En 2018 la producción agrícola total de la región sería un 75 % mayor a 2000, debido al crecimiento de la población y aumento de sus ingresos, convirtiéndose en uno de los sectores más dinámicos de la economía agrícola (FAO, 2010). La expansión del sector pecuario en las últimas décadas representa una oportunidad de desarrollo para los países, pero también conllevar a costos muy

elevados para el medio ambiente y la lucha contra el cambio climático: el sector ganadero es el responsable del 9% del CO₂ procedente de las actividades humanas y a la vez un porcentaje más elevado de otros gases de efecto invernadero que son más perjudiciales (Steinfeld, 2006).

Figura 2.

Evolución y tendencia de las tierras cultivables y la producción de ganado vacuno.



Nota. Adaptado a los datos del Banco Mundial (2020) y FAO (2020).

Para dar una mayor profundidad al análisis se ha realizado también los gráficos de evolución de las variables de control utilizadas en el modelo. Por lo tanto, la Figura 3 muestra el comportamiento del crecimiento de la población, la variación media de temperatura y el uso de fertilizantes, durante el periodo de análisis. De manera general se puede observar que tanto el uso de fertilizantes como la variación media de temperatura

tienen un comportamiento creciente a lo largo del tiempo; a diferencia del crecimiento de la población que muestra una tendencia decreciente.

Según datos del Banco Mundial (2021), el crecimiento de la población ha pasado de 2,77% en 1961 a 0,93% en 2019. Sin embargo, la población sigue creciendo, aunque en este caso lo ha venido haciendo en menor cuantía. El número de hijos tenidos por una mujer latinoamericana en los años 50 se redujo desde seis a cinco niños en el decenio de 1970, llegando a poco más de tres hijos en 1990-1995 (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía [CELADE], 1992). Casi la mitad de la población mundial vive en países que registran baja fecundidad, 18 de estos países se encuentran en ALC; siendo así que para los años 2010-2015, la tasa global de fecundidad llegó a ser de 2,2. Se evidencia una mayor esperanza de vida; en promedio se ganó 23 años entre 1950 y 2015 (Duda, 2018; Cabella y Nathan, 2018).

Con relación a la última publicación de la población por las Naciones Unidas, la población de la región empezará a decrecer en aproximadamente 40 años; pues ALC pasó de un crecimiento anual de 4,8 millones de personas en 1955 a un máximo de 8,2 millones en 1990. A partir de 1990, el crecimiento de la población empieza a desacelerarse y, actualmente la población crece a un ritmo de 6 millones de personas al año. Esta desaceleración es resultante principalmente de la disminución del número de hijos que las mujeres desean tener, llegando en 2058 a alcanzar su población máxima de 767,5 millones de personas. Es importante destacar, que en el caso de la población mundial no se vislumbra un crecimiento negativo en los próximos 80 años; a diferencia de ALC que se proyecta una disminución de la población a partir de 2059 (CELADE, 2019).

Con respecto a la variación media de temperatura, se puede evidenciar que la región hasta el momento no ha superado el límite de 1,5°C como objetivo en el Acuerdo de París (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

[UNFCCC], 2015); siendo sí, verdaderamente preocupante el comportamiento al alza de la variable. Para el análisis de esta variable, se debe tener presente y claro, que a lo largo de la historia el planeta ha experimentado cambios en el sistema climático. Inicialmente, esos cambios dependían fundamentalmente de la llamada variabilidad natural del clima, pero desde hace varios años con el inicio de la revolución industrial, en estos ha incidido el accionar del hombre, para el cual se utiliza cambio climático antropogénico, generado por la emisión de gases de efecto invernadero (Ochoa, et al. 2015).

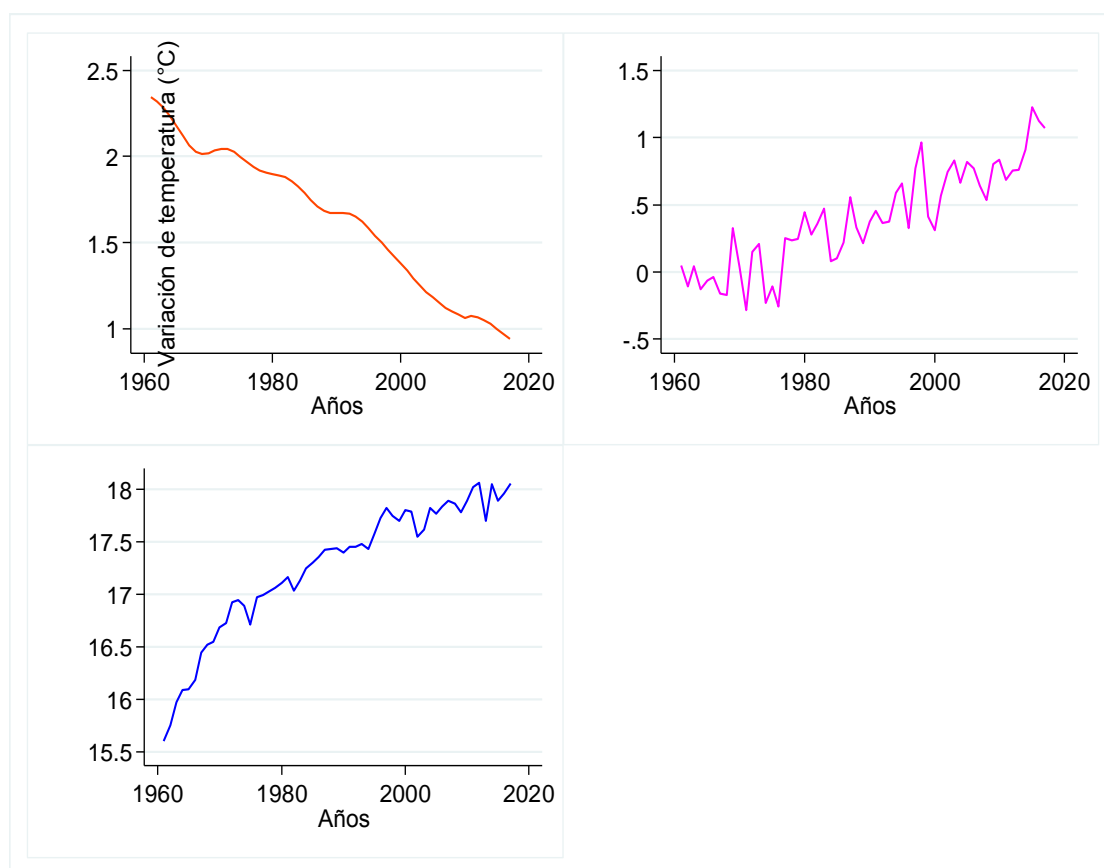
Específicamente en ALC, la gran variedad de climas existentes, tienen que ver con que en ella se encuentra el 70% de la vida terrestre del planeta, junto a una diversa fauna y flora marina. Los biomas de la región varían desde humedades y ecosistemas costeros a desiertos, bosques tropicales, extensas praderas y hábitats andinos de gran altitud. Sumado a esto, su ubicación geográfica y cercanía al mar, son factores ambientales que potencian esta diversidad regional (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP], 2016). Los cambios en la temperatura y las precipitaciones, las olas de calor y el derretimiento de los glaciares tienen efectos adversos en la productividad agrícola y por ende en la pobreza y seguridad alimentaria (Banco Mundial , 2014).

En lo referente al uso de fertilizantes, el comportamiento es creciente, lo cual es explicado en gran parte por el aumento del consumo; que ha hecho necesario expandir y aumentar la producción agrícola y con ello el uso de fertilizantes CEPAL et al. (2019). Sin embargo, en los últimos cinco años, la productividad agrícola en la región se ha visto afectada por el avance tecnológico y los retrasos en la inversión en infraestructura, así como por un mayor uso de insumos como la tierra y la mano de obra (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2019). El aumento en el uso de fertilizantes también se ha dado debido a la intensidad en su uso por hectárea; en el

2004 fue de 23,6 kg/ha, mientras que en el 2014 fue de 29,5 kg/ha, lo cual equivale a un incremento del 24,98% (Mostacedo, 2018).

Figura 3

Evolución y tendencia de las variables de control 1961-2017



Nota. Adaptado a los datos del Banco Mundial (2020) y FAO (2020).

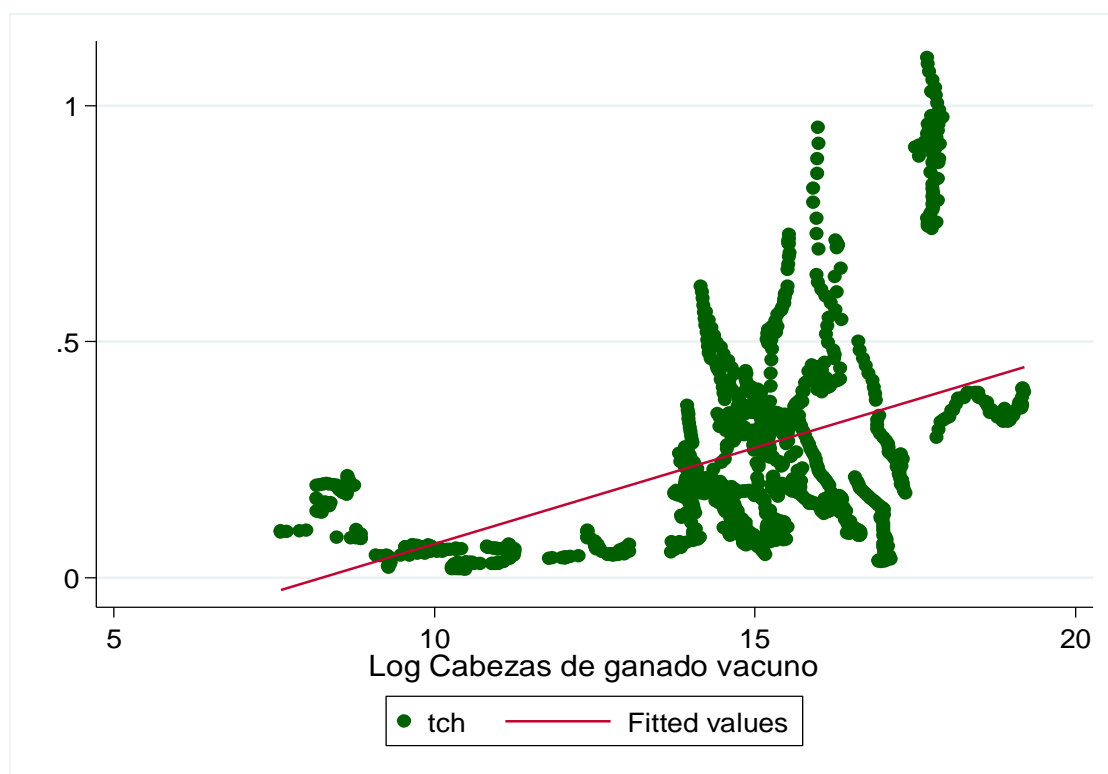
1.2. Análisis de la correlación

La Figura 4 muestra la correlación entre las tierras cultivables y las cabezas de ganado vacuno. Se observa que las variables tienen una relación positiva, es decir, que los incrementos de las tierras cultivables están asociados a los incrementos de las cabezas de ganado vacuno. Sin embargo, los datos no se ajustan a la línea de tendencia, lo que implica que las variaciones de las tierras cultivables están siendo influenciadas por otras variables.

Adicionalmente, FAO (2006) indica que la ganadería es la actividad humana que ocupa una mayor superficie de tierra, en total; al sector ganadero se destina el 70% de la superficie agrícola, el 30% de la superficie del planeta y ocupa el 33% de toda la superficie cultivable, destinada a producir forraje. La soja en América Latina es uno de los principales productos de alimentación para el ganado; pero la producción de la soja ha sido causante de que enormes áreas de tierra han sido convertidas en tierras destinadas a la agricultura, convirtiéndose en uno de los cultivos más importantes ya que en los últimos 50 años la producción de soja se ha crecido diez veces; por tanto, se tiene la necesidad urgente de producirla de manera más responsable (WWT, 2014).

Figura 4.

Correlación entre las tierras cultivables y la producción de ganado vacuno



Nota. Adaptado a los datos del Banco Mundial (2020) y FAO (2020). Tch indica la variable tierras cultivables per cápita en hectáreas.

Igualmente, se realiza el análisis de los gráficos de correlación correspondientes a las variables de control incluidas en el modelo, la Figura 5 muestra los resultados. Se puede observar que para las tres variables no se evidencia un patrón que pueda determinar en si la dirección que tienen estas variables con la disponibilidad de tierras cultivables; por tanto, su relación puede ser positiva o negativa debido a que no hay una tendencia clara. Pero, aparentemente se determina una relación positiva entre el uso de fertilizantes y el crecimiento de la población con las tierras cultivables; y una relación negativa entre la variación media de temperatura y las tierras cultivables.

Por una parte, la agricultura no sólo se debe enfrentar el reto de adaptarse al cambio climático: fuertes lluvias, inundaciones, sequías y olas de calor; sino que también tiene el potencial para contribuir a la mitigación, mediante el secuestro de las emisiones de dióxido de carbono (sistemas agrosilvopastoriles) y la reducción de las emisiones de GEI que se generan tanto en la producción primaria como en todo el sistema agroalimentario (Rodríguez et al. 2015). La agricultura, es bastante sensible a las condiciones climáticas; por ejemplo, cuando se presentan aumentos continuos de la temperatura, estos inciden, luego de un cierto límite y de manera negativa en la productividad y rendimiento de cultivos; lo que en ALC se traduce en impactos sobre el crecimiento económico y la pobreza (Samaniego et al. 2017).

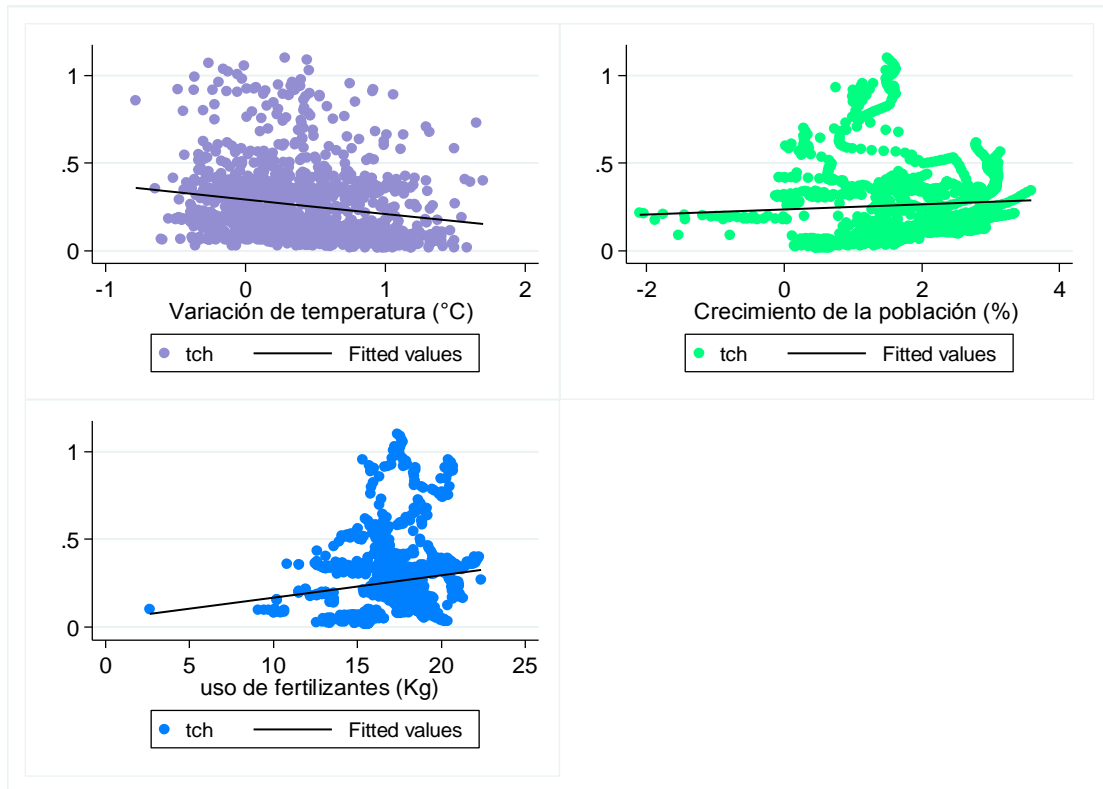
El crecimiento de la población ha sido preocupación por parte de los productores; aunque hasta la actualidad no haya problemas en cuanto a la oferta de productos agrícolas, la región presenta amenazas en la seguridad alimentaria; puesto que la subalimentación ha venido aumentando hasta alcanzar una prevalencia de 6,5% en 2018, luego de lograr una importante reducción entre 2000 (62,6 millones de personas, u 11,9% de la población) y 2014 (38 millones de personas, o 6,1% de la población), tomando en cuenta que en 2019, la región registró 18,5 millones de personas en situación de inseguridad alimentaria

aguda a causa de factores económicos y climáticos (FAO, 2019). Las proyecciones indican que, para alimentar a una población mundial de 9100 millones de personas en el año 2050, la producción de alimentos deberá aumentar en un 70% (FAO, 2017).

Finalmente, el uso de fertilizantes en la región está alterando la vida y estructura de los suelos, siendo los fertilizantes quienes tienen el impacto más severo con relación al resto de agroquímicos. Particularmente, en el clima tropical cualquier disturbio mecánico del suelo lleva a procesos de degradación del mismo que son superiores en magnitud que su capacidad de recuperación (Salcedo y Guzmán, 2014). Por el contrario, los fertilizantes han aportado a disminuir el uso de los suelos de la región ya que gracias a su uso los suelos se vuelven más productivos, y por ende existe un mayor rendimiento; sin embargo, en el largo plazo implican pérdidas de nutrientes y degradación de los suelos que en su mayoría en la región son aptos para el cultivo (Ibrahim y Montiel, 2016).

Figura 5

Correlación entre las tierras cultivables y las variables de control



Nota. Adaptado a los datos del Banco Mundial (2020) y FAO (2020). Tch indica la variable tierras cultivables per cápita en hectáreas.

2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Estimar la relación en el corto y largo plazo entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017

2.1 Estimación del modelo GLS.

Antes de la estimación del modelo GLS, se determinó la existencia de multicolinealidad, heteroscedasticidad, autocorrelación y dependencia de sección cruzada, cuyos resultados se muestran en el Anexo 2, Anexo3, Anexo 4 y Anexo 5. Para

la multicolinealidad los valores de relación fueron menores a 0,80; lo cual descarta la multicolinealidad. En cambio, para heteroscedasticidad, autocorrelación y dependencia de sección cruzada los valores de la probabilidad fueron menores a 0,05, lo que permitió establecer la presencia de dichos problemas; puesto que en todos los casos se rechazó la hipótesis nula. Por consiguiente, los resultados de la estimación del modelo GLS se presentan en la Tabla 3, los cuales indican la relación existente entre las tierras cultivables y las cabezas de ganado vacuno, incluidas las variables de control.

Los resultados indican que la variable cabezas de ganado vacuno muestra una relación estadísticamente significativa y positiva con las tierras cultivables; incluidas las variables de control. Es decir, un aumento del 1% en las cabezas de ganado vacuno está asociado a un incremento de 0,04 hectáreas en las tierras cultivables. Las variables; variación media de la temperatura y el uso de fertilizantes también muestran significancia y una relación negativa con las tierras cultivables; es decir, que el aumento de 1°C en la temperatura provoca una disminución de 0,004 hectáreas en la extensión de tierras cultivables. De igual manera, el aumento del 1% en el uso de fertilizantes disminuye las tierras cultivables en 0,012 hectáreas. Finalmente, el crecimiento de la población no resultó ser significativa dentro del modelo.

La relación positiva que muestra las cabezas de ganado con la disponibilidad de tierras cultivables, no sería favorable ya que en sí, ese aumento sería destinado a la cría y producción de ganado; mas no a la alimentación del ser humano, lo cual pondría en peligro la seguridad alimentaria de los habitantes que pertenecen a la región de América Latina y El Caribe; y, a la vez empeoraría los escenarios de hambre y desnutrición; sobre todo se vería afectada una alimentación saludable en base a frutas y verduras que se cultivan haciendo uso de los suelos. Igualmente, ese aumento en el uso de las tierras

cultivables a causa de la ganadería indica la falta de productividad y rendimiento del sector ganadero en la región, lo cual implica mayores costos por cada unidad producida.

El uso de fertilizantes por su parte, tiene sus ventajas y desventajas. Por una parte, aumentan el rendimiento de los cultivos, permitiendo así alimentar a la creciente población; pero, por otra parte, su uso excesivo provoca degradación de los suelos; puesto que su composición química provoca daños en los suelos, que con el uso excesivo y prolongado termina con empeorar la salud de los suelos. Sumado a esto, los fertilizantes son contaminadores de aguas subterráneas que después terminan siendo fuentes de riego para los cultivos igualmente; dicha situación afecta al normal crecimiento de las plantas; y a la vez, contaminación de los alimentos, que se traduce en graves problemas en la salud del ser humano.

La variabilidad del clima al estar asociada a sucesos como: fuertes lluvias, inundaciones y sequías, son factores que inciden en la producción y distribución de cultivos ya que estos muchas de las veces generan pérdidas de cosechas y cuantiosos costos al tratar de recuperar en lo posible alguna parte de la siembra. Estas pérdidas también implican una reducción de ingresos para las personas que en su mayoría habitan en las zonas rurales y que dependen fundamentalmente de la agricultura; pudiendo empeorar la situación de pobreza y afectando el crecimiento económico, ya que el sector de la agricultura aporta notoriamente a la producción total de los países que conforman la región.

Tabla 3.

Estimación del modelo GLS incluidas las variables de control

	Modelo Básico	Modelo con variables de control
Lcgv	0.00537* (2.19)	0.0443*** (25.94)

cpob		-0.00543 (-1.38)
vt		-0.00434* (-2.37)
lfn		-0.0117*** (-8.79)
Constant	0.0637 (1.88)	-0.217*** (-11.08)
Observations	1197	1197
Adjusted R^2		

Nota: * significancia al 5%, **significancia al 10%, ***significancia al 1%

2.2 Prueba de estacionariedad.

La prueba que se utiliza para verificar estacionariedad es de segunda generación, la propuesta por Pesaran (2004); esto debido a que el modelo presenta problemas de dependencia de sección cruzada. Se prueba la hipótesis nula de que existe raíz unitaria; es decir que las variables son no estacionarias. Cuando el valor calculado es menor al valor crítico al 5% se acepta la hipótesis nula; en este caso, todas las variables presentan el problema de raíz unitaria a excepción de la variación media de temperatura.

Se aplicó primeras diferencias a todas las variables incluida la variación media de temperatura, ya que por procedimientos econométricos es necesario que las variables tengan el mismo orden de integración. Al diferenciar las variables todas se volvieron estacionarias, por lo que se concluye que las variables tienen un orden de integración I (1). Es preciso indicar que la prueba fue aplicada en niveles y en primeras diferencias. Es muy necesario realizar este procedimiento, ya que se descarta la estimación de regresiones espurias, lo cual se refiere a la apariencia de que existe una relación entre las variables, cuando en realidad es pura casualidad; y, los resultados no son confiables, debido a que

las series presenta un comportamiento similar en el tiempo. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4.

Resultados de la prueba de raíz unitaria

Variable	NIVELES				PRIMERAS DIFERENCIAS				I(q)
	Valor calculado	Valor critico			Valor calculado	Valores críticos			
		10%	5%	1%		10%	5%	1%	
tch	-1,57	-2,300	-2,150	-2,080	-2,827	-2,300	-2,150	-2,080	I (1)
lcv	-1,863	-2,300	-2,150	-2,080	-3,411	-2,300	-2,150	-2,080	I (1)
cpob	-1,946	-2,300	-2,150	-2,080	-2,332	-2,300	-2,150	-2,080	I (1)
vt	-3,177	-2,300	-2,150	-2,080	-5,125	-2,300	-2,150	-2,080	I (1)
lfn	-2,006	-2,300	-2,150	-2,080	-4,412	-2,300	-2,150	-2,080	I (1)

Nota. Adaptado a los datos de la FAO (2020) y Banco Mundial (2020).

2.3 Relación de largo plazo entre las variables

Para encontrar la relación a largo plazo entre las variables se utilizó la prueba de Westerlun (2007) de segunda generación por la presencia de dependencia de sección cruzada. Para interpretar los resultados, se debe tener presente que los estadísticos G_t y G_a , muestran la hipótesis alternativa que al menos una unidad esta cointegrada, mientras P_t y P_a prueban la hipótesis alternativa de que el panel este cointegrado. Los resultados para todos los cuatro estadísticos que arrojan esta prueba, determinan que existe cointegración entre las variables; pues los valores de P-value son menores a 0,05. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

En este contexto, se determina que todos los paneles están cointegrados; y, por ende, presentan un equilibrio a largo plazo; es decir, una variación en la producción de

ganado vacuno, el crecimiento de la población, la variación media de temperatura y el uso de fertilizantes provoca cambios a lo largo del tiempo en las tierras cultivables. Una relación a largo plazo entre las variables incluidas en el modelo implica tener presente que la disponibilidad de tierras cultivables se ven comprometidas a futuro por las variaciones de las cabezas de ganado vacuno, la variación de temperatura y el uso de fertilizantes, lo que genera problemas de alimentación y pobreza para las generaciones futuras.

Al tener claro que la tierra es un recurso limitado, es preocupante el uso excesivo de la misma, ya que se puede llegar al día en que no exista más suelos donde producir. Por lo tanto, deberíamos preocuparnos por los recursos disponibles a futuro, en el escenario de que con el tiempo aumenta la demanda de tierras, y; su uso no solo es para producir alimentos, sino para todo tipo de actividades que en su mayoría generan daños ambientales y disminución de suelos productivos; en sí, con el tiempo la extensión de tierras no desaparecerá pero si se reducirá la cantidad de tierras aptas para cultivar, debido a la disminución de nutrientes y fertilidad necesaria para la producción de alimentos que necesita el ser humano, no solo para su supervivencia física sino también económica y social.

Tabla 5.

Resultados de la prueba de cointegración de Westerlun

Statistic	Value	Z-value	P-value
Gt	-3,147	-3,366	0,000
Ga	-14,567	-0,963	0,006
Pt	-14,178	-4,000	0,029
Pa	-17,480	-4,941	0,000

Nota. Adaptado a los datos de la FAO (2020) y Banco Mundial (2020)

2.4 Relación de corto plazo entre las variables

Para encontrar la relación de corto plazo entre las variables se utilizó los modelos de corrección de error MG y PMG, propuestos por Pesaran et al. (1999). A partir de estas estimaciones se realiza la prueba de Hausman (1978) para determinar el modelo mas adecuado a estimar; siendo el modelo PMG el cual nos permite establecer la relación de corto plazo. Por lo tanto, los resultados del modelo se presentan en la Tabla 6.

Para comprobar que realmente existe una relación de corto plazo entre las variables se observa la significancia del error. Entonces, según los resultados se comprueba que existe una relacion de corto plazo entre las variables; puesto que el error es estadísticamente significativo al 1%. Al existir equilibrio en el corto plazo, significa que los cambios en la producción de ganado vacuno, el crecimiento de la población, la variación media de temperatura y el uso de fertilizantes afectan de forma inmediata a las tierras cultivables.

En este sentido, se determina que el impacto que se genere en las tierras cultivables debido a las variaciones de las cabezas de ganado vacuno, la variación de temperatura y el uso de fertilizantes debe generar preocupación tanto a los gobiernos de cada país como a la población en general; ya que es necesario contrarrestar los efectos que se generen lo mas urgente posible. Debido a la pronta reaccion de las tierras cultivables, se puede generar problemas al momento de proporcionar de alimentos a la creciente población; es decir, que no se avance a producir a la par de la demanda de alimentos. Por el contrario, que la degradación de los suelos, pueda llegar a ser irreversible, que no baste con el uso de insumos, tecnologías y maquinarias para producir y satisfacer las necesidades de toda la población.

Tabla 6.*Resultados de la prueba del modelo de corrección de error (PMG)*

ec	
dlcgv	-0.0190 (-1.67)
SR	
ec	0.203*** (4.34)
dlcgv	-0.00999 (-0.98)
dcpob	-0.0160 (-1.22)
dvt	-0.000595 (-0.80)
dlfn	0.00103 (1.07)
Constant	-0.00230** (-3.05)
Observations	1176
Adjusted R ²	

Nota. * Significancia al 5%, **significancia al 10%, ***significancia al 1%

3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Estimar la relación causal entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017.

Para estimar las relaciones causales, se utilizó la prueba de causalidad tipo Granger desarrollada por Dumitrescu y Hurlin (2012), la cual permite precisar si el comportamiento de la producción de ganado vacuno está ocasionando cambios en el comportamiento de las tierras cultivables. En este contexto, se establece que el hecho que dos variables estén correlacionadas entre sí, no necesariamente implica causalidad, es decir que una variable correlacione a otra no implica que esta sea la causa de las alteraciones en los valores de otra

La existencia de causalidad se determina mediante el p-value; si este valor es menor a 0,05 se establece que existe relación causal entre las variables. Por lo tanto, los resultados arrojados por la prueba demuestran que existe una relación causal bidireccional entre las tierras cultivables y la producción de ganado vacuno; y además entre las tierras cultivables y el uso de fertilizantes. Es decir, que las variaciones de las tierras cultivables causan variaciones en la producción de ganado vacuno y que las variaciones de la producción de ganado vacuno causan variaciones en las tierras cultivables, sucediendo lo mismo en el caso de los fertilizantes. De igual manera las tierras cultivables presentan causalidad unidireccional con la variación media de temperatura. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

Concretamente, se determina que las causas principales de las variaciones en la disponibilidad de tierras cultivables son la ganadería y el uso de fertilizantes; de los cuales se puede decir que generan distorsiones tanto en la extensión como degradación de la tierra. Por una parte, la ganadería implica mayor uso del suelo y a la vez el sector emite emisiones como el metano que son absorbidas por el suelo, ya que este es un sumidero natural de emisiones. El uso de fertilizantes por su parte, así como ayuda a mejorar el rendimiento y productividad de los suelos; igualmente emite gases contaminantes como el óxido nitroso, que en conjunto con el metano son perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana. Estos resultados, son una base para los decisores políticos a la hora de implementar políticas que contribuyan al mejor uso y gestión de los suelos.

Por el contrario, las tierras cultivables como causante de las variaciones de la producción de ganado vacuno implican que, el tener suelos productivos y aptos para la cría de ganado es indispensable para la permanencia de las existencias ganaderas; así como también para una buena alimentación del ganado. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que, así como la ganadería tiene efectos negativos sobre el suelo, este sector

también demanda suelos productivos para el buen rendimiento del ganado; esto con el fin de que se produzcan alimentos saludables y suficientes para alimentar al ganado existente. Poseer suelos productivos y las extensiones necesarias que demanda la cría de ganado es fundamental a la hora de producir y mejorar el rendimiento del ganado.

Las tierras cultivables como causante de las variaciones en el uso de fertilizantes están relacionado con el hecho de que, al haber cambios en la extensión de tierras cultivables por cualquier razón que fuere, estas igualmente provocarán cambios ya sean en aumento o disminución del uso de fertilizantes; pues, por ejemplo, para poder cubrir un aumento de tierras cultivables será necesario aumentar la cantidad de fertilizantes en total. Así mismo, el uso excesivo de químicos conlleva a la pérdida de nutrientes y por ende se pierde capacidad productiva de los suelos, por lo que, es necesario aplicar una mayor cantidad de fertilizantes; para de esta manera producir los alimentos necesarios y que la oferta de los mismos no se vean afectados.

En cambio, la disponibilidad de tierras cultivables como causante de la variación media de temperatura es explicada por las emisiones que son arrojadas por el sector de la agricultura al momento de producir y distribuir los alimentos; pues estas provocan alteraciones en la temperatura. La producción de la tierra implica el uso de químicos que liberan gases al aire y se penetran en los suelos, que actúan como sumideros naturales de carbono; lo cual altera el sistema climático ya que se aumenta la cantidad de gases que son responsables de la retención del calor en el planeta; y por ende agrava los problemas sobre el cambio climático que son evidentes en la actualidad; pues las inundaciones, días calurosos, fuertes lluvias y aumentos en el nivel del mar son latentes hoy en día.

Tabla 7.*Resultados de la causalidad de Dumitrescu y Hurlin*

Dirección	W-bar	Z-bar	P-value	Conclusión
tch - lcv	2,7994	5,8307	0,0000	Causalidad
lcv - tch	3,1447	6,9497	0,0000	Causalidad
tch - cpob	10.1204	29.5535	0,0841	No causalidad
cpob - tch	1.7385	2.3930	0.0746	No causalidad
tch - vt	16.3029	49.5871	0,0000	Causalidad
vt - tch	0.6681	-1.0753	0.2822	No causalidad
tch - lfn	5.7041	15.2431	0,0000	Causalidad
lfn - tch	3.6789	8.6806	0,0000	Causalidad

Nota. Adaptado a los datos de la FAO (2020) y Banco Mundial (2020).

g. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Analizar la correlación y evolución de la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017.

Los resultados en cuanto a la evolución de las tierras cultivables muestran un comportamiento descendente con un ligero aumento entre 2008 y 2014; volviendo a disminuir posteriormente. La drástica disminución de las tierras cultivable según Rivas y Traub (2013) se debe principalmente al crecimiento urbano que ha sido un tema bastante debatido; por los múltiples efectos que provoca tanto en las actividades económicas como en los recursos naturales. Por lo tanto, Shen et al. (2017) afirman que los problemas en la disminución de tierras cultivables y hábitats son producto de la urbanización. No obstante, si bien es cierto la urbanización trae consigo mejores oportunidades de vida (Yang et al. 2018); también afecta a la seguridad alimentaria, debido a los problemas de productividad agrícola que éste provoca en las áreas rurales (Liu, 2018).

Sumado a esto, existen otros factores que determinan el área cultivable como es la degradación de la tierra a causa de la acumulación salina, la erosión eólica y erosión hídrica, daños que pueden darse a causa del uso de maquinaria pesada o pisoteo de ganado y por el viento (Ibarra y Encina, 2002). Las consecuencias de la degradación de los suelos impactan a un gran número de actividades, afectando tanto a la población rural, que depende en su mayoría de la agricultura como fuente de ingresos y supervivencia, como al sector urbano, donde la demanda de alimentos cada vez aumenta (Cotler et al. 2007).

Por otra parte, una disminución de suelos productivos puede acarrear el abandono de estas tierras; por tanto, la disminución de los rendimientos de los cultivos en 0,1 toneladas/ha a finales de la década de 1980 aumentó la probabilidad de abandono de tierras agrícolas (Prishchepov et al. 2013). Corbelle y Crecente (2008), mencionan que el abandono de tierras disminuye la superficie destinada a la agricultura. Por consiguiente, la vegetación que crece en los campos abandonados contribuye como combustible para los incendios forestales (Dubinin et al., 2010) y aumenta la propagación de malezas y plagas en el resto de los campos destinados a la agricultura (Smelansky, 2003). Sin embargo, Schoijet (2005) indica que el uso de semillas mejoradas, el uso especializado de fertilizantes y riego, hacen que se aumente la producción de alimentos.

Con relación a la evolución de la producción de ganado vacuno, la producción ganadera de ALC mantiene un rápido ritmo de crecimiento a lo largo del tiempo. Según García (2015) el crecimiento del sector ganadero se ha visto influenciado por el aumento en demanda de productos de origen animal a causa del crecimiento de la población, a la mejora de sus ingresos y a que mayor parte de la población vive en zonas urbanas. Por su parte, Dawe (2018) menciona que el aumento de los niveles del consumo de carne es una amenaza para el medio ambiente y la salud humana, siendo el ingreso y la tasa de urbanización los impulsores más importantes a la hora de consumir carne.

Según Vivan (2014) la compasión por los animales y el deseo de adoptar un estilo de vida saludable y sobre todo que no sea perjudicial para el planeta son dos razones muy importantes que han llevado a muchas personas a dejar de comer carne o disminuir su consumo. Hoy en día las personas se encuentran más informadas en cuanto a problemas ambientales que genera el consumo de carne, y por ende el sector ganadero. Por lo tanto, los cambios en las preferencias alimenticias en favor del medio ambiente han sido factores

determinantes a la hora de elegir que consumir. Algunos activistas incluso proponen aplicar impuestos al consumo de carne (Mitloehner, 2018).

Por otra, parte, la variación del clima a lo largo de la historia se ha visto influenciado tanto por causas naturales como por el accionar del ser humano; entre las causas naturales de esas variaciones se pueden citar: las erupciones volcánicas, los cambios en la órbita de traslación de la Tierra, los cambios en el ángulo del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano sobre el que se traslada y las variaciones en la composición de la atmósfera (PNUMA, 2015). Adicionalmente, la quema de fósiles y la actividad humana han sido factores que también han intervenido en los cambios del clima, ya que han modificado la composición de la atmósfera aumentando la concentración de los gases de efecto invernadero (Oroza, 2008).

Con respecto a la correlación existente entre la producción de ganado vacuno y la disponibilidad de tierras cultivables, los resultados mostraron una correlación positiva débil, poco ajustada a la línea de tendencia, lo cual establece que existen otras variables que explican las variaciones de las tierras cultivables. La relación positiva entre estas variables es sustentada por He et al. (2019) quienes indican que los hábitos alimenticios y la urbanización implican una mayor demanda de tierras cultivables, principalmente destinada a producir alimentos de origen animal. Así mismo, Bayona (2019) señala que la ganadería industrial está provocando acaparamiento de tierras de cultivo, siendo ya más de dos tercios de la superficie cultivable dedicada ya al cultivo de alimentos para el ganado, mientras pierde peso la producción de alimentos para las personas.

Por el contrario, Alexander et al. (2017) mencionan que una dieta que implique la mayor cantidad de consumo de productos animales puede ocasionar una mayor reducción de las tierras destinadas a la agricultura. La disminución de las tierras cultivables destinadas a producir alimentación para el ser humano, puede adjudicarse al aumento de

la producción de ganado vacuno, ya que a medida que el sector ganadero se desarrolla, sus requerimientos de tierra crecen (Pérez, 2008). Igualmente, Schoijet (2004) indica que preocupación en cuanto a la reducción de tierras cultivables la plantea Malthus; pues, relacionó el aumento de la población con la disminución de la disponibilidad de alimentos y en una segunda edición admitió que el aumento de alimentos derivados de la ganadería por parte de los ricos, podría disminuir la disponibilidad para los más pobres.

El incremento de las tierras cultivables a causa del aumento del sector ganadero se explica porque para alimentar a más cabezas de ganado vacuno se tiene que producir más alimento; por ello, las tierras cultivables irán en aumento en beneficio de la ganadería, mas no de la población. Por lo tanto, para que las personas puedan tener acceso permanente a los alimentos tanto físico como económico, se requiere capacidad y recursos para producir u obtener todos los alimentos necesarios (Latham, 2002). Pero, Figueroa (2005) expresa que el suministro de alimentos no es el problema principal, la clave está en si las personas pueden comprarlo. La falta de acceso a los alimentos puede ser económica, por altos niveles de pobreza, altos precios de los alimentos, falta de créditos, por la mala infraestructura de carreteras y mercados.

La discusión en cuanto a los resultados de correlación con las variables de control, no fue posible realizar, ya que los graficos no mostraron un patron claro, por lo tanto no se pudo determinar si la relación entre las variables resultó ser negativa o positiva. Por consiguiente, en el desarrollo del segundo objetivo específico se presenta la estimación del modelo GLS, mediante el cual se puede observar que tipo de relación presentan las variables y a la vez realizar el respectivo contraste.

2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Estimar la relación en el corto y largo plazo entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017.

La discusión para el presente objetivo específico consta de algunos apartados. Primeramente, los resultados de la estimación del modelo GLS, indican que existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre la producción de ganado y las tierras cultivables; mientras que una relación negativa con la variación media de temperatura y el uso de fertilizantes. De acuerdo a los resultados encontrados para los modelos de cointegración, se evidencia una relación en el corto y largo plazo entre la producción de ganado vacuno, el crecimiento de la población, el uso de fertilizantes, la variación media de temperatura y las tierras cultivables. Los resultados se discutirán de acuerdo al orden de estimación.

Primeramente, el aumento de las tierras cultivables debido al aumento de la producción de ganado vacuno es explicado por Friedrich (2014); FAO y OCDE (2017) quienes indican que la creciente demanda de productos cárnicos, debido al crecimiento económico y al nivel de ingresos de la población ha sido un determinante en el aumento de tierras cultivables, las cuales se destinan a la producción de alimentos para el ganado vacuno. Igualmente, Rabès et al. (2020) mencionan que los sistemas alimentarios constituyen una carga para el medio ambiente y el uso de los recursos; siendo los alimentos de origen animal los que representan una mayor ocupación de la tierra y emisión de GEI. Por lo tanto, Chai et al. (2019) indican que la reducción del consumo de carne puede aplacar el impacto de la industria cárnica en el medio ambiente.

En cuanto a la relación negativa entre el uso de fertilizantes y las tierras cultivables Hao et al. (2020), demostraron que la acidificación del suelo es inducida por fertilizantes

nitrogenados. La acidificación del suelo provoca cambios en las propiedades de la tierra, suelos duros, susceptibilidad a plagas que generan bajos rendimientos de los cultivos. La cantidad de fertilizante químico que se aplica a las tierras agrícolas, han provocado pérdidas de nutrientes de los suelos como el nitrógeno y el fósforo, lo que reduce la capacidad de retención de agua y de nutrientes; y por ende del rendimiento de los cultivos (Huang et al. 2020). Por otra parte, Zhang et al. (2021); Cui et al. (2021) indican que los fertilizantes orgánicos tienen un enorme potencial para reemplazar a los químicos, logrando mitigar las amenazas para el medio ambiente y la salud humana.

En lo referente a la relación negativa entre las tierras cultivables y la variación de temperatura; Huang et al. (2020) mencionan que el cambio climático (aumento de las precipitaciones) provoca pérdidas del suelo, pero que este efecto es compensado por la reforestación. Las graves pérdidas de suelos se ha convertido en un problema ambiental muy importante y se ve fuertemente afectado por los cambios climáticos y el uso de las tierras (Guo et al. 2019). Por su parte, Huang et al. (2021) mencionan que los rendimientos de los cultivos son más sensibles al aumento de precipitaciones y la variabilidad de la temperatura; por lo que indican que para asegurar la seguridad alimentaria bajo un clima cambiante, se deben adoptar las mejores prácticas de gestión que mejoren la estructura del suelo y la retención de nutrientes.

La existencia de una relación a largo plazo entre la ganadería y las tierras cultivables, es sustentada por Yawson (2021) quien menciona que es necesario aumentar sustancialmente el área de tierra actualmente asignada a la cebada para satisfacer la demanda proyectada de uso de piensos en el futuro, ya que los resultados indican que, las ganancias de productividad deben complementarse con el aumento de la superficie cosechada. Así mismo, Rodrigues et al. (2021) determinan que el uso futuro de la tierra es determinado por la expansión agro pastoral. Por su parte, Soltani et al. (2020) en Irán

concluyen que el futuro suministro y eficiencia alimentaria del país está en juego, debido a la sobreexplotación de los recursos hídricos y de las tierras, destinados principalmente a la expansión del sector ganadero, deforestación y minería.

Existe una relación directa entre las actividades económicas del ser humano y el uso del suelo, las cuales han generado un impacto ambiental negativo por el uso intensivo e indiscriminado del suelo (Silva y Correa, 2009). La relación a largo plazo entre las tierras cultivables y el crecimiento de la población es sustentada por Mugizi y Matsumoto (2020) quienes demuestran que la presión de la población reduce la calidad del suelo y también induce la intensificación agrícola. Esto sugiere que, aunque los agricultores están tratando de mitigar los efectos negativos de la población en la calidad del suelo, la tasa de degradación del suelo está superando la de intensificación. Así mismo, Prabhakar (2021) menciona que la población en rápido crecimiento y sus necesidades constituyen uno de los principales impulsores de los cambios en el uso de la tierra.

El impacto que genera la temperatura en las tierras y cultivos, tiene que ver mucho con la zona y el tipo de cultivo; en algunos casos en el largo plazo aumenta significativamente la producción; pero también reduce la eficiencia de los suelos (Rahman Y Anik, 2020). Así mismo, Shakhawat et al. (2020); Hossain et al. (2019); Arshad et al. (2018) encuentran que el cambio climático es causante de la degradación de la tierra, ya que disminuye su valor, la productividad e ingresos agrícolas. De hecho, para 2030 el cambio climático agravará los problemas de pobreza extrema por los impactos en la agricultura y seguridad alimentaria (Banco Mundial, 2019). Igualmente, De Preneuf (2019) menciona que el cambio climático podría disminuir los rendimientos de los cultivos, especialmente en las regiones con mayor inseguridad alimentaria.

Por otra parte, Carneiro et al. (2021) establecen que los fertilizantes orgánicos pueden reemplazar al fertilizante convencional, sin comprometer el rendimiento de los

cultivos ni a corto ni en el largo plazo. De igual manera, Fontana et al. (2021) encuentran que el uso adecuado de fertilizantes y la implementación de cultivos de cobertura provocan en el largo plazo una mejora en las propiedades y mayor rendimiento del suelo. En el corto plazo, los fertilizantes proveerán los nutrientes a las plantas para mejorar el rendimiento de los cultivos; pero, en el largo plazo provocan pérdidas de la capacidad productiva del suelo (Cartes.2013). Por otra parte, Firth et al. (2020) indican que el uso de abonos orgánicos son insumos que mejoran la fertilidad de los suelos e inclusive podrían reducir la necesidad de aplicación de fertilizantes sintéticos.

En cuanto a las relaciones de corto plazo; Rahman et al. (2017) encuentran que las temperaturas altas en tiempo de lluvias pueden destruir la productividad, pero las altas temperaturas de la estación seca son cruciales para la maduración de los cultivos; por lo tanto, mencionan que se debe emplear diversas estrategias de mitigación y adaptación, incluidas actividades de investigación y desarrollo para tipos de cultivos. Así mismo, Mahmood et al. (2019) determinan que las altas temperaturas afectan negativamente el rendimiento de ciertos cultivos, mientras que las precipitaciones son beneficiosas; lo cual también provoca alteraciones en los ingresos agrícolas y la seguridad alimentaria mundial.

El suelo es considerado un recurso natural no renovable; es así que su degradación pone en riesgo la viabilidad de las actividades agropecuarias y forestales, así como también de la sociedad en general (Mora et al. 2017). Las tierras cultivables se encuentran relacionadas con la agricultura, la cual desempeña un papel crucial en la economía de un país; pues es la columna vertebral del sistema económico de países en vías de desarrollo; no solo porque proporciona alimentos y materias primas; sino también fuente de trabajo a una gran parte de la población (Andrade, 2017). Invertir en potenciar las capacidades

agrícolas de un país, es una oportunidad tanto para alimentarse como para que generen ingresos (CODESPA, 2021).

Finalmente, la evidencia empírica existente no permite realizar un análisis más profundo en cuanto a las relaciones a largo plazo, tampoco se encontró evidencia de relación a corto plazo con el resto de variables incluidas en el modelo, por lo que no se pudo contrastar los presentes resultados con otras investigaciones.

3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Estimar la relación causal entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017.

Los principales resultados en cuanto a causalidad, establecen que las causas de las variaciones en las tierras cultivables son la producción de ganado vacuno y el uso de fertilizantes. En este sentido, Harrison (2015), menciona en un informe de la FAO que la proporción de alimentos provenientes de la agricultura está disminuyendo, mientras que la de carne va en aumento; exposición que relaciona las variables en cuestión. Igualmente, FAO (2017) menciona que el aumento de la producción ganadera tiene repercusiones para la agricultura y los sistemas alimentarios; pues uno de los principales retos consiste en producir más con menos, al tiempo que se preservan y mejoran los medios de vida de los agricultores.

El sector ganadero representa una de las principales causas del cambio de uso de la tierra, ya que cada año se pierden 13 mil millones de hectáreas de superficie forestal a causa de la reconversión en pastizales y tierras de cultivo que se destinan tanto a la producción de cultivos alimentarios como a la de cultivos forrajeros (FAO, 2013). Así mismo, Dawe y Tate (2018) encuentran que el principal promotor del cambio de uso del suelo es el sector ganadero, ya que grandes extensiones de tierra se destinan a pastos o al cultivo de alimento para animales. Entre 1960 y 2011, la producción de alimentos de

origen animal ha sido responsable a nivel mundial del 65% de los cambios en el uso del suelo y de la expansión de la tierra cultivada. Por tanto, los presentes resultados, son aparados por los escasos estudios existentes.

El crecimiento de la población ha venido siendo un determinante en las variaciones en cuanto a la cantidad de cultivos y la cantidad de carne, que son necesarios para alimentar a toda la población; pues, según previsiones que apuntan a que seremos 10.000 millones de personas dentro de 30 años, se precisa que esto implicaría un aumento del 50% en la cantidad de cultivos y del 70% en la cantidad de carne, lo cual establece que mayoritariamente la producción de carne va ganado terreno (Singular Bank, 2020). Sin embargo, los avances tecnológicos, el uso de semillas mejoradas y el uso de químicos han permitido que los granjeros aumenten el rendimiento y oferta de los cultivos, y así se ha logrado solventar la creciente demanda (Collado, 2020).

En cuanto al uso de fertilizantes como causante de las variaciones en las tierras cultivables; Toledo (2016) indica que el desconocimiento en cuanto al manejo de los suelos ha llevado a los agricultores ha utilizar métodos basados en el uso excesivo de fertilizantes, lo cual genera una mejor respuesta productiva de los cultivos y a la vez deterioro de los suelos productivos. Sumado a esto, Habtemariam et al. (2019); Adnan et al. (2017) mencionan que la adopción de fertilizantes y la recolección de aguas lluvia, reduce el porcentaje de las personas que sufren inseguridad alimentaria y mejora el rendimiento e ingresos de muchos agricultores. Sin embargo, estos recursos por sí solos no generan cambios significativos en términos de reducción de la pobreza y la inseguridad alimentaria.

En lo referente a las tierras cultivables como causa de las variaciones de la producción de ganado vacuno; Gonzalez y Bilenca (2020), indican que el mejoramiento en el uso de los pastos, agroquímicos y una dieta de calidad son prácticas que pueden

adoptarse para aumentar la productividad animal, mientras que se mantiene el impacto ambiental actual. Así mismo, Cowley et al. (2020); Arrieta et al. (2020) mencionan que, para mejorar la productividad del engorde del ganado, los ganaderos deberán invertir en dietas a base de concentrados de mayor calidad que proporcionen un rendimiento mayor a los costos de alimentación; por lo que es importante contar con suelos y pastos productivos para abastecer al sector ganadero.

Para las tierras cultivables como causante del uso de fertilizantes, García et al. (2018) concluyen que a medida que aumenta el tamaño del predio y el ingreso; la tasa de adopción de fertilizantes también lo hace. De igual manera, Fresco (2003) menciona que la evolución de la agricultura se ha dado en respuesta a las tendencias demográficas y económicas; por lo que ha sido necesario intensificar el uso de fertilizantes con la finalidad de aumentar la productividad de los cultivos y así poder satisfacer la demanda de alimentos presente y futura. Así mismo, Hu et al. (2020) señalan que el crecimiento de la población ha provocado aumentos de las tierras destinadas al cultivo; y esto a su vez una mayor intensidad de los fertilizantes para poder producir al mismo ritmo de la población.

En cuanto a las tierras cultivables como causa del cambio climático, por una parte; Yang et al. (2020); Bell et al. (2020) establecen que las tierras abandonadas ayudan a combatir el cambio climático ya que experimentan una recuperación natural de la vegetación y el carbono del suelo; y ayudan a eliminar el dióxido de carbono de la atmósfera. Por consiguiente, se debe promover prácticas de uso de la tierra con bajas emisiones de carbono. Igualmente, Mekonnen et al. (2021) encuentran que mejorar las prácticas de conservación del suelo y el agua influyen positivamente en las propiedades físico-químicas del suelo, lo que a su vez implica reducción de emisiones contaminantes y mejor calidad de los suelos a la hora de funcionar como sumideros naturales.

Según, Silveira et al. (2021) mencionan que las emisiones de gases de efecto invernadero están directamente asociadas con los problemas del cambio climático. Parte de estas emisiones son originadas por la agricultura, por la quema de combustibles fósiles como carbón, gas natural y petróleos utilizados como fuente de energía para el desempeño de la maquinaria agrícola. Por otra parte, Del Buono (2021) indica que la salinidad del suelo a causa del uso excesivo de fertilizantes es una de las causas más problemáticas por las que aumentará el cambio climático antropogénico. Así mismo, Shakoore et al. (2021) señalan que las tierras de cultivo debido a su gran superficie y prácticas de gestión emiten emisiones perjudiciales para el medio ambiente, que terminan agravando los problemas del cambio climático.

h. CONCLUSIONES

Las conclusiones más relevantes en base a los resultados expuestos en la presente investigación son las siguientes:

Los resultados de la presente investigación no cumplen con la primera hipótesis planteada para el análisis de la disponibilidad de tierras cultivables, visto desde una óptica Malthusiana; pues, los resultados indican que la producción de ganado vacuno está incrementando las tierras cultivables. Por lo tanto, es importante recalcar que el incremento de las tierras cultivables no es destinado precisamente a la alimentación de la población; sino, a la producción de forrajes, legumbres y pastos para la alimentación y cría de ganado, lo que conduce a que exista una menor cantidad de tierras destinadas al cultivo de alimentos para el ser humano. Estos resultados contribuyen a pensar que las personas incluyen en su dieta mayoritariamente carnes, cuya producción genera graves e irreversibles problemas ambientales en comparación con la producción de cultivos.

Las pruebas de cointegración aplicadas al modelo, permitieron apreciar que las variables poseen una relación de equilibrio de corto y largo plazo. En concreto, estas relaciones implican preocupación para las presentes y futuras generaciones e incita a proponer e implementar políticas de manera urgente, para contrarrestar los problemas de seguridad alimentaria y pobreza que se ven venir a la falta de tierras donde cultivar. Se debe considerar que, no solamente las variaciones de las tierras cultivables son evidenciadas en extensión, sino que también se presentan en forma de degradación y pérdida de fertilidad, lo cual sería resultado del abuso de químicos y el uso excesivo e insostenible de los suelos a la hora de cultivar los alimentos. Estos hallazgos permiten aceptar la segunda hipótesis planteada anteriormente.

En lo referente al último objetivo específico, se determinó la existencia de causalidad bidireccional entre las tierras cultivables con la ganadería y el uso de fertilizantes. Igualmente, las tierras cultivables son causantes del cambio climático. La ganadería y el uso de fertilizantes al ser actividades emisoras de gases contaminantes generan un efecto de retroalimentación; pues, su funcionamiento provoca variaciones en extensión y degradación de tierras de cultivo; lo cual, a su vez, genera impactos nuevamente en la ganadería y el uso de fertilizantes, ya que será necesario aplicar más fertilizantes o extender las tierras para la ganadería. El cambio climático que también está relacionado con emisiones de GEI es afectado por la agricultura, debido a las prácticas agrícolas insostenibles. En este sentido, los resultados permiten aceptar la tercera hipótesis.

De forma general, se determina que el rápido crecimiento del sector ganadero es atribuido en mayor proporción al aumento de las existencias de ganado, mas no al mejoramiento de la productividad, lo cual implica un mayor uso en extensión de la tierra. Por otra parte, la evidente reducción de tierras cultivables, no se debe fundamentalmente a la producción de ganado vacuno; pero sí al uso de fertilizantes y el cambio climático; por lo tanto, es preciso seguir investigando las variables determinantes de esa reducción. La relación a corto y largo plazo existente entre las variables, son resultados que deberían llamar la atención de los gobiernos para actuar de forma inmediata para aminorar en lo que sea posible la reducción de las tierras destinadas al cultivo, que son la base fundamental de las economías latinoamericanas y El Caribe.

i. RECOMENDACIONES

Con el fin de brindar posibles soluciones a la problemática planteada en la presente investigación; y, en base a los resultados encontrados, se plantean las siguientes recomendaciones.

Puesto que el crecimiento del sector ganadero implica un mayor uso de la tierra, se recomienda aumentar la productividad del sector, mediante capacitaciones dirigidas a los ganaderos, en temas relacionados con la alimentación del ganado, salud y reproducción animal, las cuales sean impartidas por los ministerios pertinentes. Además, se sugiere la participación de los gobiernos, mediante el acompañamiento de asistencia técnica y de instituciones que avalen prácticas ganaderas más sustentables. Así mismo, que los gobiernos realicen entregas de kits alimenticios que aumenten la productividad del ganado; y, de abonos orgánicos hechos a base del estiércol arrojado por el sector ganadero.

La mitigación de los impactos del sector ganadero sería una clave importante para tratar de disminuir los efectos en las tierras cultivables. Se recomienda la aplicación de un impuesto a la carne con la finalidad de disminuir en lo que sea posible su excesivo consumo, que es latente hoy en día. El impuesto no buscaría prohibir el consumo de carne, sino disminuirlo. Desde mi perspectiva, creo que no se debería sacrificar el medio ambiente para lograr un crecimiento económico deseado, sino más bien buscar las mejores alternativas que generen el menor impacto posible en el medio ambiente, ya que en él habitamos, y sin él no tendríamos ni los recursos que nos ofrece, ni podríamos sobrevivir. Además, se debería otorgar créditos a bajas tasas de interés a las empresas o pequeños innovadores que se dediquen a la producción de alimentos ricos en proteína, que podrían reemplazar perfectamente a los productos cárnicos.

Es importante prestar atención al cambio climático, a pesar de que en la región el aumento de la temperatura se mantiene por debajo de los 2°C; se recomienda reducir en lo posible las emisiones de efecto invernadero provocadas por la agricultura. Para ello; por una parte, se propone que los agricultores planten cultivos de cobertura para remediar y mejorar el uso de los suelos, a la vez que se implementen cercas vivas en los linderos de los terrenos de cultivo con la finalidad de que sean los árboles quienes absorban las emisiones arrojadas por la agricultura. Así mismo, se recomienda incentivar mediante campañas de concientización a los agricultores para que reduzcan el uso de fertilizantes químicos y brindar subsidios para incrementar la utilización de abonos o fertilizantes ecológicos; a la vez que se promueve la elaboración de los mismos.

j. BIBLIOGRAFÍA

- Acebo, M., Castillo, M. J., & Quijano, J. (2016). *Industria de ganadería de carne* .
- Adnan, N., Nordin, S., Rahman, I., Noor, & Amir. (2017). Adoption of green fertilizer technology among paddy farmers: A possible solution for Malaysian food security. *Land Use Policy*, 38-52.
- Agencia Europea del Medio Ambiente [AEMA]. (2004). *Tierras agrícolas de alto valor natural. Características, tendencias y desafíos políticos*. Luxemburgo.
- Alexander, P., Mark, R., Dislich, C., Dodson, J., Engström, K., & Moran, D. (2017). Drivers for global agricultural land use change: The nexus of diet, population, yield and bioenergy. *Global Environmental Change*, 138-147.
- Andrade, F. (2017). La Importancia de la Agricultura en nuestro país.
- Arrieta, E., Cabrol, D., Cuchietti, A., & González, A. (2020). Biomass consumption and environmental footprints of beef cattle production in Argentina. *Agricultural Systems*.
- Arshad, M., Amjath, T., Aravindakshan, S., Krupnik, T., Toussaint, V., Kächele, . . . Müller, K. (2018). Climatic variability and thermal stress in Pakistan's rice and wheat systems: A stochastic frontier and quantile regression analysis of economic efficiency. *Ecological Indicators*, 496-506.
- Banco Mundial . (2014). *Bajemos la temperatura: Como hacer frente a la nueva realidad climática* . Washington.
- Banco Mundial . (2020b). *Panoramas alimentarios futuros* . Washington: Grupo del Banco Mundial.

- Banco Mundial. (2021). *Datos de libre acceso del Banco Mundial: Banco Mundial*.
Obtenido de Banco Mundial: <https://datos.bancomundial.org/>
- Barbut, M. (2014). *La tierra en cifras: los medios de subsistencia en su punto de inflexión*. Alemania: Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación.
- Bayona, E. (10 de Marzo de 2019). La ganadería "se come" más de dos tercios de la tierra de cultivo en Europa. *Público*.
- Bejarano, J. A. (1997). *Economía de la Agricultura*. Colombia: Centro de información y documentación "Rodrigo Peña".
- Bell, S., Barriocanal, C., Terrer, C., & Rosell-Melé, A. (2020). Management opportunities for soil carbon sequestration following agricultural land abandonment. *Environmental Science & Policy*, 104-111.
- Bianchi, E., & Szpak, C. (2014). *Seguridad alimentaria y el derecho a la alimentación adecuada*. Argentina: Red LATN - Programa de Cátedras.
- Buffon, G. (1765). *Histoire Naturelle, générale et particulière, avec la description du Cabinet du Roi*. París: Biblioteca nacional de Francia.
- Cabella, W., & Nathan, M. (2018). *Los desafíos de la baja fecundidad en América Latina y El Caribe*. Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA).
- Carneiro, J., Andrade, I., Nardis, B., Barbosa, C., Ferreira, J., & Azevedo, L. (2021). Long-term effect of biochar-based fertilizers application in tropical soil: Agronomic efficiency and phosphorus availability. *Science of The Total Environment*.

- Cartes, G. (2013). *Degradación de Suelos Agrícolas y el SIRSD-S*. Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias .
- CELADE. (2019). *Tendencias recientes de la población de América Latina y El Caribe* . Naciones Unidas .
- Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía [CELADE]. (1992). *América Latina y El Caribe: Dinámica de población y desarrollo*. Santa Lucía.
- Chai, B., Voort, J., Grofelnik, K., Eliasdottir, H., Klöss, I., & Perez, F. (2019). Which Diet Has the Least Environmental Impact on Our Planet? A Systematic Review of Vegan, Vegetarian and Omnivorous Diets. *Sustainability*.
- CODESPA. (2021). Las 3 estrategias que pueden cambiar el desarrollo agrícola en África. *Fundación CODESPA*.
- Collado, A. (2020). *La agricultura del futuro: cambios y desafíos*.
- Comisión de las Comunidades Europeas [CCE]. (2002). *Hacia una estrategia temática para la protección del suelo*. Bruselas.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], FAO, & Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2017). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en la Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe*.
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación [UNCCD]. (1994). *Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación: en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África*.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático [UNFCCC]. (2004).

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: Los diez primeros años. Alemania.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [UNFCCC].

(2015). *¿Qué es el Acuerdo de París?: United Nation Climate Change.*

Obtenido de United Nation Climate Change: <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>

Corbelle, E., & Crecente, R. (2008). El abandono de tierras: concepto teórico y consecuencias . *Galega de Economía.*

Cotler, H., Sotelo, E., Dominguez, Z. M., Cortina, S., & Quiñones, L. (2007). La conservación e los suelos: un asunto de interés público. *Gaceta ecológica*, 5-71.

Cowley, F., Syahniar, T., Ratnawati, D., Mayberry, D., Pamungkas, D., & Poppi, D. (2020). Greater farmer investment in well-formulated diets can increase liveweight gain and smallholder gross margins from cattle fattening. *Livestock Science.*

Cui, X., Guo, L., Li, C., Liu, M., Wu, G., & Jiang, G. (2021). The total biomass nitrogen reservoir and its potential of replacing chemical fertilizers in China. *Renewable and Sustainable Energy.*

Dawe, A. (2018). *Menos es más* . Amsterdam: Greenpeace Research Laboratories Technical Report.

Dawe, A., & Tate, C. (2018). *Reducir la producción y consumo de carne y lácteos para una vida y planeta más saludables* . Amsterdam.

De Preneuf, F. (2019). *Agricultura y alimentos* .

- Del Buono, D. (2021). Can biostimulants be used to mitigate the effect of anthropogenic climate change on agriculture? It is time to respond. *Science of The Total Environment*.
- Duda, M. (2018). *Cambio demográfico en América Latina y El Caribe: dinámica y desafíos para la región* . Chile: CELADE, CEPAL.
- Dumitrescu, E., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 1450-1460.
- Ehrlich, P., & Ehrlich, A. (1993). *La explosión demográfica*. Barcelona: Biblioteca Científica Salvat.
- Eiseley, L. (1961). *Darwin's Century*. New York: The Scientific Book Guild.
- Encina, A., & Ibarra, J. (2002). El Ordenamiento Territorial, Medio Fundamental para el Bienestar de la población . *Población y Desarrollo*.
- Escartín, E. (2003). *Estudio y traducción de la obra: Reflexiones sobre la formación y la distribución de la riquezas* . Sevilla : Secretariado de publicaciones Universidad de Sevilla .
- FAO. (1984). Proteger y producir. *Conservación del suelo para el desarrollo*, 40.
- FAO. (1996). *Informe de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación*. Roma.
- FAO. (2005). *Agricultura y diálogo de culturas* . Roma.
- FAO. (2006). *La ganadería amenaza el medio ambiente*.
- FAO. (18 de Febrero de 2010). *Aumentan consumo y producción de productos pecuarios en América Latina y el Caribe:FAO*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/230690/>

- FAO. (2013). *El ganado y los paisajes: La Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de La Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/a-ar591s.pdf>
- FAO. (2016). Ganadería de América Latina y el Caribe puede jugar rol clave en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*.
- FAO. (2017). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*.
- FAO. (2018). *La alimentación y la agricultura* .
- FAO. (2019). *Seguridad Alimentaria Bajo la pandemia de COVID-19*.
- FAO. (2020). *Datos sobre alimentación y agricultura: FAO*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/faostat/es/#home>
- FAO, & Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo [GTIS]. (2016). *Estado Mundial del Recurso Suelo. Resumen Técnico*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE]. (2017). *Perspectivas Agrícolas 2017-2026*. Paris: OECD Publishing.
- FAO, FIDA, OMS, PMA, & UNICEF. (2020). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020. Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables*. Roma.
- Figuerola, D. (2005). Disponibilidad de alimentos como factor determinante de la Seguridad Alimentaria y Nutricional y sus representaciones en Brasil. *Nutrição*.

- Firth, A., Baker, B., Brooks, J., Smith, R., Bruce, R., & Davis, B. (2020). Low external input sustainable agriculture: Winter flooding in rice fields increases bird use, fecal matter and soil health, reducing fertilizer requirements. *Agriculture, Ecosystems & Environment*.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF]. (2018). *Aumenta el hambre en el mundo*. España.
- Fontana, M., Novelli, L., Sterren, M., Uhrich, W., Benintende, S., & Barbagelata, P. (2021). Long-term fertilizer application and cover crops improve soil quality and soybean yield in the Northeastern Pampas region of Argentina. *Geoderma*.
- Fresco, L. (2003). Los fertilizantes y el futuro. *Departamento de Agricultura, FAO*.
- Friedrich, T. (2014). Producción de alimentos de origen animal. Actualidad y perspectivas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1), 5-6.
- Fuster, M., Messer, E., Palma, P., Deman, H., & Bermudez, O. (2014). ¿Se considera la alimentación saludable parte de la seguridad alimentaria y nutricional?: Perspectivas desde comunidades pobres del Salvador. *Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia*, 11-24.
- García, J., Borja, M., & Rodríguez, G. (2018). Consumo de fertilizantes en el sector agrícola de México: Un estudio sobre los factores que afectan la tasa de adopción. *Interciencia*.
- García, M. (2015). La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal. *Biblioteca de la Agricultura*.

- Gonzalez, C., & Bilenca, D. (2020). Can we produce more beef without increasing its environmental impact? Argentina as a case study. *Perspectives in ecology and conservation* , 1-11.
- Greene, W. (2012). *Econometric Analysis*. Boston: Pearson Educación.
- Guo, Y., Peng, C., Zhu, Q., Wang, M., Wang, H., Peng, S., & He, H. (2019). Modelling the impacts of climate and land use changes on soil water erosion: Model applications, limitations and future challenges. *Journal of Environmental Management*.
- Habtemariam, L., Mgeni, C., Mutabazi, K., & Sieber, S. (2019). The farm income and food security implications of adopting fertilizer micro-dosing and tied-ridge technologies under semi-arid environments in central Tanzania. *Journal of Arid Environments*, 60-67.
- Hao, T., Zhu, Q., Zeng, M., Shen, J., Zhi, Xiaojun, . . . De Vries, W. (2020). Impacts of nitrogen fertilizer type and application rate on soil acidification rate under a wheat-maize double cropping system . *Journal of Environmental Management*.
- Hardin, G. (1973). *Población, evolución y control de la natalidad* . México: W. H. Freeman.
- Harrison, P. (2015). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. Roma: Publicaciones FAO: ISBN 92-5-304761-5.
- Hausman, J. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271.

- He, G., Zhao, Y., Wang, L., Jiang, S., & Zhu, Y. (2019). China's food security challenge: Effects of food habit changes on requirements for arable land and water. *Journal of Cleaner Production*, 739-750.
- Hossain, M., Arshad, M., Qian, L., Zhao, M., Mehmood, Y., & Kächele, H. (2019). Economic impact of climate change on crop farming in Bangladesh: An application of Ricardian method. *Ecological Economics*.
- Hu, F., Tan, Y., Yu, A., Zhao, C., Fan, Z., Yin, W., . . . Weidong, C. (2020). Optimizing the split of N fertilizer application over time increases grain yield of maize-pea intercropping in arid areas. *European Journal of Agronomy*.
- Huang, C., Zhou, Z., Teng, M., Wu, C., & Wang, P. (2020). Effects of climate, land use and land cover changes on soil loss in the Three Gorges Reservoir area, China. *Geography and Sustainability*, 200-208.
- Huang, J., Hartemink, A., & Kucharik, C. (2021). Soil-dependent responses of US crop yields to climate variability and depth to groundwater. *Agricultural Systems*.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2012). *Situación de la seguridad alimentaria en las Américas (Resumen)*. San José, Costa Rica: IICA.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2019). *Atlas de la agricultura de las Américas*.
- Labandeira, X., León, C., & Vázquez, X. (2007). *Economía ambiental*. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Latham, M. (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. New York: Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29.

- Liu, Y. (2018). Introduction to land use and rural sustainability in China. *Land Use Policy*(74), 1-4.
- Mahmood, N., Arshad, M., Kächele, H., Ma, H., Ullah, A., & Müller, K. (2019). Wheat yield response to input and socioeconomic factors under changing climate: Evidence from rainfed environments of Pakistan. *Science of The Total Environment*, 1275-1285.
- Malthus, T. (1798). *An essay on the principle of population*. Reeves y Turner.
- Mekonnen, M., Abeje, T., & Addisu, S. (2021). Integrated watershed management on soil quality, crop productivity and climate change adaptation, dry highland of Northeast Ethiopia. *Agricultural Systems*.
- Mill, J. (1848). *Principles of political economy, Londres* . Méxio: Traducción del Fondo de Cultura Económica.
- Mitloehner, F. (13 de Diciembre de 2018). Sí, comer carne afecta al clima, pero las vacas no están matando el planeta. *El País*.
- Montiel, K., & Ibrahim, M. (2016). *Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Mora, M., Ríos, L., Ríos, L., & Almario, J. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. *Ingeniería y Región* .
- Mostacedo, S. (2018). *Consideraciones ambientales en las cadenas logísticas agrícolas y mineras de América Latina*. Santiago de Chile: Copyright © Naciones Unidas.
- Mugizi, F., & Matsumoto, T. (2020). Population pressure and soil quality in Sub-Saharan Africa: Panel evidence from Kenya. *Land Use Policy*.

- Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development*.
- Ochoa, M., Castellanos, R., Ochoa, Z., & Oliveros, J. (2015). *Variabilidad y cambio climáticos: su repercusión en la salud*. Medisan.
- ONU. (1974). *Conferencia Mundial sobre Alimentación*. New York.
- ONU. (1996). *Declaración universal sobre la erradicación del hambre y la malnutrición*.
- ONU. (1998). *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*.
- ONU. (2020). *Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos: Organización de las Naciones Unidas* . Obtenido de Organización de las Naciones Unidas : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- Organismo Internacional de Energía Atómica [IAEA]. (2018). *Organismo Internacional de Energía Atómica*. Vienna.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2017). *World Population Prospects*. New York.
- Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2012). *La contribución del crecimiento agrícola a la reducción de la pobreza, el hambre y la malnutrición*.
- Organización Mundial de Conservación [WWT]. (2014). *El Crecimiento de la Soja: Impactos y Soluciones*. Suiza.

- Peréz, R. (2008). El lado oscuro de la ganadería. *Problemas del desarrollo: Revista ÑLatinoamericana de Economía*.
- Pesaran, H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *University of Cambridge, USC and IZA Bonn*.
- Pesaran, H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 265-312.
- Pesaran, M., Yongcheol, S., & Smith, R. (1999). Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621-634.
- Pieters, H., Vandeplas, A., Guariso, A., Francken, N., Sarris, A., Swinnen, J., . . . Torero, M. (2012). *Perspectives on relevant concepts related to food and nutrition security*. European Union : FoodSecure.
- Pinzón, M. (1984). *Historia de la Ganadería Bovina en Colombia*. Colombia: Banco Ganadero.
- Prabhakar, S. (2021). A succinct review and analysis of drivers and impacts of agricultural land transformations in Asia. *Land Use Policy*.
- Prado, L., & Veiga, M. (1993). *Erosion de suelos en America Latina*. Roma, Italia: FAO.
- Prishchepov, A., Muller, D., Dubinin, M., Baumann, M., & Radeloff, V. (2013). Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia. *Land Use Policy*, 873– 884.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2015). *Estudio de Casos de Manejo Ambiental: Desarrollo Integrado de un Área en los Trópicos Húmedos - Selva Central del Perú*. Washington.

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP]. (2016). *El estado de la biodiversidad en América Latina y El Caribe* . Reino Unido : UNEP-WCMC.
- Quesnay, F. (1758). *Tableau économique*.
- Rabès, A., Seconda, L., Langevin, B., Benjamín, A., Touvier, M., Hercberg, S., . . . Kesse-Guyot, E. (2020). Greenhouse gas emissions, energy demand and land use associated with omnivorous, pesco-vegetarian, vegetarian, and vegan diets accounting for farming practices. *Sustainable Production and Consumption*, 138-146.
- Rahman, A., Kang, S., Nagabhatla, N., & Macnee, R. (2017). Impacts of temperature and rainfall variation on rice productivity in major ecosystems of Bangladesh. *Agriculture & Food Security* .
- Rahman, S., & Anik, A. (2020). Productivity and efficiency impact of climate change and agroecology on Bangladesh agriculture. *Land Use Policy*.
- Rivas, T., & Traub, A. (2013). Expansión urbana, cambio de uso del suelo, pérdida patrimonio agropecuario, recursos públicos. *Oficina de Estudios y Políticas agrarias. ODEPA*.
- Rodrigues, E., Guimarães, C., Marques da Silva, R., Vacani, V., & Pott, A. (2021). Future scenarios based on a CA-Markov land use and land cover simulation model for a tropical humid basin in the Cerrado/Atlantic forest ecotone of Brazil. *Land Use Policy*.
- Rodríguez, A., Meza, L., & Cerecera, F. (2015). *Investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y El Caribe* . Santiago de Chile : Naciones Unidas .

- Salcedo, S., & Guzmán, L. (2014). *Agricultura familiar en América Latina y El Caribe: recomendaciones de política*. Chile: FAO.
- Samaniego, J., Galindo, L., Mostacedo, S. F., Alatorre, J., & Reyes, O. (2017). *El cambio climático, la agricultura y la pobreza en América Latina*. Chile: Copyright © Naciones Unidas.
- Schoijet, M. (2004a). Población y producción de alimentos. Tendencias. *Problemas del desarrollo: Revista Latinoamericana de economía*.
- Schoijet, M. (2004b). La recepción e impacto de las ideas de Malthus sobre la población. *Estudios demográficos y urbanos*, 569-604.
- Schoijet, M. (2005). Población y producción de alimentos. Tendencias recientes. *Problemas del Desarrollo*.
- Segrelles, J. (2001). Problemas Ambientales, Agricultura y globalización en América Latina. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*.
- Shakhawat, M., Arshad, M., Qian, L., Kächele, H., Khan, I., Islam, M., & Golam, M. (2020). Climate change impacts on farmland value in Bangladesh. *Ecological Indicators*, 106-181.
- Shakoor, A., Shakoor, S., Rehman, A., Ashraf, F., Abdullah, M., Shahzad, S., . . . Altaf, M. (2021). Effect of animal manure, crop type, climate zone, and soil attributes on greenhouse gas emissions from agricultural soils—A global meta-analysis. *Journal of Cleaner Production*.
- Shen, L., Suai, C., Jiao, L., Tan, Y., & Song, X. (2017). Dynamic sustainability performance during urbanization process between BRICS countries. *Habitat International*, 60, 19-33.

- Silva, S., & Correa, F. (2009). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Semestre económico*, 13-34.
- Silveira, F., Ruppenthal, J., Lermen, F., Machado, F., & Amaral, F. (2021). Technologies used in agricultural machinery engines that contribute to the reduction of atmospheric emissions: A patent analysis in Brazil. *World Patent Information*.
- Singular Bank. (2020). Factores que afectan al valor de los cultivos más importantes del mundo. *Self Bank*.
- Smith, B. D. (2005). *Reassessing Coxcatlan Cave and the early history of domesticated plants in Mesoamerica*. *Proc Natl Acad Sci U S A*: 102(27): 9438–9445.
- Soltani, A., Alimagham, S., Nehbandani, A., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E., . . . Ittersum, M. (2020). Future food self-sufficiency in Iran: A model-based analysis. *Global Food Security*.
- Steinfeld, H. (29 de Noviembre de 2006). *La ganadería produce más gases contaminantes que el transporte: Noticias ONU*. Obtenido de Noticias ONU: <https://news.un.org/es/story/2006/11/1092601#:~:text=La%20ganader%C3%ADa%20produce%20m%C3%A1s%20gases%20contaminantes%20que%20el%20transporte,-Banco%20Mundial%2FJohn&text=Las%20industrias%20y%20la%20ganader%C3%ADa,que%20causan%20el%20calentamiento%20globala>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & De Haan, C. (2009). *La larga sombra del ganado*. Roma.

- Tahmasebi, T., Karami, E., & Keshavarz, M. (2020). Agricultural land use change under climate variability and change: Drivers and impacts. *Journal of Arid Environments*.
- Toledo, M. (2016). *Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos*. Honduras: IICA.
- UNCCD. (2017). *Perspectiva Global de la Tierra*. Alemania: Platz der Vereinten Nationen 1.
- Vivan, D. (2014). Motivos para comer menos carne. *Believe Earth*.
- Wald, A. (1939). Contributions to the Theory of Statistical Estimation and Testing Hypotheses. *The Annals of Mathematical Statistics*, 299-326.
- Westerlund, J. (2007). Testing for Error Correction in Panel Data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 709-747.
- Winch, D. (1996). *Riches and Poverty: An Intellectual History of Political Economy in Britain, 1750-1834*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wooldridge, J. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, Second Edition*. Cambridge.
- Wright, J. (2015). *International Encyclopedia of the Social y Behavioral Sciences (Second Edition)*.
- Yang, Y., Hobbie, S., Hernadez, R., Fargione, J., Grodsky, S., Tilman, D., . . . Jungers, J. (2020). Restoring Abandoned Farmland to Mitigate Climate Change on a Full Earth. *One Earth*, 176-186.

Yang, Y., Liu, Y., Li, Y., & Li, J. (2018). Measure of urban-rural transformation in Beijing-Tianjin-Hebei region in the new millennium: Population-land-industry perspective. *Land Use Policy*, 79, 595-608.

Yawson, D. (2021). Estimating virtual land use under future conditions: Application of a food balance approach using the UK. *Land Use Policy*.

Zhang, T., Hou, Y., Meng, T., Ma, Y., Tan, M., Zhang, F., & Oenema, O. (2021). Replacing synthetic fertilizer by manure requires adjusted technology and incentives: A farm survey across China. *Resources, Conservation and Recycling*.

k. ANEXOS

Anexo 1



Proyecto de Tesis de la Carrera de Economía-UNL

Micaela Calderón

Tema:

“Tierras cultivables y ganadería: un enfoque empírico utilizando técnicas de cointegración y de causalidad con datos panel”.

Introducción:

El 99,7% de los alimentos que necesita el ser humano para sobrevivir provienen de la tierra; por lo tanto, es de vital importancia tener presente que las tierras y suelos productivos son pilares básicos para nuestra vida y nuestras economías (Barbut, 2014). Actualmente, existe una preocupación generalizada en cuanto a la disminución de tierras cultivables en el mundo. Según, Banco Mundial (2016) la cantidad de tierras cultivables per cápita en el mundo ha disminuido de 0,37 ha en 1961 a 0,19 ha en 2016. Muchas tierras aptas para el cultivo se pierden, pues éstas son destinadas en la actualidad a usos no agrícolas (FAO, 1984), principalmente al pastoreo de ganado vacuno (Encina e Ibarra, 2000). Igualmente, se evidencia un aumento de la producción de carne de ganado vacuno a nivel mundial, pues; pasó de 27.684.560 toneladas en 1961 a 67.353.900 toneladas en 2018 (FAO, 2018), lo que implica que podría existir una posible relación entre la

disminución de tierras cultivables y el aumento de la producción de carne de ganado vacuno.

La escasa evidencia empírica expresa que la proporción de alimentos provenientes de la agricultura está disminuyendo, mientras que la de carne va en aumento (Harrison, 2015). Adicionalmente, Alexander et al (2017) mencionan que una dieta que implique la mayor cantidad de consumo de productos animales puede ocasionar una mayor reducción de las tierras destinadas a la agricultura.

El presente proyecto pretende analizar la posible relación entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en los países pertenecientes a América Latina y el Caribe, periodo 1961–2018, para lo cual se hará uso de la base de datos de la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. La investigación parte de la hipótesis de que un aumento de la producción de ganado vacuno disminuye la disponibilidad de tierras cultivables. Por lo tanto, se busca saber ¿Cuál es el impacto de la producción ganadera en la disponibilidad de tierras cultivables en los países de ALC, entre 1961-2017?

Planteamiento del problema e hipótesis:

Existe una preocupación generalizada en cuanto a la disminución de tierras cultivables en el mundo. Según, Banco Mundial (2016) la cantidad de tierras cultivables per cápita en el mundo ha disminuido de 0,37 ha en 1961 a 0,19 ha en 2016. El 99,7% de los alimentos que necesita el ser humano para sobrevivir provienen de la tierra; por lo tanto, es de vital importancia tener presente que las tierras y suelos productivos son pilares básicos para nuestra vida y nuestras economías (Barbut, 2014). Muchas tierras aptas para el cultivo se pierden, pues éstas son destinadas en la actualidad a usos no agrícolas (FAO, 1984),

principalmente al pastoreo de ganado vacuno (Encina e Ibarra, 2000). Igualmente, se evidencia un aumento de la producción de carne de ganado vacuno a nivel mundial, pues; pasó de 27.684.560 toneladas en 1961 a 67.353.900 toneladas en 2018 (FAO, 2018), lo que implica que podría existir una posible relación entre la disminución de tierras cultivables y el aumento de la producción de carne de ganado vacuno. La disminución de las tierras cultivables puede adjudicarse al aumento de la producción de ganado vacuno, ya que a medida que el sector ganadero se desarrolla, sus requerimientos de tierra crecen, lo que involucra cambios en la intensidad del uso de la tierra (Pérez, 2008).

En una primera edición del ensayo de Malthus, el autor no señaló alguna relación entre agricultura y ganadería, pero sí le dedicó algunas líneas en una posterior, en donde admitió que el aumento de alimentos derivados de la ganadería por parte de los ricos, podría disminuir la disponibilidad para los más pobres (Schoijet, 2004). Así mismo, Harrison (2015) relaciona las variables en mención, quien expresa que la proporción de alimentos provenientes de la agricultura está disminuyendo, mientras que la de carne va en aumento. Adicionalmente, Alexander et al (2017) mencionan que una dieta que implique la mayor cantidad de consumo de productos animales puede ocasionar una mayor reducción de las tierras destinadas a la agricultura.

Alcance del problema (limitación):

El presente proyecto pretende analizar la posible relación entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en los países pertenecientes a América Latina y el Caribe, periodo 1961–2018, para lo cual se hará uso de la base de datos de la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. La variable

tierras cultivables estará expresada en hectáreas, mientras que la producción de carne de ganado vacuno en toneladas.

El estudio estará enfocado en los países que conforman la región de ALC, ya que en ellos la agricultura no solo juega un papel clave en el logro de los objetivos de desarrollo y de reducción de la pobreza; sino también, en la supervivencia de la mayoría de sus habitantes ya que su economía depende principalmente del sector agrícola y sobre todo que el crecimiento agrícola es más efectivo en reducir problemas económicos y sociales, que el crecimiento sin tomar en cuenta a la agricultura (Banco Mundial, 2008). Con tan solo el 9 % de la población mundial y el 4 % de la población rural, ALC posee el 16 % de los suelos agrícolas (Arias y Araya, 2019).

Evaluación del problema:

El sector agrícola puede trabajar en coordinación con otros sectores para generar un mayor crecimiento económico, reducir la pobreza y lograr la sostenibilidad del medio ambiente, convirtiéndose en una herramienta singular para el desarrollo (BIRF y BM, 2007) La agricultura cumple un papel muy importante si de desarrollo sostenible se trata , sobre todo la producción agrícola de pequeños productores de países de bajos ingresos, quienes contribuyen sustancialmente a la seguridad alimentaria de las poblaciones rurales y urbanas (Thornton et al. 2018). Por lo tanto, es de vital importancia que una nación cuente con la suficiente cantidad de tierras destinadas al cultivo.

La agricultura es hasta la actualidad la principal actividad generadora de ingresos de las familias campesinas (Faysse, Aguilhon, Phiboon y Purotaganon, 2020). Los pobres rurales dependen en gran medida de la agricultura y de los servicios e industrias relacionados con esta actividad; aunque hay algunos hogares que no están en condiciones

de mantenerse con pequeñas parcelas que poseen o cultivan, por tanto; ofrecen mano de obra a otras personas igualmente en actividades agrícolas (Hasan, 2001). Así mismo, Wellen (2016) indica que en los países con un menor PIB per cápita, el empleo en la agricultura contribuye un 20% a la generación de nuevos puestos de trabajo en el conjunto de la economía; y, que se evidencia una disminución del empleo en la agricultura; pues paso de un 22,5% en 2002 a un 18,4 en 2012 del total de la composición del empleo según la rama de actividad. La agricultura ya ha tenido un gran impacto sobre la pobreza y la malnutrición; por tanto, una mayor atención a la nutrición puede permitirle al sector agrícola satisfacer mejor sus propias necesidades en muchas formas (Oshaug y Haddad, 2002). En este contexto, al depender la agricultura de la disponibilidad de tierras cultivables se debe prestar atención al sector; puesto que se pueden desencadenar problemas tanto económicos como sociales por la estrecha relación entre la agricultura y los factores antes mencionados.

Preguntas de investigación:

¿Cuál es la evolución y correlación de la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017?

¿Existe una relación en el corto y largo plazo entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017?

¿Cuál es la relación causal entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017?

Justificación (académica, económica, y/o social):

- **Académica:** La elaboración del presente proyecto de investigación sirve de complemento a la formación académica recibida en la carrera de economía. De igual

manera, el trabajo se realiza con el propósito de cumplir con uno de los requisitos establecidos en el Estatuto Orgánico y Reglamentos Especiales para la obtención del título de economista y así poder adquirir competencias profesionales para una adecuada interacción social.

- **Económica:** Es importante conocer las consecuencias negativas que trae consigo la disminución o deterioro de las tierras que son destinadas al cultivo, ya que no solo afecta al crecimiento económico de un país sino también de forma directa a las personas pobres que en su mayoría viven en zonas rurales y dependen principalmente de la agricultura para su supervivencia, ya sea trabajando en sus propias tierras como prestando servicios en el sector agrícola.

- **Social:** A nivel social, el presente trabajo se justifica por la preocupante situación de las personas que sufren de hambre y desnutrición, debido a que la demanda de alimentos ha venido aumentando en los últimos años; mientras que abastecer a toda esa demanda podría llegar a ser un problema por el excesivo crecimiento de la población. Por ello, se pretende generar información que encamine a los tomadores de decisiones a formular y aplicar las mejores políticas que contribuyan a dar solución a los problemas derivados de la producción de ganado vacuno, en este caso; la disminución de tierras cultivables.

8. Objetivos

8.1 Objetivo General.

Evaluar el impacto de la producción ganadera en la disponibilidad de tierras cultivables en los países de ALC, entre 1961-2017, utilizando técnicas de cointegración para proponer políticas que aporten a una menor disminución de las tierras cultivables.

Objetivos específicos.

Analizar la correlación y evolución de la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017.

Estimar la relación en el corto y largo plazo entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017.

Estimar la relación causal entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017

Hipótesis

Un aumento de la producción de ganado vacuno disminuye la disponibilidad de tierras cultivables.

Existe una relación en el corto y largo plazo entre la producción de ganado vacuno disminuye la disponibilidad de tierras cultivables.

La producción de ganado vacuno es causante de las variaciones de las tierras cultivables.

Marco teórico

Antecedentes.

El cambio de una economía sustentada en la caza y recolección de frutos a una basada en la agricultura, ha sido uno de los acontecimientos más importantes en la historia de la humanidad (Smith, 2005). Varios autores como Robert Wallace, Benjamín Franklin, Joseph Townsend, James Stuart y Georges Buffon habían señalado la posibilidad de que existiera un aumento de la población más rápido que la producción de alimentos antes que Malthus (Hardin, 1973; Eiseley, 1961). La preocupación en cuanto a disminución de

tierras cultivables se da a partir de las ideas de Malthus en una primera edición de su ensayo, en donde relacionó el aumento de la población con la disminución de la disponibilidad de alimentos y en una segunda edición admitió que el aumento de alimentos derivados de la ganadería por parte de los ricos, podría disminuir la disponibilidad para los más pobres (Schoijet, 2004). Aunque es en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales y en la Declaración universal sobre la erradicación del hambre y la malnutrición que se determina el derecho a no padecer hambre y malnutrición, aprobado para el año de 1974 (ONU, 1996).

En base a lo expuesto anteriormente, las investigaciones realizadas han buscado determinar la relación entre el crecimiento de la población y la disponibilidad de alimentos. Por consiguiente, algunos estudios mencionan que la rápida urbanización o crecimiento de la población humana provocan un agotamiento de la tierra cultivable; y, que en ausencia de sistemas agrícolas mejorados, es probable que continúe la tendencia de que una mayor población genera un mayor uso de la tierra (Liu, Long y Wang, 2009; Ningal, Hartemink y Bregt, 2008). Muchas tierras que son aptas para el cultivo se pierden; pues, estas son destinadas en la actualidad a usos no agrícolas (FAO, 1984). Las principales causas de la degradación del suelo son: la expansión urbana, construcción de carreteras, minería, industria, acumulación salina, daños físicos y biológicos, erosión eólica e hídrica, y también porque la tierra cultivable pasa a ser área de pastoreo (Encina e Ibarra, 2002). Existe una relación directa entre las actividades económicas del ser humano y el uso del suelo, las cuales han generado un impacto ambiental negativo por el uso intensivo e indiscriminado del suelo (Silva y Correa, 2009). A medida que pasa el tiempo la disminución de tierras cultivables se ha ido relacionando con otros tipos de factores además de los socioeconómicos. Los sistemas de producción, deforestación, sobrepastoreo

y el cambio climático son causas que se suman a la degradación del suelo (Cotler et al. 2007)

Fundamentación teórica.

La investigación está fundamentada principalmente en una importante aportación que realiza Malthus en ediciones posteriores de su ensayo, pues; en él admite la posibilidad de que los patrones de alimentación de la clase alta pudieran causar un aumento de las tierras dedicadas a la ganadería y por ende una disminución de los alimentos disponibles (Schoijet, 2004) . Adicionalmente, Harrison (2015) menciona en un informe de la FAO que la proporción de alimentos provenientes de la agricultura está disminuyendo, mientras que la de carne va en aumento. De igual manera, Alexander et al (2017) mencionan que una dieta que implique la mayor cantidad de consumo de productos animales puede ocasionar una mayor reducción de las tierras destinadas a la agricultura. Estos autores relacionan la disminución de tierras cultivables con el aumento de la producción de ganado vacuno.

La Figura 2 muestra la evolución de las tierras cultivables expresada en hectáreas por persona, tanto para América Latina y El Caribe como para el mundo para los años comprendidos entre 1961-2016. Se observa en ambas figuras una disminución de las tierras cultivables en el tiempo.

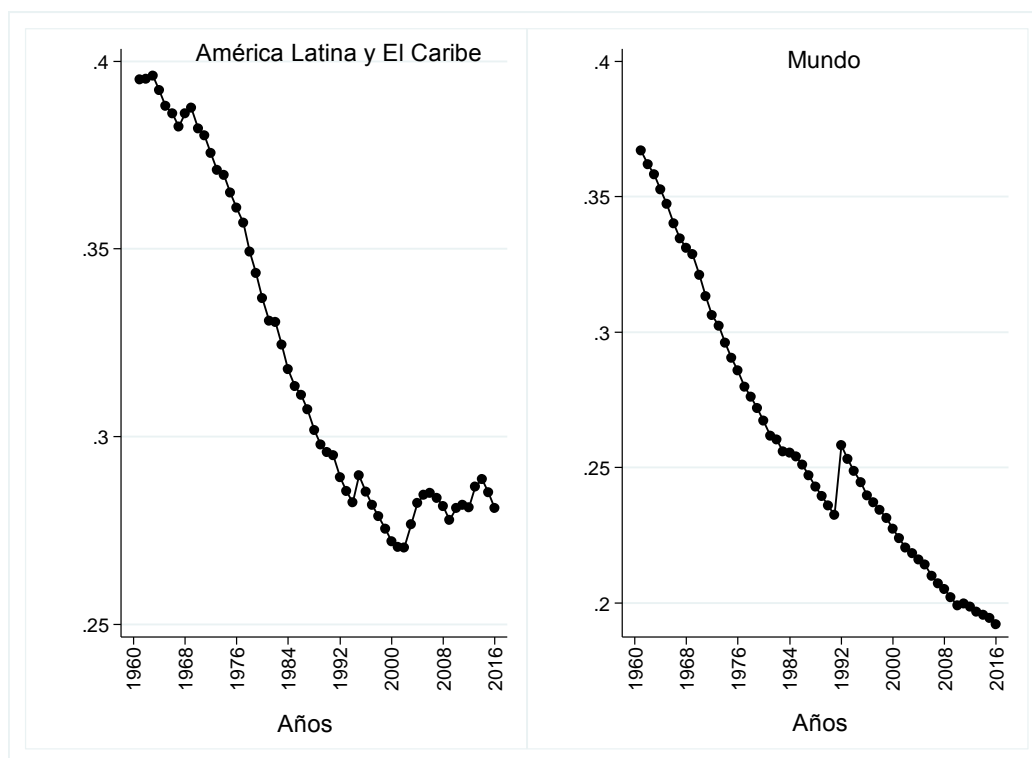


Figura 2. Evolución de las tierras cultivables, 1961-2017

Evidencia empírica

La disponibilidad de alimentos y el derecho a la alimentación está ligado al concepto de seguridad alimentaria y, por ende, a un enfoque hacia la producción agrícola (Fuster, Messer, Palma, Deman y Bermudez, 2014). Por lo tanto, para que las personas puedan tener acceso permanente a los alimentos tanto físico como económico, se requiere capacidad y recursos para producir u obtener todos los alimentos necesarios para el hogar y sus miembros (Latham, 2002). El suministro de alimentos no es el problema principal, la clave está en si las personas pueden comprar alimentos suficientes para poder disfrutar de una dieta adecuada, lo que se traduce en una carencia de acceso. La falta de acceso a los alimentos puede ser económica, por altos niveles de pobreza, altos precios de los alimentos, falta de créditos; y física, por la mala infraestructura de carreteras y mercados (Figuroa, 2005b). Las investigaciones para la temática abordada es bastante escasa; pero,

hoy en día los estudios relacionados con Seguridad Alimentaria y Nutrición están adquiriendo cada vez más importancia, tanto en los estudios de las Ciencias Sociales, Biológicas, Humanísticas y Económicas, como en la planificación y estrategias que ejecutan los gobiernos para generar desarrollo en una nación (Figuroa, Disponibilidad de alimentos como factor determinante de la Seguridad Alimentaria y Nutricional y sus representaciones en Brasil, 2005a). En este contexto, la evidencia empírica está relacionada con temas de seguridad alimentaria y agricultura, variables que están ligadas con la disponibilidad de tierras cultivables.

He, Zhao, Wang, Jiang y Zhu (2019) en un estudio para China utilizaron datos recopilados de fuentes estadísticas para determinar como los cambios en los hábitos alimentarios inciden en la cantidad demandada de tierra cultivable y agua. Los resultados demostraron que el consumo de alimentos vegetales ha venido disminuyendo, mientras que el consumo de productos de origen animal va en aumento. Así mismo, se determinó que la demanda tierra cultivable ha venido aumentando desde 1981 y que si se sigue la dieta actual recomendada por nutricionistas, el aumento de la población resultará en una mayor demanda de tierra para cultivos. Además, que el aumento de la población urbana significa un mayor consumo de alimentos, particularmente productos de origen animal; los cuales ocupan grandes extensiones de tierra. Por otra parte, mencionan que cada aumento del 1% en la urbanización provoca un aumento de más de 140 mil ha de tierra cultivable en China, siendo así que los cambios en los hábitos alimentarios y el aumento de la urbanización ejercerá una presión adicional sobre la tierra cultivable y el agua.

(Yin, Lin, Jiang, Yan, & Wang, 2019) en su trabajo igualmente para China en dos regiones: Shandong y Lago Dongting utilizaron el Método de Análisis de Emergía con el fin de evaluar la intensidad del uso de la tierra cultivable, para lo cual los principales factores del análisis fueron fertilizantes, pesticidas, película de cobertura, mano de obra,

riego y maquinaria agrícola. Los resultados mostraron tendencia creciente del uso intensivo de la tierra para ambas regiones, pero sí con una diferencia estructural: Shandong mostró un aumento de la maquinaria agrícola con una reducción simultánea de pesticidas, fertilizantes, mantillo, maquinaria agrícola y riego, mientras que Lago Dongting aumentó el uso de pesticidas, fertilizantes, maquinaria agrícola y riego con una disminución de mano de obra. Se suma a los resultados anteriores quien determina que los insumos de capital (pesticidas, herbicidas, riego, etc) e insumos de fuerza laboral podrían ayudar a controlar el uso intensivo de la tierra arable. Adicionalmente, Sijing y otros (2020) mencionan que es preferible mejorar la intensidad del uso del suelo que tratar de extender las tierras cultivables, esto conjuntamente con la participación de los gobiernos locales.

Existen estudios que relacionan el cambio climático con el uso de la tierra. Tal es el caso de Tahmasebi, Karami y Keshavarz (2020) que tienen como objetivo evaluar los cambios en el uso de la tierra bajo el cambio climático, para lo cual realizaron entrevistas y encuestas a diferentes hogares y agricultores que habitan en el condado de Eij y el de Irán. Los resultados revelaron que los factores naturales, económicos, sociales, psicológicos, e institucionales tienen efectos significativos en el cambio del uso del suelo. El cambio climático, los ingresos de los agricultores, los costos de producción de las cosechas, la convivencia entre vecinos, las políticas gubernamentales han generado cambios en el uso de la tierra y una significativa reducción de las tierras cultivables. Igualmente, Aggarwal y otros (2010) mencionan que el cambio climático genera impactos negativos en la degradación de la tierra y la seguridad alimentaria. Sugieren que los riesgos por la variabilidad del clima deberían gestionarse a futuro con apoyo político e institucional junto a la tecnología. Adicionalmente, Shakhawat y otros (2020); Hossain y otros (2019); Arshad y otros (2018) encuentran que el cambio climático disminuye el valor de las

tierras, la productividad e ingresos agrícolas. De hecho, para 2030 el cambio climático podría ser el causante de que más de 100 millones de personas caigan en pobreza extrema, principalmente por los impactos en la agricultura y la seguridad alimentaria (Banco Mundial, 2019).

El uso excesivo de compuestos químicos es un problema en la productividad de los suelos. Hao y otros (2020), en un estudio de campo demostraron que la acidificación del suelo es inducida por fertilizantes nitrogenados. La acidificación del suelo provoca cambios en las propiedades de la tierra, suelos duros, mala retención del agua, susceptibilidad a plagas y enfermedades, que a la vez traen consigo bajos rendimientos de los cultivos, que sugieren problemas de degradación de la tierra (Hipolito, s.f.). (Toledo, y otros, 2020), demostraron en su estudio experimental que se puede mejorar el rendimiento de los cultivos con la polinización manual, sin necesidad de usar fertilizantes o insecticidas. De igual manera, (Liu, y otros, 2014) determinan que el reemplazo de fertilizantes químicos por abono orgánico en base al estiércol de ganado reduce significativamente las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y aumenta la fertilidad y productividad del suelo. El uso de fertilizantes en la agricultura está asociado con la contaminación del agua y las emisiones de gases de efecto invernadero (Stuart, Schewe y McDermott, 2014).

Una disminución de suelos productivos puede acarrear el abandono de estas tierras. Una disminución de los rendimientos de los cultivos en 0,1 toneladas / ha a finales de la década de 1980 aumentó la probabilidad de abandono de tierras agrícolas (Prishchepov, Muller, Dubinin, Baumann y Radeloff, 2013). Corbelle y Crecente (2008), mencionan que el abandono de tierras disminuye la superficie destinada a la agricultura. Por consiguiente, la vegetación que crece en los campos abandonados contribuye como combustible para los incendios forestales (Dubinin et al., 2010) y aumenta la propagación de malezas,

plagas y patógenos en el resto de los campos destinados a la agricultura (Smelansky, 2003).

En la actualidad, el mundo se enfrenta al desafío urgente que representan las prácticas insostenibles de producción y consumo de alimentos. El sistema alimentario actual es el principal factor causante de la deforestación y la pérdida de biodiversidad, y genera una cuarta parte de la contaminación con gases de efecto invernadero a nivel mundial (Banco Mundial, 2019). Es así que Alexander y otros (2015), en su trabajo realizado para 219 países contruye un índice de conversión alimenticia y también utilizó Rworldmap para producir mapas globales de resultados. Los resultados encontrados señalan que el cambio del uso de la tierra se debe principalmente a la producción de productos animales que representa el 65%. De igual manera, Hallström, Rööös y Börjesson (2014); González, Marqués, Nadal y Domingo (2020) establecen que reduciendo el consumo de carne se lograrían grandes beneficios en términos de GEI, presión del uso de la tierra, calentamiento global y escasez de agua. Por su parte, menciona que el aumento de los niveles del consumo de carne es una amenaza para el medio ambiente y la salud humana, siendo el ingreso y la tasa de urbanización los impulsores más importantes a la hora de consumir carne. Por lo tanto, existe una relación directa entre las actividades económicas del ser humano y el uso del suelo, las cuales han generado un impacto ambiental negativo por el uso intensivo e indiscriminado del suelo (Silva y Correa, 2009).

Datos y metodología:

Fuentes estadísticas

Con el objetivo de examinar el efecto de la producción de ganado vacuno en la disminución de tierras cultivables utilizamos datos disponibles en la base estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. La

investigación es realizada para América Latina y el Caribe, que es una de las regiones donde se encuentra la mayor parte de tierras cultivables y donde la población depende fundamentalmente de la agricultura, para los años comprendidos entre 1961-2017. La variable dependiente es la superficie de tierra destinada a cultivos expresada en hectáreas y la variable independiente es la producción de ganado vacuno expresada en toneladas.

Tabla 9

Descripción de las variables

Variable	Descripción	Fuente
Tierras cultivables per cápita	La tierra cultivable (en hectáreas) incluye aquellos terrenos definidos por la FAO como afectados a cultivos temporales (las zonas de doble cosecha se cuentan una sola vez), 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.	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
Cabezas de ganado vacuno	Existencias de ganado bovino. Expresada en unidades de cabezas de ganado vacuno.	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Fuente: Elaboración propia, con datos de la FAO (2020).

Estrategia metodológica.

Para cumplir con los objetivos planteados, utilicé una metodología econométrica de datos panel, debido a que tiene una estructura que permite agrupar un mayor volumen de información y la aplicación de pruebas para el ajuste entre variables. Por lo tanto, con el uso de esta metodología se obtienen resultados más consistentes y eficientes con respecto a los modelos de sección transversal.

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados en la presente investigación, se aplica las siguientes estrategias:

OBJETIVO ESPECÍFICO 1:

Analizar la correlación y evolución de la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017.

Para el cumplimiento del presente objetivo se procedió a elaborar gráficos de evolución de cada una de las variables, con la finalidad de determinar su comportamiento y evolución en el tiempo. Además, se aplicó el coeficiente de correlación para establecer el tipo de relación existente entre las variables.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2:

Estimar la relación en el corto y largo plazo entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno en América Latina y El Caribe, en el periodo 1961-2017.

Previo a la estimación de cointegración, se plantea un modelo base y también agregando variables de control para determinar la relación entre las tierras cultivables y la producción de ganado vacuno a través de un modelo regresivo de Mínimos Cuadrados Generalizados. La finalidad de agregar variables de control es encontrar determinantes adicionales que incidan en las variaciones de las tierras cultivables.

Consecutivamente se necesita verificar la estacionariedad de las variables. Para ello, aplicamos el test de raíz unitaria de Breitung (2001) y adicionalmente, como método de comprobación se utiliza la prueba de Perron (1988). Mediante, estas pruebas se puede determinar la cantidad de rezagos que las variables necesitan para evitar estimaciones espurias. Luego, verificamos la relación a largo plazo entre las dos variables, mediante el test de cointegración de Pedroni (2001). Finalmente, para encontrar la relación en el corto plazo se estima el vector de corrección de errores que se lo realiza mediante estimadores de media individual (MG) y estimadores agrupados de la media individual (PMG).

OBJETIVO ESPECÍFICO 3:

Finalmente, para encontrar la relación causal entre las variables se realiza la prueba de causalidad de Hurlin y Dumitrescu (2012), el cual nos ayuda a comprobar si los resultados de una variable pueden predecir los de otra. Es decir, si la conducta de la serie temporal de la producción de ganado vacuno puede predecir la conducta de la serie temporal de las tierras cultivables. Ésta puede ser unidireccional si solamente una variable causa a la otra o bidireccional si ambas variables se causan entre sí mismas.

Resultados esperados:

Se espera obtener una relación negativa entre la disponibilidad de tierras cultivables y la producción de ganado vacuno, es decir; que el aumento de la producción de ganado vacuno provoque una disminución de las tierras cultivables.

11. Cronograma

Año	2020																2021							
Mes	Sept				Oct				Nov				Dic				Enero				Febrero			
Actividades	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración del proyecto	■	■	■	■	■	■	■	■																
Corrección del proyecto									■															
Presentación y aprobación del proyecto de tesis										■														
Revisión de la literatura											■	■												
Organización de datos oficiales													■											
Obtención de resultados													■											
Elaboración de Discusión, Conclusiones y Recomendaciones													■											

- Barbut, M. (2014). *LA TIERRA EN CIFRAS: LOS MEDIOS DE SUBSISTENCIA EN SU PUNTO DE INFLEXIÓN*. Alemania: Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación.
- BIRF, & BM. (2007). *Agricultura para el desarrollo: Banco Mundial*. Obtenido de Banco Mundial.
- Cotler, H., Sotelo, E., Dominguez, Z. M., Cortina, S., & Quiñones, L. (2007). La conservación e los suelos: un asunto de interés público. *Gaceta ecológica*, 5-71.
- Eiseley, L. (1961). *Darwin's Century*. New York.
- Encina, A., & Ibarra, J. (2000). *La degradación del suelo y sus efectos sobre la población*. Paraguay : Población y desarrollo .
- Encina, A., & Ibarra, J. (2002). El Ordenamiento Territorial, Medio Fundamental para el Bienestar de la población . *Población y Desarrollo*.
- FAO. (1984). Proteger y producir. *Conservación del suelo para el desarrollo*, 40.
- Faysse, N., Aguilhon, L., Phiboon, K., & Purotaganon, M. (2020). Mainly farming...but what's next? The future of irrigated farms in Thailand. *Journal of Rural Studies*.
- Figueroa, D. (2005a). Disponibilidad de alimentos como factor determinante de la Seguridad Alimentaria y Nutricional y sus representaciones en Brasil. *Nutrição*.
- Figueroa, D. (2005b). Seguridad alimentaria y nutricional. Determinantes y vías para su mejora . *Salud Pública y Nutrición* .
- Hardin, G. (1973). *Población, evolución y control de la natalidad* . México: W. H. Freeman.

- Harrison, P. (2015). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. Roma: Publicaciones FAO: ISBN 92-5-304761-5.
- Hasan, M. (2001). La pobreza rural en los países en desarrollo. *Temas de economía*.
- Hipolito, M. (s.f.). Acidificación del suelo: ¿mito o realidad? *Agroecología*.
- Latham, M. (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. New York: Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29.
- Liu, H., Li, J., Li, X., Zheng, Y., Feng, S., & Jiang, G. (2014). Mitigating greenhouse gas emissions through replacement of chemical fertilizer with organic manure in a temperate farmland. *Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences*.
- Liu, Y., Long, H., & Wang, J. (2009). Analysis of arable land loss and its impact on rural sustainability in Southern Jiangsu Province of China. *Journal of Environmental Management*.
- Ningal, T., Hartemink, A., & Bregt, A. (2008). Land use change and population growth in the Morobe Province of Papua New Guinea between 1975 and 2000. *Journal of Environmental Management*, 117-124.
- ONU. (1996). *Declaración universal sobre la erradicación del hambre y la malnutrición*.
- Oshaug, A., & Haddad, L. (2002). Nutrición y Agricultura. *La base para el desarrollo*.
- Peréz, R. (2008). El lado oscuro de la ganadería. *Problemas del desarrollo: Revista ÑLatinoamericana de Economía*.
- Schoijet, M. (2004). La recepción e impacto de las ideas de Malthus sobre la población. *Estudios demográficos y urbanos*, 569-604.

- Schoijet, M. (2004). POBLACIÓN Y PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS. TENDENCIAS. *Problemas del desarrollo: Revista Latinoamericana de economía*.
- Silva, S., & Correa, F. (2009). ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: REVISIÓN DE LA NORMATIVA Y POSIBILIDADES DE LA REGULACIÓN ECONÓMICA . *Semestre económico*, 13-34.
- Smith, B. D. (2005). *Reassessing Coxcatlan Cave and the early history of domesticated plants in Mesoamerica*. *Proc Natl Acad Sci U S A*: 102(27): 9438–9445.
- Toledo, M., Tschardtke, T., Tjoa, A., Anshary, A., Cyio, B., & Wanger, T. (2020). Hand pollination, not pesticides or fertilizers, increases cocoa yields and farmer income. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.
- Wellen, J. (2016). Brechas y transformaciones: La evolución del empleo agropecuario en América Latina. *Publicaciones de la CEPAL*.
- Yin, G., Lin, Z., Jiang, X., Yan, H., & Wang, X. (2019). Spatiotemporal differentiations of arable land use intensity A comparative study of two typical grain producing regions in northern and southern China. *Journal of Cleaner Production*, 1159-1170.

Anexo 2

Prueba de multicolinealidad

	tch	lcv	cpob	vt	lfn
tch	1.0000				
lcv	0.4983	1.0000			
cpob	0.0647	0.4050	1.0000		
vt	-0.1744	0.0596	-0.2761	1.0000	
lfn	0.1376	0.7840	0.2191	0.1847	1.0000

Nota. Adaptado a los datos de la FAO (2020) y Banco Mundial (2020)

Anexo 3

Test de autocorrelación de Wooldridge

H0: No existe autocorrelación

H1: Existe autocorrelación

$F(1, 20) = 97,790$

$\text{Prob} > F = 0,0000$

Nota. H0 es la hipótesis nula. H1 es la hipótesis alternativa.

Anexo 4

Test de heteroscedasticidad de Wald

H0: No existe heteroscedasticidad

H1: Existe heteroscedasticidad

$\text{Chi}^2(21) = 90400,83$

$\text{Prob} > \text{chi}^2 = 0,0000$

Nota. H0 es la hipótesis nula. H1 es la hipótesis alternativa.

Anexo 5

Test de dependencia de sección cruzada

H0: No existe dependencia de sección cruzada

H1: Existe dependencia de sección cruzada

Pesaran's test of cross sectional Independence = 6,034

Pr = 0,0000

Nota. H0 es la hipótesis nula. H1 es la hipótesis alternativa.

Índice de contenidos

CERTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN	vii
ESQUEMA DE CONTENIDOS	ix
a. TÍTULO	1
b. RESUMEN	2
ABSTRACT	3
c. INTRODUCCIÓN	4
d. REVISIÓN DE LITERATURA	9
1. ANTECEDENTES	9
2. EVIDENCIA EMPÍRICA	14
e. MATERIALES Y MÉTODOS	25
1. TRATAMIENTO DE LOS DATOS	25
1.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS	25
1.2 ESTRATEGIA ECONOMETRICA	28
f. RESULTADOS	34
1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1	34
1.1 Análisis de la tendencia y evolución	34

1.2. Análisis de la correlación	39
2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2	43
2.1 Estimación del modelo GLS.	43
2.2 Prueba de estacionariedad.	46
2.3 Relación de largo plazo entre las variables	47
2.4 Relación de corto plazo entre las variables	49
3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3	50
g. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1	54
2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2	58
3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3	62
h. CONCLUSIONES	66
i. RECOMENDACIONES	68
j. BIBLIOGRAFÍA	70
k. ANEXOS	87

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de las variables y fuentes de datos	26
Tabla 2. Estadísticos descriptivos.....	28
Tabla 3. Estimación del modelo GLS incluidas las variables de control	46
Tabla 4. Resultados de la prueba de raíz unitaria	48
Tabla 5. Resultados de la prueba de cointegración de Westerlun	49
Tabla 6. Resultados de la prueba del modelo de corrección de error (PMG).....	50
Tabla 7. Resultados de la causalidad de Dumitrescu y Hurlin	53

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de cobertura de América Latina y El Caribe.....	viii
Figura 2. Evolución y tendencia de las tierras cultivables y la producción de ganado vacuno.....	36
Figura 3. Evolución y tendencia de las variables de control 1961-2017.....	39
Figura 4. Correlación entre las tierras cultivables y la producción de ganado vacuno .	40
Figura 5. Correlación entre las tierras cultivables y las variables de control	43

Índice de anexos

Anexo 1. Proyecto de tesis	87
Anexo 2. Prueba de multicolinealidad.	109
Anexo 3. Test de autocorrelación de Wooldridge	109
Anexo 4. Test de heteroscedasticidad de Wald	109
Anexo 5. Prueba de dependencia de sección cruzada	110