CZECH UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES PRAGUE

Faculty of Tropical AgriSciences

Estimation of Biogas Potential from Livestock Manure and its climate value for Cambodia

MASTER'S THESIS

Prague 2021

Author: BSc. Ing. Ana del Carmen Garavito Sanjur

Chief supervisor: Ing. Hynek Roubík, Ph.D.

Declaration

I hereby declare that I have done this thesis entitled Estimation of biogas potential and its climate value for Cambodia, independently, all texts in this thesis are original, and all the sources have been quoted and acknowledged by means of complete references and according to Citation rules of the FTA.

In Prague date 06.08.2021

.....

Ana del Carmen Garavito Sanjur

Acknowledgements

I would like to thank my family for always support me, believe on me and gave me the courage to keep going. I will be always grateful. Thank you to me for never giving up and always moving forward and being able to deal with any difficult situation.
Thanks to the supervisor Dr. Hynek Roubík and members of the Biogas Research Team for their support and feedback on my thesis.

Abstract

The aim of this study is to estimate the greenhouse gases emissions (carbon dioxide, nitrous oxide and methane), from livestock manure from enteric fermentation and manure management when is handle without any treatment and the biogas potential of Cambodia, which could generate from livestock manure. For this reason, the greenhouse gas emissions (CO_2, CH_4, N_2O) were calculated with the number of non-dairy cattle, buffalos, swine and chickens taking into account, which have the more availability in the Cambodian households. Cambodia has in total 6,499,525 million of swine, 129,625, 285 million of chicken, 9,437,575 million of non-dairy cattle, 1,427,375 million of buffalos. In total Cambodia has 146,989,760 million of livestock from swine, non-dairy cattle, swine and buffalos according to the 2013 Cambodia National Census. The total amount of manure produced is 1107 525. 06 kg is obtained for those animals. The total amount of CH_4 emissions of enteric fermentation produced from those animals is 617.68 1 Gg CH_4 yr^{-1}. The annual number of emissions of CH_4 from manure management include the three livestock (non-dairy cattle, swine and poultry) is 2494.12 Gg CH_4 $yr.^{-1}$ and the total amount of N_2O from manure management is 0.095 Gg N_2O yr^{-1}. The biogas produced its was calculated through the 2019 refinement of the 2006 IPCC guidelines for greenhouse gases Inventories. The total biogas potential was calculated through IRENA, 2016 Methodology of feedstocks giving a value of 735.19 m^3/ yr using country specific values of volatile solids for Asian countries this was equivalent to 16,174.18 MJ can use from livestock manure. The top animals that produce the higher amount of manure was non-dairy cattle, buffalos, swine and chicken. The Cambodia zone resulted to have the higher number of livestock, following by Plain Zone. Pailin was the province with the lowest number of livestock.

The total amount of Greenhouse gases emissions of CO_2 from CH_4 enteric fermentation is 23392 Gg CO_2 eq, the amount of CO_2 emitted from manure management is the total amount of CO_2 from CH_4 manure management is 70.25 KgCO_2. The total amount of CO_2 from N_2O manure management is 166.81 kg N_2O. Biogas produce the lower amount of emissions compared to dung that produced 7100 Mg CH_4 in comparison of biogas that produces 57 Mg CH_4, 885 G CO_2 od dung compared to biogas that produced 81.5 g CO_2 and dung produced 290 mg N_2O in comparison of biogas that produces 5.4 mg N_20 showing the environment benefits to threat livestock manure through biogas that at the same time the fertilizer is rich in nutrients and less polluted when the manure is spread in the soil or storage in piles.

Key words: biogas potential, greenhouse gas emissions, livestock manure, Cambodia, IPCC, manure management, enteric fermentation

Resumen

El objetivo de esta tesis fue estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, oxido nitroso y metano) del estiércol de ganado que provienen de la fermentación entérica y del manejo del estiércol cuando es manejando sin un tratamiento apropiado. Por este motivo, se calcularon las emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2, CH_4, N_2O) teniendo en cuenta el número de bovinos no lecheros, búfalos, cerdos y pollos, que tienen mayor disponibilidad en los hogares camboyanos.

Camboya tiene en total 6.499.525 millones de cerdos, 129.625, 285 millones de pollos, 9.437.575 millones de ganado no lechero, 1.427.375 millones de búfalos. En total, Camboya tiene 146,989,760 millones de ganado de cerdos, ganado no lechero, porcinos y búfalos según el Censo Nacional de Camboya de 2013. La cantidad total de estiércol producido es 1107 525. 06 kg.

La cantidad total de emisiones de CH_4 de la fermentación entérica producidas por esos animales es de 617,68 1 Gg de CH_4 al año. El número anual de emisiones de CH_4 del manejo del estiércol incluye los tres tipos de ganado (ganado no lechero, porcino y aves de corral) es 2494,12 Gg CH_4 al año y la cantidad total de N_2O del manejo del estiércol es 0.095 Gg N_2O al año. El biogás producido se calculó mediante el perfeccionamiento de 2019 de las guias del IPCC de 2006 para inventarios de gases de efecto invernadero.

El potencial total de biogás se calculó a través de la Metodología de IRENA de la medición de la capacidad y producción de biogas a pequeña escala dando un valor de 735,19 m3 / año utilizando valores específicos de país de sólidos volátiles para los países asiáticos, esto fue equivalente a 16,174,18 MJ que se pueden usar a partir de estiércol de ganado.

Los principales animales que produjeron la mayor cantidad de estiércol fueron el ganado no lechero, búfalos, cerdos y pollos. La zona de Camboya resultó tener el mayor número de ganado, seguida por la Zona Llanura. Pailin era la provincia con menor número de cabezas de ganado.

La cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero de CO_2 de la fermentación entérica de CH4 es 23392 Gg CO_2 eq, la cantidad de CO_2 emitida por el manejo del estiércol es la cantidad total de CO_2 proveniente del manejo del estiércol de CH_4 es de 70.25 KgCO2. La cantidad total de CO_2 procedente de la gestión del estiércol N_2O es de 166,81 kg N2O.

El biogás produce la menor cantidad de emisiones en comparación con el estiércol que produjo 7100 Mg de CH_4 en comparación con el biogás que produce 57 Mg de CH4, 885 G de CO2 de estiércol en comparación con el biogás que produjo 81,5 g de CO_2 y el estiércol produjo 290 mg de N_2O en comparación con el biogás que produce. 5.4 mg N_20 que muestra los beneficios ambientales del estiércol del ganado a través del biogás que al mismo tiempo el fertilizante es rico en nutrientes y menos contaminado cuando el estiércol se esparce en el suelo o se almacena en pilas.

Palabras claves: potencial de biogás, emisiones de gases de efecto invernadero, estiércol de ganado, Camboya, IPCC, gestión de estiércol, fermentación entérica

សង្ខេបបទ

គោលបំណងនៃការសិក្សានេះគឺ ប៉ាន់ប្រមាណកម្រិតនៃការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់(កាបូនឌីអុកស៊ីដ នីត្រាតអុកស៊ីដ និង មេតាន)ដែលបានមកពីលាមកសត្វចិញ្ចឹមតាមរយៈការបំបែកអាហារខាងក្នុងរបស់សត្វ និង ការគ្រប់គ្រងលាមកធម្មតាដោយមិនធ្វើអ្វីទាំងអស់ និង សក្តានុពលនៃជីវឧស្ម័ននៅកម្ពុជា ដែលអាចផលិតបានមកពីលាមកសត្វចិញ្ចឹម។ ដោយទៅតាមហេតុផលនេះ ការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ (CO_2, N_2O, CH_4) ត្រូវបានគណនាមកពី លាមកសត្វគោដែលមិនចិញ្ចឹមយកទឹកដោះ ក្របី ជ្រូក និង មាន់ ដែលជាសត្វសំបូរជាងគេនៅប្រទេសកម្ពុជា។ប្រទេសកម្ពុជាមានសត្វជ្រូកសរុបចំនួន ៦៤៩៩៥២៥លាន ក្បាល មាន់ចំនួន ១២៩៦២៥២៨៥លាន, សត្វគោដែលមិនចិញ្ចឹមយកទឹកដោះចំនួន ៩៤៣៧៥៧៥លាន, និង ក្របីចំនួន ១៤២៧៣៧៥លាន ក្បាល។ សរុបមកប្រទេសកម្ពុជាមានសត្វចិញ្ចឹមចំនួន ១៤៦៩៨៩៧៦០លាន ក្បាល រួមបញ្ចូលជ្រូក សត្វគោដែលមិនចិញ្ចឹមយកទឹកដោះ និង ក្របី ដោយទៅតាមបរបាយការណ៍របស់ជំរឿនជាតិឆ្នាំ ២០១៣។ លាមកដែលបានមកពីសត្វចិញ្ចឹមទាំងនោះ សរុបចំនួន ១១០៧៥២៥,០៦ គីឡូក្រាម។ កម្រិតនៃការបញ្ចេញឧស្ម័ន CH_4 តាមរយៈការបំបែកអាហារខាងក្នុងរបស់សត្វទាំងនោះគឺ ៦១៧,៦៨១ Gg CH_4 yr^{-1} ។ កម្រិតនៃការបញ្ចេញឧស្ម័ន CH_4 តាមរយៈការគ្រប់គ្រាលាមកប្រចាំឆ្នាំគឺ ២៤៩៤,១២ Gg CH_4 yr^{-1} បានមកពីសត្វចិញ្ចឹមបីប្រភេទ (សត្វគោដែលមិនចិញ្ចឹមយកទឹកដោះ ជ្រូក និង បក្សី) ហើយកម្រិតនៃការបញ្ចេញឧស្ម័ន N_2O គឺ ០,០៩៥ Gg N_2O yr^{-1}។ ជីវឧស្ម័នត្រូវបានគណនាបាមរយៈកំណែតម្រូវឆ្នាំ២០១៩ នៃគោលការណ៍សម្រាប់ឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ចេញពីសារពើភ័ណ្ឌ របស់ ២០០៦ 2006 IPCC។កម្រិតសរុបនៃសក្តានុពលនៃជីវឧស្ម័នត្រូវបានគណនាដោយយោងទៅតាម វិធីសាស្ត្រនៃការផ្តល់ចំណីទៅសត្វចិញ្ចឹមរបស់ IRENA ២០១៦ ដែលត្រូវនឹងចំនួន ៧៣៥,១៩ m^3 ក្នុងមួយឆ្នាំ ដោយប្រើប្រាស់តម្លៃនៃ volatile solids សម្រាប់ប្រទេសនីមួយៗនៅក្នុងអាស៊ីដែលមានតម្លៃស្មើនឹង ១៦១៧៤,១៨ MJ ដែលអាចប្រើប្រាស់បានពីលាមកនៃសត្វចិញ្ចឹម។ សត្វដែលផលិតលាមកច្រើនជាងគេបំផុតគឺ សត្វគោដែលមិនចិញ្ចឹមយកទឹកដោះ ក្របី ជ្រូក និង មាន់។ តំបន់ដែលមានចំនួនសត្វចិញ្ចឹមច្រើនជាងគេគឺ Cambodia zone និងបន្ទាប់មកគឺ Plain Zone។ ខេត្តប៉ៃលិនមានចំនួនសត្វចិញ្ចឹមតិចបំផុត។តម្លៃសរុបនៃការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ CO_2 មកពី CH_4 ការបំបែកអាហារខាងក្នុងរបស់សត្វគឺចំនួន ២៣៣៩២ Gg CO_2 eq។ កម្រិត CO_2 បញ្ចេញពីការគ្រប់គ្រងលាមកគឺជាតម្លៃសរុបនៃ CO_2 បានមកពីការគ្រប់គ្រងលាមកនៃ CH_4 ដែលមានតម្លៃ ៧០,២៥ kg CO_2។ ចំនួនសរុបនៃCO_2 មកពីការគ្រប់គ្រងលាមកនៃ N_2O គឺ ១៦៦,៨១ kg N_2O។

ជីវឧស្ម័នបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ទាបជាងលាមកធម្មតា។កម្រិតនៃ CH_4, CO_2, និង N_2O ផលិតចេញពីលាមកធម្មតាគឺ ៧១០០ mg CH_4, ៨៨៥ G CO_2, និង ២៩០ mg N_2O បើប្រៀបធៀបត្រឹមតែ ៥៧ mg CH_4, ៨១,៥ g CO_2, និង ៥,៤ mg N_2O ផលិតចេញពីជីវឧស្ម័ន។នេះបង្ហាញអោយឃើញអំពីសក្តានុពលនៃជីវឧស្ម័ន ក្នុងការកាត់បន្ថយការបំពុលបរិស្ថាន និងអាចប្រើប្រាស់ជាជីធម្មជាតិជាជាងប្រើប្រាស់លាមកធម្មតាពីសត្វចិញ្ចឹមដែលអាចបង្ករជាបញ្ហាសម្រាប់ការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់ និង កង្វក់ដី។

ពាក្យគន្លឹះ: សក្តានុពលនៃជីវឧស្ម័ន, ការបញ្ចេញឧស្ម័នផ្ទះកញ្ចក់, លាមកសត្វចញ្ចឹម, ប្រទេសកម្ពុជា, IPCC, ការគ្រប់គ្រងលាមក, ការបំបែកអាហារខាងក្នុងរបស់សត្វ

List of Abbreviations

ADB	Asian Development Bank
CDM	Clean Development Mechanism
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GIZ	German Agency for Technical Cooperation
IEA	International Energy Agency
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPELC	Livestock and Poultry Environmental Learning Community
IPTTS	Environmental Energy Consultants
IRENA	International Renewables Energy Agency
ISAT	Advisory Service on Appropriate Technology
MMT	Million Metric Tons
NAMAS	Nationally Appropriate Mitigation Actions
NAPA	National Adaptation Program of Action
NEEDS	National Economic, Environment and Development Study
OSU	The Ohio State University Extension
SARE	Sustainable Agriculture Research and Education
SDGs	Sustainable Development Goals
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNSD	Sustainable Development Agenda
USAID	United States Agency for International Development
WB	World Bank
WBA	World Bioenergy Association
WHO	World Health Organization
Gg	Gigagrammes

MMT	Million Metric Tons