



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

**HUELLA DE CARBONO EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA
ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE
QUEIROZ DE LA UNIVERSIDAD DE SAO PAULO,
PIRACICABA, ESTADO DE SAO PAULO, BRASIL**

AUTORA: Bach. CLARA NELY CAMPOS QUIRÓZ

ASESOR: M.Sc. GINO ALFREDO VERGARA MEDINA

Registro:(.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2020



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

**HUELLA DE CARBONO EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA
ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE
QUEIROZ DE LA UNIVERSIDAD DE SAO PAULO,
PIRACICABA, ESTADO DE SAO PAULO, BRASIL**

AUTORA: Bach. CLARA NELY CAMPOS QUIRÓZ

ASESOR: M.Sc. GINO ALFREDO VERGARA MEDINA

Registro:(.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2020

DEDICATORIA

*A mis abuelos **Tomás** y **Evelinda** por darme la mejor herencia, la educación, a mis hijos **Carlos Jesús** y **Dereck Kaleb** quienes son mi fortaleza para seguir adelante, a mis hermanos **Annie**, **Jorge**, mis padres **Rosa**, **Walter** y a mi esposo **Franz** por su motivación y apoyo incondicional.*

AGRADECIMIENTO

Al asesor M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina, por su orientación en la elaboración del informe además de su amistad, confianza, y paciencia.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por brindarme las facilidades de realizar una pasantía en el país de Brasil.

A el Dr. Adibe Luiz Abdalla por brindarme una carta de aceptación para realizar un intercambio en la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de Sao Paulo, al igual que a Susy Ramos encargada de asuntos internacionales de dicha universidad.

A el Dr. Carlos Eduardo Pellegrino Cerri y Ana Maria Meira de Lello por permitir unirme al grupo de USP recicla, donde cada año presentan el plan directorio socio ambiental, el cual sirve como base para las acciones de reducción de emisiones del campus central de la universidad.

A Victoria Carolina Basso, beneficiaria del Programa Beneficiario de Bolsas de estudio para su iniciación científica en la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de Sao Paulo, quien coadyuvó a la ejecución del trabajo, asimismo por su amistad.

A los docentes miembros del jurado, el Ing. Jefferson Fitzgerald Reyes Farje, el M. Sc. Henry Mario Peláez Rodríguez, y la Ing. Betty Karina Guzman Valqui, por las recomendaciones y aportes.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

DR. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

RECTOR

DR. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN

VICERRECTOR ACADÉMICO

DRA. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

M.Sc. ING. EDWIN ADOLFO DIAZ ORTÍZ

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

Yo, M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina, identificado con Documento de Identidad N° 40614903, docente en la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, asesor de la tesis:

“Huella Carbono en el campus central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, estado de Sao Paulo, Brasil”

Presentado por la bachiller en ingeniería ambiental:

CLARA NELY CAMPOS QUIRÓZ

Habiendo revisado el informe final de la tesis en mención doy la conformidad y el visto bueno para continuar con sus trámites correspondientes.

Chachapoyas, febrero de 2020



M.Sc. Gino Alfredo Vergara Medina

Asesor de tesis

JURADO EVALUADOR



ING. JEFFERSON FITZGERALD REYES FARJE
PRESIDENTE



M.SC. HENRY MARIO PELÁEZ RODRÍGUEZ

SECRETARIO



ING. BETTY KARINA GUZMAN VALQUI

VOCAL

vi

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 2-0

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo CLARA NELY CAMPOS QUIROZ
identificado con DNI N° 70458761 Estudiante de la Escuela Profesional de
INGENIERÍA AMBIENTAL
Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: "HUELLA DE CARBONO EN EL CAMPUS CENTRAL
DE LA ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA WIZ DE QUIROZ DE LA
UNIVERSIDAD DE SAO PAULO, PIRACICABA, ESTADO DE SAO PAULO, BRASIL"

La misma que presento para optar: TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL



2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 27 de FEBRERO de 2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



Secretaría General
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 3-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 27 de febrero del año 2020, siendo las 4:00pm horas, el aspirante CAMPOS QUIRÓZ CLARA NELY

defiende en sesión pública la Tesis titulada: « HUELLA DE CARBONO EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ DE LA UNIVERSIDAD DE SAO PAULO, PERACICABA, ESTADO DE SAO PAULO, BRASIL »

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental
a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente : Ing. Jefferson Fitzgerald Reyes Forje

Secretario : M.Sc. Henry Mario Peláez Rodríguez

Vocal : Ing. Betty Karina Guzman Valqui

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 05:30pm horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

PRESIDENTE

ÍNDICE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	vi
JURADO EVALUADOR	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ix
ÍNDICE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
I. INTRODUCCIÓN	19
II. MATERIALES Y MÉTODOS	22
2.1. Área de estudio.....	22
2.2. Población, muestra y muestreo	22
2.3. Materiales, equipos y software.....	24
2.4. Definición de los límites	26
2.4.1. Límite temporal.....	26
2.4.2. Límites organizacionales	26
2.4.3. Límites operacionales	26
2.5. Emisión directa de gases de efecto invernadero	27
2.6. Emisión indirecta de gases de efecto invernadero asociadas a la electricidad.....	28
2.7. Otras emisiones indirectas de gases de efecto invernadero	28
2.8. Exclusiones	29
2.9. Identificación de las fuentes de emisión de los gases de efecto invernadero.....	30
2.10. Cuantificación de Emisiones	30

2.11.	Estimación de la huella de carbono per cápita en el campus de la ESALQ-USP	32
-------	--	----

III.	RESULTADOS	45
3.1.	Definición de los límites	45
3.1.1.	Límite temporal	45
3.1.2.	Límites organizacionales	45
3.1.3.	Límites operacionales	45
3.2.	Exclusiones	46
3.3.	Identificación de las fuentes de emisión de los gases de efecto invernadero	46
3.4.	Cuantificación de emisiones	47
3.4.1.	Emisión directa de gases de efecto invernadero	47
3.4.2.	Emisión indirecta de gases de efecto invernadero asociadas a la electricidad	76
3.4.3.	Otras emisiones indirectas de gases de efecto invernadero	78
3.5.	Estimación de la huella de carbono per cápita en el campus de la ESALQ-USP	83
IV.	DISCUSIÓN	83
4.1.	Emisiones totales de GEI y contribución de las categorías	83
4.2.	Alcance 1	84
4.3.	Alcance 2	85
4.4.	Alcance 3	85
4.5.	Huella de carbono per cápita	86
V.	CONCLUSIONES	88
VI.	RECOMENDACIONES	89
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
	ANEXOS	94
Anexo 1.	Cuestionario aplicado a la flota de usuarios del campus ‘Luiz de Queiroz’	94
Anexo 2.	Datos de consumo de energía eléctrica del campus central.	96
Anexo 3.	Solicitud de datos de animales rumiantes al departamento de Zootecnia.	99
Anexo 4.	Declaración de aceptación	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales, equipos y software	24
Tabla 2. Gases de efecto invernadero (GEI) a considerar.	29
Tabla 3. Determinación de los datos de la actividad	30
Tabla 4. Factores de emisión utilizados.	31
Tabla 5. Factores de emisión para combustibles utilizados en el campus “Luiz de Queiroz” – USP	32
Tabla 6. Variación porcentual de etanol anhidrido y biodiesel en los combustibles	34
Tabla 7. Factor de emisión de la fermentación entérica para la región de Sao Paulo	41
Tabla 8. Factor de emisión del manejo de residuos para la región de Sao Paulo	42
Tabla 9. Factores de emisión en la producción de energía eléctrica.....	43
Tabla 10. Factores de emisión para combustibles utilizados en el campus “Luiz de Queiroz” – USP	44
Tabla 11. Instalaciones de la ESALQ-USP implicadas en el cálculo de la Huella de Carbono.....	45
Tabla 12. Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero	46
Tabla 13. Emisiones en CO ₂ eq de Gasolina automotiva (pura).....	48
Tabla 14. Emisiones en CO ₂ eq de Diésel	50
Tabla 15. Emisiones en CO ₂ eq de Etanol anhidrido	52
Tabla 16. Emisiones en CO ₂ eq de Biodiesel en el diésel S-500.....	54
Tabla 17. Emisiones en CO ₂ eq de Diésel en el diésel S-500.....	56
Tabla 18. Emisiones en CO ₂ eq de Diésel S-500.....	57
Tabla 19. Total, de emisiones en CO ₂ eq por mes	58
Tabla 20. Consumo y emisiones de CO ₂ eq/año por el uso de combustible en el transporte propio de la ESALQ-USP, periodo 2017.....	59
Tabla 21. Total, de tCO ₂ eq provenientes de los insumos usados en el campus central de la ESALQ-USP, periodo 2017.....	60
Tabla 22. Caprinos y ovinos	61
Tabla 23. Total de animales en sistema de pasto	62
Tabla 24. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ en matrices de más de 24 meses- sistema de pasto/producción de leche.....	62

Tabla 25. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ en novillas de más de 24 meses- sistema de pasto/producción de leche.....	63
Tabla 26. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ en becerras hasta 9 meses- sistema de pasto/producción de leche.....	63
Tabla 27. Factores de emisión total de hembras- sistemas de pasto/ producción de leche..	64
Tabla 28. Total, de animales en el sistema de confinamiento de caseta libre.....	65
Tabla 29. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ en matrizes de más de 24 meses/ producción de leche	65
Tabla 30. Total, de animales para producción de corte en sistema de pasto	66
Tabla 31. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ de matrizes de más de 24 meses/ producción de corte.....	67
Tabla 32. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ de machos de más de 24 meses/ producción de corte.....	67
Tabla 33. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ de novillas entre 9 y 24 meses/ producción de corte.....	68
Tabla 34. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ de machos entre 9 y 24 meses/ producción de corte.....	68
Tabla 35. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ de becerras hasta 9 meses/ producción de corte.....	69
Tabla 36. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ de becerros hasta 9 meses/ producción de corte.....	70
Tabla 37. Total, de ganado cebú en confinamiento experimental	71
Tabla 38. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ de ganado cebú con 2 años de edad.....	71
Tabla 39. Total, de bovinos en confinamiento experimental.....	72
Tabla 40. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ de vaca Holstein blanco y negro (HPB) no lactantes	72
Tabla 41. Total, de becerros entre 0 y 3meses en confinamiento experimental	73
Tabla 42. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ de hembras de 0 a 3 meses en confinamiento experimental.....	73

Tabla 43. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO ₂ de machos de 0 a 3 meses en confinamiento experimental.....	73
Tabla 44. Total, de emisiones en tCO ₂ eq emitidas por animales en los confinamientos....	74
Tabla 45. Total, de emisiones en tCO ₂ eq provenientes del consumo de energía eléctrica en el campus central ESALQ -USP, periodo 2017.....	76
Tabla 46. Total, de población en el campus central ESALQ- USP, periodo 2017.....	77
Tabla 47. Total, de emisiones en tCO ₂ eq generadas en los departamentos del campus central ESALQ- USP, según datos de población, periodo 2017	77
Tabla 48. Total, de población que respondieron a la encuesta	79
Tabla 49. Total, de población que utiliza vehículo motor	79
Tabla 50. Variables y tipos de combustible más utilizados por los usuarios.....	80
Tabla 51. Estimativa de las emisiones anuales provenientes de cada combustible utilizado por los vehículos motores de los usuarios del campus central ESALQ- USP, periodo 2017.	80
Tabla 52. Huella de Carbono en el campus central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, estado de Sao Paulo, Brasil, periodo 2017	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz	23
Figura 2. Temporalización general del cálculo de la Huella de Carbono.....	25
Figura 3. Gasolina automotiva en tCO ₂ eq/mes.....	49
Figura 4. Diésel en tCO ₂ eq/mes.....	51
Figura 5: Etanol anhidrido en tCO ₂ eq/mes.....	53
Figura 6. Biodiesel en el diésel S-500 en tCO ₂ eq/mes	55
Figura 7. Diésel en el diésel S-500 en tCO ₂ eq/mes	57
Figura 8. Diésel S-500 en tCO ₂ eq/mes	58
Figura 9. Total, de emisiones de CO ₂ eq/mes por el uso de combustibles en el transporte propio de la ESALQ-USP.....	59
Figura 10. Consumo y emisiones de CO ₂ eq/año por el uso de combustible en el transporte propio de la ESALQ-USP, periodo 2017.....	60
Figura 11. Total, de tCO ₂ eq. provenientes de los insumos usados en el campus central de la ESALQ-USP, periodo 2017.....	61
Figura 12. Factor de emisión total provenientes de hembras en sistema de pasto y producción de leche	64
Figura 13. Total, de emisiones provenientes de matrices de más de 24 meses en sistema de confinamiento en caseta libre/ producción de leche	66
Figura 14. Total, de factores de emisiones de matrices y machos - sistema de pasto/producción de corte	67
Figura 15. Total, de factores de emisiones de novillas y machos - sistema de pasto/producción de corte	69
Figura 16. Total, de factores de emisiones de becerras y becerros hasta 9 meses - sistema de pasto/producción de corte	70
Figura 17. Total, de emisiones provenientes del ganado cebú con 2 años de edad/ confinamiento experimental.	71
Figura 18: Total, de emisiones de vacas Holstein blanco y negro no lactantes en confinamiento experimental	72
Figura 19. Total, de factores de emisión provenientes de hembras y machos de 0 a 3 meses en confinamiento experimental.....	74

Figura 20. Emisiones provenientes de la pecuaria en el campus central ESALQ-USP, periodo 2017.	75
Figura 21. Total, de emisiones en t CO ₂ eq producidos por la pecuaria en el campus central ESALQ- USP, periodo 2017.....	75
Figura 22. Total, de emisiones en tCO ₂ eq provenientes del consumo de energía eléctrica en el campus central ESALQ -USP, periodo 2017.....	77
Figura 23. Total, de emisiones en tCO ₂ eq generadas en los departamentos del campus central ESALQ- USP, según datos de población, periodo 2017	78
Figura 24. Total, de emisiones en tCO ₂ eq provenientes del transporte local de docentes, funcionarios y estudiantes de la ESALQ- USP, periodo 2017.	80
Figura 25. Porcentaje de emisiones de CO ₂ eq/ año para los tres alcances.	82

RESUMEN

El proyecto estuvo orientado a determinar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a las actividades académicas, administrativas y de investigación que se realizan en el campus central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de Sao Paulo (ESALQ-USP), Piracicaba, estado de Sao Paulo, Brasil, en el período 2017, mediante el parámetro “Huella de Carbono” aplicando la metodología establecida en los lineamientos de la norma ISO 14064 y del protocolo de gases de efecto invernadero (GEI). Para lo cual, se identificaron las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero que se generan en el campus central de ESALQ-USP, se estableció los alcances para el cálculo de las emisiones, se recopiló información referente a datos sobre emisiones directas (tipo de combustibles de los vehículos pertenecientes a la ESALQ-USP, pecuaria, insumos) y emisiones indirectas (consumo de energía eléctrica y emisiones por transporte local de docentes, funcionarios y estudiantes de pregrado y posgrado). Se pudo determinar que la Huella de Carbono en el campus central de ESALQ-USP para el período 2017 fue de 84,818.69 t CO₂ eq, siendo la actividad pecuaria la que generó mayor cantidad de emisiones.

Palabras claves

Gases de efecto invernadero, Huella de carbono, Dato de actividad, Factores de emisión, emisiones directas, emisiones indirectas

ABSTRACT

The project was aimed at determining the amount of Greenhouse Gas (GHG) emissions associated with the academic, administrative and research activities carried out at the central campus of the Luiz de Queiroz School of Agriculture of the University of Sao Paulo (ESALQ-USP), Piracicaba, state of Sao Paulo, Brazil, in the period 2017 through the "Carbon Footprint" parameter applying the methodology established in the guidelines of the ISO 14064 standard and the greenhouse gas (GHG) protocol. To this end, the main sources of greenhouse gas emissions generated at the central campus of ESALQ-USP were identified, the scope for calculating emissions was established, and information was collected on following: direct emissions (type of fuel used by ESALQ-USP vehicles, livestock, inputs), indirect (emissions electrical energy consumption, and emissions from local transportation for teachers, employees, and undergraduate and graduate students). It could be determined that the Carbon Footprint in the central campus of ESALQ-USP for the period 2017 was 84,818.69 t CO₂ eq, being the livestock activity the one that generated more emissions.

Keywords: *Greenhouse gases, Carbon footprint, Activity data, Emission factors, Direct emissions, Indirect emissions*

I. INTRODUCCIÓN

El calentamiento global se ha convertido en uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta la comunidad mundial; manifestándose en el incremento de la temperatura global. En los últimos 130 años (1880-2012), la temperatura combinada de la superficie terrestre y oceánica globalmente se ha incrementado en 0.85 °C y se prevé que siga aumentando (Tilman, Balzer, Hill, & Befort, 2011); por otro lado, se estimó que el aumento de la temperatura superficial media global es de 0.3 a 1.7 °C bajo la Ruta de Concentración Representativa (RCR) 2.6 a 1.1 °C a 2.6 °C bajo RCR 4.5 a 1.4 °C a 3.1 °C bajo RCR 6.0 y 2.6 °C a 4.8 °C bajo RCR 8.5 al final de la Siglo XXI comparado a 1986-2005 (Tilman et al., 2011). Estos incrementos de temperatura conducen a más daños causados por desastres naturales; que estos a su vez interrumpen el normal suministro de alimentos, afectando la salud de los seres humanos (Moretti, Mandrone, D'Andrea, & Caro, 2018).

Los gases de efecto invernadero (GEI) son una de las principales causas del calentamiento global. La ciencia manifiesta que los seres humanos son responsables de los cambios climáticos observados desde el año 1950, incluido el calentamiento de los océanos, el deshielo y el incremento del nivel del mar (Lynn et al., 2016), esto debido a que la gran parte de la población mundial viven en las ciudades (Fry et al., 2018), y estas dependen de los recursos naturales (Ebi et al., 2014), como consecuencia los residentes y las actividades urbanas contribuyen cerca de un 80% al incremento de GEI del mundo (Tilman et al., 2011). En ese sentido, se hacen necesarias tomar acciones para la reducción de GEI para lo cual, la huella de carbono ha sido introducida como una herramienta para orientar los cortes de emisiones y las verificaciones pertinentes que facilitan la comprensión del riesgo de calentamiento global en la primera etapa (Awanthi & Navaratne, 2018).

La asignación y la contabilidad de todo el rango de emisiones de GEI atribuibles a las actividades de una organización es complejo y difícil (Fry et al., 2018). El alcance 1 (emisiones directas de fuentes que pertenecen o controladas por la organización informante) y El alcance 2 (consumo eléctrico) son los más simples de asignar y calcular, las emisiones del alcance 3 (aquellas emisiones indirectas restantes de bienes

y servicios comprados y vendidos) rara vez se cuantifican en su totalidad. La orientación a menudo ha favorecido las fuentes de emisión para el cual los datos están disponibles. A pesar de un caso convincente para cuantificar las emisiones de Alcance 3, hasta un 80 % de una huella de carbono puede atribuirse a las emisiones indirectas no declaradas (Ozawa-Meida, Brockway, Letten, Davies, & Fleming, 2013). Este problema se complica por la naturaleza compleja de las actividades realizadas por las organizaciones y las diferentes escalas en las que operan (Fry et al., 2018).

En estudios realizados por Hermosilla Alcaraz. (2014), en su tesis “Huella de Carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: En Busca de la Ecoeficiencia” teniendo en cuenta el alcance 1, alcance 2 y alcance 3, obtuvo como resultado que para el 2013 la huella de carbono es de 9,088.395 toneladas de CO₂ eq. Las actividades que son fuente de GEI que pertenecen o son controladas por la organización, es decir, las de alcance 1, contribuyeron para ese año con 328.14 toneladas de CO₂ eq. En cuanto al alcance 2, generó 1,540.29 toneladas de CO₂ eq. provienen de la generación de electricidad. Con mucha diferencia del resto de categorías contempladas en el alcance 3, la movilidad del alumnado es la actividad que mayor repercusión medioambiental tiene con un 99.14% de las emisiones totales, 7,219.95 toneladas de CO₂ eq.

Asimismo, en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) se realizó la estimación de huella de carbono para el año 2016, donde el alcance 1 es el menor representante de GEI abarcando 0.24 % (81.7 toneladas de CO₂ eq.) provenientes de la combustión de vehículos propiedad de la PUCP y la combustión de la cocina de la PUCP, el alcance 2 representa 8.43 % del total de emisiones de GEI (2,870.6 toneladas de CO₂ eq.) provenientes de emisiones indirectas de energía eléctrica, mientras que el alcance 3 es el que genera mayores emisiones 91.33 % (31,109.5 toneladas de CO₂ eq.), donde las fuentes de emisión son por el transporte de la comunidad en vehículos particulares, transporte público para asistir a la universidad, transporte aéreo para congresos y proyectos, alimentos consumidos en comedores, agua de la red pública; dando un total de huella de carbono 33,902.9 toneladas de CO₂ eq. (Tello Otrera, 2017).

La medición de la huella de carbono en un campus universitario, puede servir como modelo base para otros institutos de educación superior (Singh, Bhakar, Arora, & Solanki, 2018). Chiappetta. (2010) opina que tanto empresas como universidades tienen un impacto considerable en el ambiente en términos de emisiones de GEI.

En ese sentido, el objetivo general de la presente investigación fue determinar los GEI en términos del indicador denominado huella de carbono del campus central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de Sao Paulo (ESALQ-USP), Piracicaba, estado de Sao Paulo, Brasil, en el período 2017. Para ello se identificaron las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero que se generan en el campus central de ESALQ-USP, se establecieron los alcances para el cálculo de las emisiones y se recopiló información referente a datos sobre, tipo de combustibles de los vehículos pertenecientes a la ESALQ-USP, pecuaria, insumos (Nitrógeno calcáreo, fertilizantes utilizados en los departamentos de zootecnia), consumo de energía eléctrica y el tipo de combustible de consumo externo (movilidad de docentes, funcionarios técnicos-administrativos, estudiantes de pregrado y posgrado). Como resultado se obtuvo un total de 84,802.56 t CO₂ eq siendo la actividad pecuaria la que genera mayor cantidad de emisiones de GEI.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz abarca un área territorial de 914.5 hectáreas, de las cuales el área construida es de 264,016.34 m². Según los datos de la Estación Agrometeorológica (“ESALQ em números Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz,” 2020), se encuentra ubicada entre la latitud: 22.42’30’’ sur, longitud: 4738’30’’ oeste, a una elevación de 546 m (figura 1), además cuenta con 12 departamentos, 140 laboratorios, áreas de estaciones experimentales en Anhembi, Anhumas e Itatinga, las cuales abarcan un área de 2,910.9 hectáreas.

2.2. Población, muestra y muestreo

La población procedente de la pecuaria es en total de 962 cabezas, la muestra está representada por el mismo valor de la población. La población está representada por estudiantes de pregrado, posgrado, docentes y funcionarios del campus central ESALQ- USP, que hacen un total de 4,088 personas. A esta población se le envió una encuesta a través de la página de la universidad, de las cuales respondieron 314 personas, siendo este último número, la muestra de la población (tabla 48). El tipo de muestreo fue no probabilístico, que dependen del juicio personal del investigador, es decir se establecieron los límites temporales, organizacionales y operacionales que a juicio son representativos, del cual se tuvo un conocimiento previo de la población.

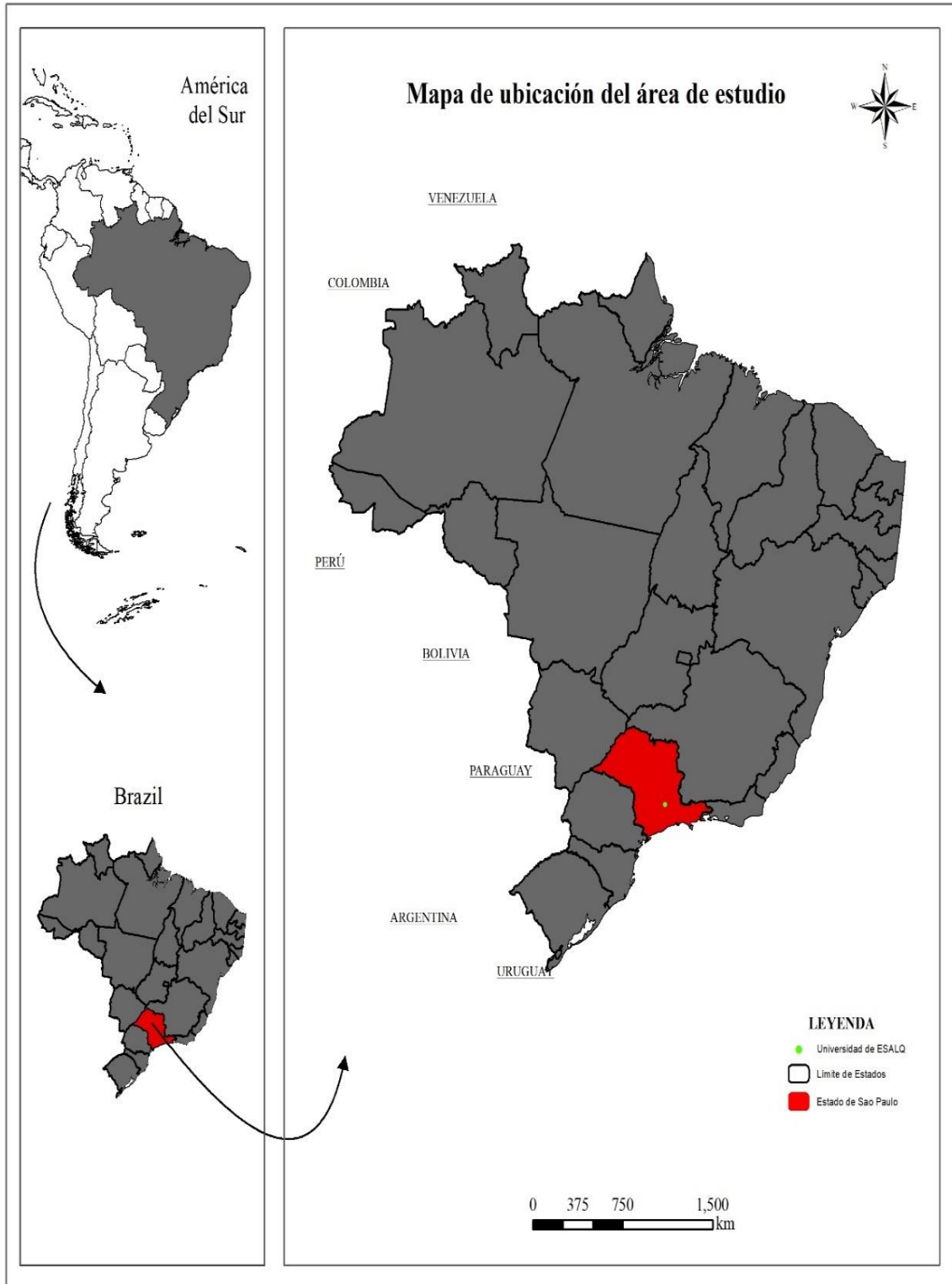


Figura 1. Ubicación de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

Fuente. Elaboración propia. Elaborado a partir de la base cartográfica (INEI, 2007)

2.3. Materiales, equipos y software

La (tabla 1) indica los materiales, equipos y software usados en la presente investigación.

Tabla 1. Materiales, equipos y software

Categoría	Descripción
Data de Inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero	<ul style="list-style-type: none">• Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo.• Metodologia do GHG Protocol da Agricultura.• UNE-EN-ISO-14064-1:2006. (2015).• Medición, reporte y verificación de las emisiones de GEI de la ganadería de países en desarrollo de la UNFCCC: prácticas actuales y oportunidades de mejora.• Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil.• Guía Metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones.
Software	<ul style="list-style-type: none">• Windows de Microsoft Office 2016, ArcGIS 10.3• Laptop HP core i5 – 12 Gb RAM
Equipos y materiales adicionales	<ul style="list-style-type: none">• Cámara digital SONY• Memoria USB 16 Gb• Libreta de campo• Lapiceros• Resaltador• Calculadora científica• Tablero• Papel bond

Para realizar el inventario de las emisiones de CO₂ eq tanto de empresas y organizaciones existen diferentes metodologías:

- ✓ **Huella de Carbono de Producto;** ISO 14067, PAS 2050, PAS 2060:2010
- ✓ **Huella de Carbono de Organizaciones;** ISO 14064, el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol)
- ✓ **Huella de Carbono Corporativa Mixta,** Método compuesto de las cuentas contables (MC3)

Para la Huella de Carbono del campus central de la Escuela Superior Luiz de Queiroz de la Universidad de Sao Paulo (ESALQ- USP), se aplicó la metodología con enfoque a organizaciones como el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol).

Los pasos a seguir en esta metodología coinciden con los de la ISO 14064 (UNE-EN-ISO-14064-1:2006, 2015).

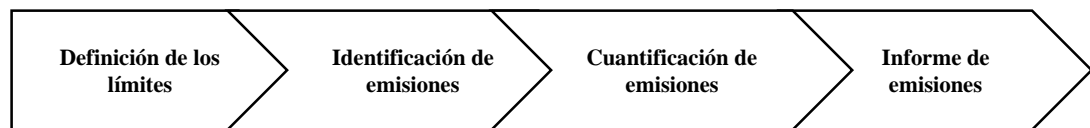


Figura 2. Temporalización general del cálculo de la Huella de Carbono

Fuente. Ihobe S.A., (2012)

La “definición de límites” y la “identificación de las emisiones” serán descritas en los apartados sucesivos para el caso concreto de la ESALQ- USP. Una vez identificadas las emisiones, se recopiló la información, es decir los “datos de actividad”. Dicho parámetro define el grado de actividad, ejemplo, en el caso de consumo de energía eléctrica el dato de dicha actividad vendrá en kWh, el cual se convertirá en MWh.

Para el “cálculo de emisiones” se multiplica el anterior parámetro por el factor de emisión que le corresponde, que supone la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro dato de actividad. Por lo tanto:

$$\text{Huella de Carbono} = \sum (\text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión})$$

Los datos de actividad utilizados son proporcionados por el personal a cargo de cada actividad en cuestión y a través de encuestas. Mientras que los factores de emisión se han obtenido a través de fuentes oficiales, como (GHG Protocol, 2014), Ministerio de Minas e Energía (2011); Ministerio de Minas e Energía, (2016).

2.4. Definición de los límites

2.4.1. Límite temporal

Según Ihobe. (2012), el año base puede ser, año físico, o un promedio más dilatado en el tiempo. Al año base seleccionado se realiza un inventario de GEI utilizando la misma metodología que será utilizada en el futuro para el cálculo de inventario.

En cualquiera de los casos el año base deberá permitir la comparación significativa y consistente de las emisiones a lo largo del tiempo.

2.4.2. Límites organizacionales

Para la realización del cálculo de Huella de Carbono de una organización se delimitan los límites organizacionales, es decir que instalaciones físicas o unidades de negocio (caso de empresas), serán tomadas en cuenta para su cálculo. Además, se seleccionan teniendo en cuenta factores como: disponibilidad de datos, información completa y accesible, y la importancia de estos (Ihobe, 2012).

2.4.3. Límites operacionales

Una vez determinado los límites organizacionales en función del control que tiene la organización sobre departamentos, instalaciones y vehículos, se establecen los límites operacionales. Esto permite la identificación de las emisiones asociadas a sus operaciones clasificándolas como emisiones directas o indirectas seleccionar el alcance de contabilidad y reporte para las emisiones (Ihobe, 2012).

A continuación, se definen los alcances que se han contemplado para la clasificación de las emisiones de GEI.

2.5. Emisión directa de gases de efecto invernadero

Alcance 1

Son emisiones directas de GEI provenientes de la misma fuente y son controladas por la misma organización, entre estas podemos mencionar emisiones de combustión en calderas, hornos, vehículos de la organización, podemos incluir también las emisiones fugitivas (fugas de aire acondicionado, fugas de CH₄ de conductos) (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Según Monzoni, et al. (2000): Las emisiones del alcance 1 se subdividen en cinco categorías:

Combustión estacionaria para generación de electricidad, vapor, calor o energía con el uso de equipo (calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores, motores, fachadas, etc.) en un lugar fijo.

Combustión móvil para el transporte en general (flota operativa de la empresa) y vehículos fuera de carretera, tales como los utilizados en la construcción, la agricultura y los bosques.

Emisiones de procesos físicos y químicos: emisiones, que no sean de combustión, resultantes de procesos físicos o químicos, tales como las emisiones de CO₂ de la calcinación en la fabricación de cemento, las emisiones de CO₂ de la ruptura catalítica en el procesamiento petroquímico, las emisiones de Perfluorocarburos (PFC) de la fundición aluminio, etc.

Emisiones fugitivas: (i) liberaciones de la producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento y uso de combustibles y (ii) liberaciones no intencionales de sustancias que no pasen por chimeneas, drenajes, tubos de escape u otra apertura funcionalmente equivalente, tales como la liberación de hexafluoruro de azufre (SF₆) en equipos eléctricos, fugas de hidrofluorocarbonos (HFC) durante el uso de equipo de refrigeración y aire acondicionado y fuga de metano (CH₄) en el transporte de gas natural.

Emisiones agrícolas: (i) fermentación entérica (CH₄); (ii) manejo de estiércol (CH₄, N₂O); (iii) cultivo del arroz (CH₄); (iv) preparación del suelo (CO₂, CH₄, N₂O); (v) quema prescrita de la vegetación nativa (CH₄, N₂O); (vi) quema de los residuos agrícolas (CH₄, N₂O).

2.6. Emisión indirecta de gases de efecto invernadero asociadas a la electricidad

Alcance 2

Constituyen una categoría especial de emisiones indirectas de GEI que asocian a la energía eléctrica consumida por la organización y la generación de electricidad adquirida (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2015), esta se define como la que se compra o se trae dentro de los límites organizativos de la empresa, para muchas organizaciones, representa una de las principales fuentes de emisiones de GEI y la oportunidad más importante de reducir dichas emisiones (Monzoni et al., 2000).

Al realizar la contabilización de las emisiones del alcance 2 se pueden evaluar oportunidades y riesgos que están asociados al cambio de energía y emisiones de GEI. Otra de las razones para la contabilización de las emisiones es de que la información puede ser obligatoria para algunos programas de gestión de GEI (Monzoni et al., 2000).

2.7. Otras emisiones indirectas de gases de efecto invernadero

Alcance 3

El alcance 3 es una categoría de relato opcional, que permite la consideración de otras emisiones indirectas de GEI, estas emisiones son consecuencias de las actividades que se realizan en la organización, pero ocurren en fuentes que no pertenecen o no son controladas por esta (Monzoni et al., 2000). Algunos ejemplos de actividades de alcance 3 son la extracción y producción de materiales que adquiere la organización, los viajes de trabajo con medios externos, el transporte de materias primas, de combustibles y de productos (por ejemplo, actividades logísticas) realizados por terceros o la utilización de productos o servicios ofrecidos por otros (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Según (Monzoni et al., 2000): El informe de estas emisiones es particularmente importante en los siguientes casos:

- ✓ Extracción y producción de materiales y combustibles adquiridos
- ✓ Actividades relacionadas con el transporte
- ✓ Transporte de materiales o bienes adquiridos
- ✓ Transporte de combustibles adquiridos
- ✓ Viajes de negocios de empleados
- ✓ Transporte de empleados de ida y vuelta al trabajo
- ✓ Transporte de productos vendidos
- ✓ Transporte de residuos
- ✓ Actividades relacionadas con la energía no incluida en el alcance 2.
- ✓ Extracción, producción y transporte de combustibles consumidos en la generación de energía

Para poder elaborar el inventario de emisiones, se tuvo en cuenta los siguientes GEI:

Tabla 2. Gases de efecto invernadero (GEI) a considerar.

GEI a considerar	
Dióxido de carbono (CO ₂)	Hexafloruro de azufre (SF ₆)
Metano (CH ₄)	Perfluorocarbono (PFCs)
Óxido nitroso (N ₂ O)	Hidrofluorocarbonos (HFCs)

Fuente. UNE-EN-ISO-14064-1:2006, (2015)

2.8. Exclusiones

De acuerdo a Ihobe. (2012), la normativa permite realizar exclusiones justificadas de las fuentes de emisión. Las realizaciones de las exclusiones pueden ser por incapacidad técnica para el cálculo o debido a que su comunicación no es pertinente ya que puede ser irrelevante dentro del conjunto, es decir cuando se tiene como resultado menos del 1 % de las emisiones totales y cuando la suma de todas las

exclusiones no supere el 5 % de las emisiones totales, en tal caso se hace un estudio preliminar pertinente.

2.9. Identificación de las fuentes de emisión de los gases de efecto invernadero

Se identifican las diferentes fuentes de emisión de GEI a consecuencia de las actividades en la organización en función de su alcance y naturaleza (GHG Protocol, 2014).

2.10. Cuantificación de Emisiones

Las fuentes de emisión de la (tabla 3) se traducen en datos de actividad y serán multiplicados por el correspondiente factor de emisión para obtener de esta manera las emisiones de CO₂ eq ligadas a cada una de ellas. Los datos de las actividades serán cuantificados, presentándose dos casos:

- Determinación directa, que se calculará a través de datos de consumos
- Estimación indirecta a partir de datos estadísticos que se obtienen a partir de encuestas y/o extrapolación

En la (tabla 3) se especifica la vía utilizada para poder cuantificar los datos de actividad y la unidad en la que se mide cada uno de ellos.

Tabla 3. Determinación de los datos de la actividad

Categoría	Datos de Actividad	Unidad
Desplazamiento de los vehículos de la ESALQ-USP	Estimación indirecta	Km
Insumos	Estimación directa	Tonelada
Pecuaría	Estimación directa	
Energía eléctrica	Determinación directa	kW*h
Movilidad de docentes, funcionarios técnicos-administrativos, estudiantes de pregrado y posgrado	Estimación indirecta	Km

Fuente. (GHG Protocol, 2014)

Una vez que se tienen los datos de actividad se procede a buscar los factores de emisión para cada uno de ellos (tabla 4) que permita transformar estos datos de actividad (N₂O, CH₄) en toneladas de CO₂ eq. La conversión de datos de las emisiones (en toneladas de GEI), a unidades de CO₂ eq se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones (t CO}_2 \text{ eq)} = \text{Dato de emisión} \times \text{Potencial de calentamiento global}$$

Una vez obtenido el cálculo unitario de las emisiones de cada fuente en unidades de toneladas de CO₂ eq, se suman todas las emisiones que correspondan a una misma categoría (emisiones directas, emisiones indirectas por energía y otras emisiones indirectas).

Tabla 4. Factores de emisión utilizados

Categoría	Factor de emisión	Unidad
Desplazamiento de los vehículos de la ESALQ-USP	*	Km
Insumos	***	Ton
Pecuaria	****	
Energía eléctrica	**	kW*h
Movilidad de docentes, funcionarios técnicos-administrativos, estudiantes de pregrado y posgrado	*	Km

*** Depende del vehículo**

**** Varía de acuerdo al mes**

***** Varía de acuerdo a la edad de los ganados**

****** Varía de acuerdo a los tipos que usan por departamento**

2.11. Estimación de la huella de carbono per cápita en el campus de la ESALQ-USP

$$HC = \frac{ET}{N}$$

Donde:

HC: Huella de carbono del campus central, en t CO₂ eq

ET: Emisiones totales de GEI provenientes de estudiantes, docentes y funcionarios, en t CO₂ eq

N: Número total de personas que conforman el campus para el año base establecido

Alcance 1

a) Fuente móvil

Desplazamiento de los vehículos propios de la ESALQ-USP

Para el cálculo de las toneladas de CO₂ provenientes de la circulación de los vehículos que posee el campus de la ESALQ-USP, se ha escogido el correspondiente factor de emisión de cada uno de ellos disponible en la versión 2018.1.4 de la “Herramienta del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero”, con indicación de los factores de emisión para cada tipo de combustible, como se presenta en la (tabla 5). En cuanto a los datos, estos fueron obtenidos por la sección de transporte del campus municipal (PUSP-LQ).

Tabla 5. Factores de emisión para combustibles utilizados en el campus “Luiz de Queiroz” – USP

Combustible	Unidades	Factores de emisión (Kg GEE/un.)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Gasolina Automotiva (pura)	Litros	2.212	0.0008	0.00026
Óleo Diésel (puro)	Litros	2.603	0.0001	0.00014
Etanol Hidratado	Litros	1.457	0.0004	0.00001
Biodiesel (B100)	Litros	2.431	0.0003	0.00002
Etanol anhidrido	Litros	1.526	0.0002	0.00001

Fuente. Ministério de Minas e Energia (2011), (2016).

Para la realización de los cálculos se usó la siguiente fórmula:

$$\text{CO}_{2\text{combustible}} = \text{Q}_{\text{combustible}} \times \text{FE}_{\text{combustible}}$$

Donde:

$\text{CO}_{2\text{combustible}}$: Emisiones de CO_2 , asociada al consumo de combustible ($\text{Kg CO}_2 \text{ eq}$)

$\text{Q}_{\text{combustible}}$: Cantidad de combustible consumido (L)

$\text{FE}_{\text{combustible}}$: Factor de emisión de combustible ($\text{Kg CO}_2/\text{L}$)

Para que el resultado quede expresado en toneladas de dióxido de carbono equivalente ($\text{t CO}_2 \text{ eq}$), se convierte los Kg a t , dividiendo el producto entre mil:

$$\text{CO}_2 \text{ combustible} = (\text{Q}_{\text{combustible}} \times \text{FE}_{\text{combustible}}) / 1000$$

Por lo tanto:

$\text{CO}_{2\text{combustible}}$: Emisiones de CO_2 , asociada al consumo de combustible ($\text{t CO}_2 \text{ eq}$).

Según la (ANP-Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2017) se presentan variaciones en la composición de gasolina en comparación con la cantidad de etanol anhidrido en la gasolina y de biodiesel en el diésel, conforme se muestra en la (tabla 6). Es por ello que para la realización de los cálculos se toman en cuenta estos valores, sabiendo que se saca el porcentaje según el mes como indica en la (tabla 6) del consumo biodiesel.

Tabla 6. Variación porcentual de etanol anhidrido y biodiesel en los combustibles

Año	Parámetros	Mes											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2013	% etanol anhidrido en la gasolina	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25
	% biodiesel en el diésel	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	% etanol anhidrido en la gasolina	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
2014	% biodiesel en el diésel	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7	7
	% etanol anhidrido en la gasolina	25	25	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	% biodiesel en el diésel	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
2015	% etanol anhidrido en la gasolina	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	% biodiesel en el diésel	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	% etanol anhidrido en la gasolina	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
2016	% biodiesel en el diésel	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	% etanol anhidrido en la gasolina	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	% biodiesel en el diésel	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2017	% etanol anhidrido en la gasolina	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	% biodiesel en el diésel	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	% etanol anhidrido en la gasolina	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

Fuente. (ANP-Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2017)

b) Fuente fija

Insumos agrícolas

Para la estimación de esta fuente de emisiones, se usó el “Primer Inventario de Emisiones Antrópicas de Gases de Efecto Invernadero Directos e Indirectos del Estado de Sao Paulo” elaborado por el Primer Inventario de Emisiones Antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero Directos e Indirectos do Estado de Sao Paulo (CETESB) (Alves & Gonzalez, 2011). Se contabilizaron las emisiones provenientes de insumos agrícolas considerando las dos fuentes de emisión: fertilizantes nitrogenados y calcáreos, con emisiones de óxido nitroso (N₂O) y gas carbónico (CO₂) respectivamente.

Los datos referentes a las cantidades utilizadas fueron obtenidos a partir de los responsables de los departamentos de Producción Vegetal, Genética, Zootecnia y de las estaciones experimentales del campus.

- *Fertilizantes nitrogenados*

El cálculo para esta estimación se divide en emisiones directas e indirectas de N₂O, las directas se trata de la adición de fertilizantes y fertilizantes orgánicos volatilizado como amoníaco (NH₃) y óxidos de nitrógeno (NO_x) o lixiviados. Para la cuantificación provenientes de ese insumo, se utilizó algunas fórmulas:

Las emisiones directas fueron calculadas a través de:

Ecuación 1- Emisiones directas de N₂O (GHG Protocol, 2014)

$$\text{N-N}_2 \text{ directo} = \text{FSN} \cdot \text{FE}_1$$

Donde:

N-N₂ directo: Emisión directa anual de N₂O de suelos agrícolas [kgN- N₂O año⁻¹]
FSN: Cantidad anual de N en la forma de fertilizantes nitrogenados, aplicado al suelo [kgN- N₂O año⁻¹]

Factor de emisión directa de N₂O

FE₁: aplicado las cantidades de N [kgN- N₂O. kgN⁻¹]
adicionados al suelo

Donde:

De acuerdo con el GHG Protocol, 2014 el factor de emisión directa de N₂O (FE₁), fue estipulado en 0.01 kgN-N₂O. kgN⁻¹.

Las emisiones indirectas fueron calculadas a través de:

Ecuación 2- Emisiones indirectas N₂O (GHG Protocol, 2014)

$$\mathbf{N-N_2 \text{ indirecto} = N-N_2 \text{ O (G)} + N-N_2 \text{ O (L)}}$$

Donde:

N-N₂ directo: Emisión indirecta anual de N₂O de suelos agrícolas [kgN- N₂O año⁻¹]

N-N₂: Emisión de N₂O de N volatilizado de fertilizantes sintéticos que posteriormente se depositan en suelos o cuerpos de agua [kgN- N₂O año⁻¹]

N-N₂ O(L): Emisión de N₂O de N volatilizado de fertilizantes sintéticos perdidos por lixiviación o escurrimiento superficial [kgN- N₂O año⁻¹]

Las cantidades de N volatilizado como NH₃/NO_x fue calculado por:

Ecuación 3- Emisiones de N₂O de la fracción volatilizada de N (GHG Protocol, 2014)

$$\mathbf{N-N_2 \text{ O (G)} = [N \text{ FERT. FracGASF}]. FE_2}$$

La cantidad de N volatilizado corresponde al 10% del total aplicado (FracGASF= 0.1) y el factor de emisión utilizado (FE_1) fue igual a $0.01 \text{ kgN-N}_2\text{O} (\text{kgN-volatilizado})^{-1}$ (GHG Protocol, 2014).

La cantidad de N perdido por lixiviación o escurrimiento superficial fue calculada por:

Ecuación 4- Emisiones de N_2O de la fracción lixiviada/escurrimiento de N (GHG Protocol, 2014)

$$\text{N-N}_2\text{O (L)} = [\text{N FERT. FracLEACH}] \cdot \text{FE}_3$$

La cantidad de N perdido por lixiviación o escurrimiento superficial corresponde al 30% del total de N aplicado (FracLEACH= 0.3) y el factor de emisión utilizado (FE_3) fue igual a $0.025 \text{ kg. kgN}^{-1}$ (MVOTMA, 2002).

- *Calcáreo*

La estimación de gases de efecto invernadero producidas por encalado fueron cuantificados a través de la metodología del FAO-IPCC: Manual Estimación GEI, 2014 la cual lleva en cuenta la porción del correctivo utilizado es de $0.447 \text{ t CO}_2 \cdot \text{Tdolomita}^{-1}$ (CETESB et al., 2011).

Pecuaria

Las emisiones provenientes de este factor derivan de la fermentación entérica de los animales rumiantes y del manejo de residuos producidos. Teniendo en cuenta que a lo largo de los años en los cuales el inventario fue realizado se observó que esta es la mayor fuente de gases de efecto invernadero en el ambiente.

Los datos fueron colectados a través de profesores y responsables técnicos del Departamento de Zootecnia, del Centro de Energía Nuclear en la Agricultura (CENA) y de las Estaciones y Granjas experimentales pertenecientes al campus.

- *Fermentación entérica*

Para la determinación de las emisiones vía fermentación entérica, se adoptó la fórmula:

Ecuación 5- Emisiones de gases de efecto invernadero para la pecuaria

$$\mathbf{FEfe = (EB * Ym * 365) / 55.65 \text{ MJ/kgCH}_4}$$

Donde:

FEfe es el factor de emisión de metano por la fermentación entérica.

EB es la ingestión de energía bruta; y

Ym es la tasa de conversión de metano (0.06 de acuerdo con (Wilkes, et al, 2017))

Para obtener la Energía Bruta (GE) consumida en MJ día⁻¹ se utilizó la ecuación:

Ecuación 6- Determinación de energía bruta por bovinos (GHG Protocol, 2014)

$$\mathbf{GE = [((NEm + NEa + NEI) / REM) + (NEg/REG)] / DE \% 100}$$

En la cual:

- ✓ NEm: Energía necesaria para el mantenimiento.

Ecuación 7- (GHG Protocol, 2014)

$$\text{NEm} = 0.336 * (\text{W})^{0.75} (\text{MJ/ cabeza/ día})$$

Donde:

W es el peso del animal.

- ✓ Nea: Energía líquida para la actividad animal.

Ecuación 8- (GHG Protocol, 2014)

$$\text{Nea} = 0.17 * \text{NEm} (\text{MJ/ cabeza/ día})$$

- ✓ NEI: Energía necesaria para la lactación.

Ecuación 9- (GHG Protocol, 2014)

$$\text{NEI} = \text{PL} * (1.47 + (0.40\% \text{G})) (\text{MJ/ cabeza/ día})$$

Donde:

PL: producción de leche (kg/ cabeza/ día); y

%G es el porcentaje de gordura de leche (4.3%) conforme el informe del Ministério da Ciencia Tecnología e Inovação (MCTI, 2014)

- ✓ NEc: Energía necesaria para el crecimiento, clasificado solo para ganado joven.

Ecuación 10- (GHG Protocol, 2014)

$$\text{NEc} = 4.18[(0.035 * (\text{W})^{0.75} * (\text{WG})^{1.119}) + \text{WG}] (\text{MJ/ cabeza/ día})$$

Donde:

WG: peso líquido de animal.

- ✓ REM: Relación entre la energía líquida disponible en una dieta para el mantenimiento de la energía digestible consumida.

Ecuación 11- (GHG Protocol, 2014)

$$\mathbf{REM= 0.298 + (0.0035* DE)}$$

- ✓ NEg: Energía necesaria para la gestación

Ecuación 12- (GHG Protocol, 2014)

$$\mathbf{NEg= 0.075* NEm*(PR/ 100) (MJ/ cabeza/ día)}$$

- ✓ REG: Relación de energía líquida disponible para crecimiento en una dieta para energía digestible consumida.

Ecuación 13- (GHG Protocol, 2014)

$$\mathbf{REG = -0.036 + (0.00535* DE)}$$

Donde:

DE%: Digestibilidad expresada en porcentaje y estipulada en 57% para el estado de Sao Paulo de acuerdo con el Ministério da Ciencia Tecnología e Inovação (MCTI, 2014)

Las emisiones son expresadas a través de un factor de emisión en relación al número de animales del campus. Para lo cual se separaron los diferentes animales y dentro de los bovinos entre grupos de machos y hembras además de la segregación entre animales jóvenes, de corte o leche.

Ecuación 14- Estimativa de las emisiones de CH₄ por fermentación entérica (GHG Protocol, 2014)

$$\mathbf{Ei= \sum FEi. Pi}$$

Para la aplicación de un factor de emisión específico, de acuerdo con la (tabla 7).

Tabla 7. Factor de emisión de la fermentación entérica para la región de Sao Paulo

Categoría	Factor de emisión de CH₄ para fermentación entérica (2008) Kg CH ₄ / Cabeza/ año
Bovino lechero	65
Bovino de corte- Adulto macho	56
Bovino de corte- Adulto hembra	69
Bovino de corte- Joven	43
Caprinos	5
Ovinos	5
Equinos	18

Fuente. “Primer Inventario de Emisiones Antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero Directos e Indirectos do Estado de Sao Paulo”, (CETESB et al., 2011)

- *Manejo de residuos*

A fin de determinar las emisiones derivadas del manejo de residuos, se multiplico un factor de emisión específico para determinado tipo de animal y relación a su cantidad.

Ecuación 15- Emisiones de CH₄ del manejo de residuos (GHG Protocol, 2014)

$$E_i = \sum FE_{ik} P_{ik}$$

Para la aplicación de la fórmula se separa en los tipos de animales y sus condiciones, posibilitando la aplicación de un factor de emisión específico, de acuerdo con la (tabla 8).

Tabla 8. Factor de emisión del manejo de residuos para la región de Sao Paulo

Categoría	Factor de emisión de CH ₄ para el manejo de residuos (2008) Kg CH ₄ / Cabeza/ año
Bovino lechero	2
Bovino de corte- Adulto macho	1.5
Bovino de corte- Adulto hembra	1.4
Bovino de corte- Joven	0.9
Caprinos	0.17
Ovinos	0.16
Equinos	1.6
Aves	0.117

Fuente. “Primer Inventario de Emisiones Antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero Directos e Indirectos do Estado de Sao Paulo”, Gob. (CETESB et al., 2011)

Alcance 2

a) Fuente fija

Energía Eléctrica

Las estimaciones de las emisiones provenientes del uso de electricidad fueron calculadas con base al factor medio de emisión del Sistema Integrado Nacional (tabla 9) y en la cantidad de energía en Mwh que se consume anualmente. El factor medio de emisiones estima la cantidad de CO₂ emitido en la generación de energía eléctrica, considerando las plantas productoras.

Los datos que se utilizaron para el cálculo de energía eléctrica utilizada en el campus durante el periodo especificado, fueron obtenidos a través del banco de datos generados por la Universidad de Sao Paulo.

Tabla 9. Factores de emisión en la producción de energía eléctrica

Año	Factor medio mensual (t CO ₂ /Mwh)												Factor medio anual (t CO ₂ /Mwh)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2013	0.115	0.109	0.098	0.096	0.115	0.108	0.084	0.083	0.084	0.083	0.093	0.084	0.096
2014	0.091	0.117	0.124	0.131	0.142	0.144	0.146	0.58	0.143	0.141	0.151	0.137	0.171
2015	0.128	0.132	0.137	0.13	0.126	0.141	0.122	0.118	0.122	0.118	0.113	0.108	0.125
2016	0.096	0.082	0.071	0.076	0.07	0.076	0.073	0.084	0.09	0.093	0.1	0.071	0.082
2017	0.542	0.515	0.587	0.591	0.609	0.585	0.605	0.610	0.606	0.600	0.602	0.608	0.588

Fuente 1. Ministério de Minas e Energia, (2011)

La fórmula utilizada para el cálculo de las emisiones provenientes de energía eléctrica es:

$$\text{CO}_{2\text{EE}} = \text{EE} \times \text{FE}$$

Donde:

CO_{2EE}: Emisiones de CO₂ (T CO₂)

EE: Consumo de energía eléctrica (Mwh)

FE: Factor de emisión nacional (t CO₂/ Mwh)

Alcance 3

a) Fuente móvil

Desplazamiento de los vehículos externos de la ESALQ-USP

Para la estimación de las toneladas de CO₂ eq provenientes de los vehículos de los docentes, funcionarios y de estudiantes de pregrado y posgrado, se recogió los datos de consumo de combustible a través de un cuestionario que fue enviado a la comunidad. Los resultados fueron extrapolados al número total aproximado de usuarios del campus. Se utilizó el factor de emisión promedio para cada tipo de combustible utilizado.

Tabla 10. Factores de emisión para combustibles utilizados en el campus
“Luiz de Queiroz” – USP

Combustible	Unidades	Factores de emisión (Kg GEE/un.)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Gasolina Automotiva (pura)	litros	2.212	0.0008	0.00026
Óleo Diésel (puro)	litros	2.603	0.0001	0.00014
Etanol anhidrido	litros	1.526	0.0002	0.00001

Fuente. (Ministério de minas e energia, 2016)

Para que el resultado quede expresado en toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO₂ eq), se convierte los Kg a t, dividiendo el producto entre mil:

$$\text{CO}_2 \text{ combustible} = (\text{Q}_{\text{combustible}} \times \text{FE}_{\text{combustible}})$$

Donde:

CO₂combustible: Emisiones de CO₂, asociada al consumo de combustible (Kg CO₂eq)

Q_{combustible}: Cantidad de combustible consumido (L)

FE_{combustible}: Factor de emisión de combustible (Kg CO₂/ L)

III. RESULTADOS

3.1. Definición de los límites

3.1.1. Límite temporal

El año base del cual se va a notificar las emisiones de gases de efecto invernadero corresponde al 2017. Por lo que, los datos recopilados de las actividades y consumos relativos a la ESALQ-USP corresponden a dicho año.

3.1.2. Límites organizacionales

Se delimitaron los límites organizacionales, es decir las instalaciones físicas que fueron tomadas en cuenta para su cálculo. En el desarrollo de este trabajo se han seleccionado teniendo en cuenta factores como: disponibilidad de datos, información completa y accesible, y la importancia de estos.

En la (tabla 11) se presentan las diferentes instalaciones de la ESALQ-USP que se han tomado en cuenta para la realización del estudio.

Tabla 11. Instalaciones de la ESALQ-USP implicadas en el cálculo de la Huella de Carbono

INSTALACIONES
PREFEITURA
DEPARTAMENTOS
CENTRO DE ENERGÍA NUCLEAR EN LA AGRICULTURA

Fuente. Elaboración propia

3.1.3. Límites operacionales

Una vez determinado los límites organizacionales en función del control que tiene la ESALQ-USP sobre departamentos, instalaciones y vehículos, se establecieron los límites operacionales. Esto permitió la identificación de las emisiones asociadas a sus operaciones clasificándolas como emisiones directas o indirectas seleccionar el alcance de contabilidad y reporte para las emisiones.

3.2. Exclusiones

No se han considerado actividades como viajes de los docentes, funcionarios técnicos-administrativos, estudiantes de pregrado y posgrado en representación de la universidad, tampoco consumo de agua, consumo de papel, generación de residuos peligrosos, ya que para la recopilación de estos datos requiere mayor tiempo y recursos, además de autorizaciones.

3.3. Identificación de las fuentes de emisión de los gases de efecto invernadero

En la (tabla 12) se muestran las diferentes fuentes de emisión de GEI a consecuencia de las actividades de la ESALQ-USP en función de su alcance y naturaleza.

Tabla 12. Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero

Tipo de fuente	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
Fuentes fijas	Pecuaría	Energía eléctrica	
	Insumos		Transporte local de docentes, funcionarios técnicos-administrativos, estudiantes de pregrado y posgrado
Fuentes móviles	Desplazamiento de los vehículos de la ESALQ-USP		

Fuente. (GHG Protocol, 2014)

3.4. Cuantificación de emisiones

3.4.1. Emisión directa de gases de efecto invernadero

3.4.1.1. ALCANCE 1

Emisiones directas, generadas por fuentes de emisión propias de la ESALQ-USP y que están bajo su control operacional.

- ✓ Emisiones asociadas al uso de combustibles de los vehículos pertenecientes a la ESALQ-USP
- ✓ Pecuaria
- ✓ Insumos: Nitrógeno calcáreo, fertilizantes utilizados en los departamentos de zootecnia

a. Fuente móvil

- Desplazamiento de los vehículos propios de la ESALQ-USP

Consumo interno de combustibles

Gasolina automotiva (pura)

Tabla 13. Emisiones en CO₂ eq de Gasolina automotiva (pura)

MES	Consumo de Gasolina automotiva	Unidad	Factores de Emisión			Emisiones	Emisiones	Emisiones	Emisiones en
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	de CO ₂	de CH ₄	de N ₂ O	CO ₂ eq.
			(kg/un)	(kg/un)	(kg/un)	(t)	(t)	(t)	(t)
Enero	1,201.64	Litros	2.212	0.0008	0.00026	2.66	0.00	0.00	2.66
Febrero	1,056.49	Litros	2.212	0.0008	0.00026	2.34	0.00	0.00	2.34
Marzo	892.95	Litros	2.212	0.0008	0.00026	1.98	0.00	0.00	1.98
Abril	696.40	Litros	2.212	0.0008	0.00026	1.54	0.00	0.00	1.54
Mayo	896.07	Litros	2.212	0.0008	0.00026	1.98	0.00	0.00	1.98
Junio	731.50	Litros	2.212	0.0008	0.00026	1.62	0.00	0.00	1.62
Julio	558.05	Litros	2.212	0.0008	0.00026	1.23	0.00	0.00	1.24
Agosto	449.35	Litros	2.212	0.0008	0.00026	0.99	0.00	0.00	0.99
Setiembre	391.92	Litros	2.212	0.0008	0.00026	0.87	0.00	0.00	0.87
Octubre	795.39	Litros	2.212	0.0008	0.00026	1.76	0.00	0.00	1.76
Noviembre	648.84	Litros	2.212	0.0008	0.00026	1.44	0.00	0.00	1.44
Diciembre	767.91	Litros	2.212	0.0008	0.00026	1.70	0.00	0.00	1.70
Total	9,086.49								20.11

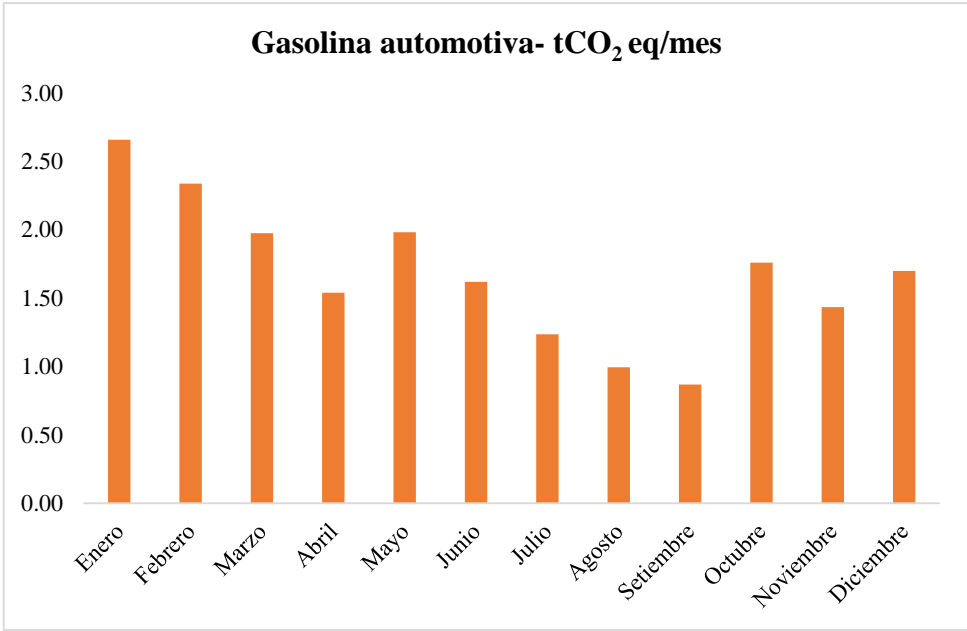


Figura 3. Gasolina automotiva en tCO₂ eq/mes

Diésel

Tabla 14. Emisiones en CO₂ eq de Diésel

MES	Consumo de Diésel	Unidad	Factores de Emisión			Emisiones de CO ₂	Emisiones de CH ₄	Emisiones de N ₂ O	Emisiones en CO ₂ eq.
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	(t)	(t)	(t)	(t)
			(kg/un)	(kg/un)	(kg/un)				
Enero	6,847.52	Litros	2.603	0.0001	0.00014	17.82	0.00	0.00	17.83
Febrero	8,861.57	Litros	2.603	0.0001	0.00014	23.07	0.00	0.00	23.07
Marzo	10,286.56	Litros	2.603	0.0001	0.00014	26.78	0.00	0.00	26.78
Abril	6,480.28	Litros	2.603	0.0001	0.00014	16.87	0.00	0.00	16.87
Mayo	4,735.41	Litros	2.603	0.0001	0.00014	12.33	0.00	0.00	12.33
Junio	1,201.55	Litros	2.603	0.0001	0.00014	3.13	0.00	0.00	3.13
Julio	5,648.24	Litros	2.603	0.0001	0.00014	14.70	0.00	0.00	14.70
Agosto	8,026.67	Litros	2.603	0.0001	0.00014	20.89	0.00	0.00	20.90
Setiembre	3,592.57	Litros	2.603	0.0001	0.00014	9.35	0.00	0.00	9.35
Octubre	8,748.47	Litros	2.603	0.0001	0.00014	22.77	0.00	0.00	22.77
Noviembre	5,720.13	Litros	2.603	0.0001	0.00014	14.89	0.00	0.00	14.89
Diciembre	7,933.96	Litros	2.603	0.0001	0.00014	20.65	0.00	0.00	20.65
Total	78,082.94								203.27

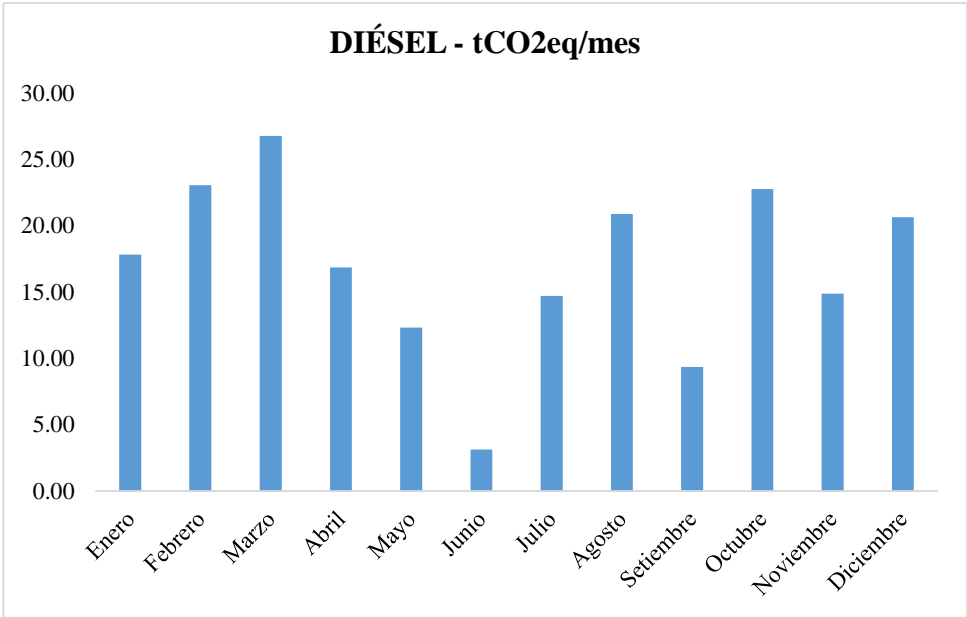


Figura 4. Diésel en tCO₂ eq/mes

Etanol Anhídrido

Tabla 15. Emisiones en CO₂ eq de Etanol anhídrido

MES	Consumo de Etanol anhídrido	Unidad	Factores de Emisión			Emisiones de CO ₂	Emisiones de CH ₄	Emisiones de N ₂ O	Emisiones en CO ₂ eq
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	(t)	(t)	(t)	(t)
			(kg/un)	(kg/un)	(kg/un)				
Enero	2,372.47	Litros	1.457	0.0004	0.00001	3.46	0.00	0.00	3.46
Febrero	0.00	Litros	1.457	0.0004	0.00001	0.00	0.00	0.00	0.00
Marzo	966.48	Litros	1.457	0.0004	0.00001	1.41	0.00	0.00	1.41
Abril	2,061.76	Litros	1.457	0.0004	0.00001	3.00	0.00	0.00	3.00
Mayo	1,672.53	Litros	1.457	0.0004	0.00001	2.44	0.00	0.00	2.44
Junio	2,204.44	Litros	1.457	0.0004	0.00001	3.21	0.00	0.00	3.21
Julio	2,420.80	Litros	1.457	0.0004	0.00001	3.53	0.00	0.00	3.53
Agosto	3,288.13	Litros	1.457	0.0004	0.00001	4.79	0.00	0.00	4.79
Setiembre	2,966.56	Litros	1.457	0.0004	0.00001	4.32	0.00	0.00	4.32
Octubre	3,173.17	Litros	1.457	0.0004	0.00001	4.62	0.00	0.00	4.62
Noviembre	2,410.70	Litros	1.457	0.0004	0.00001	3.51	0.00	0.00	3.51
Diciembre	1,740.27	Litros	1.457	0.0004	0.00001	2.54	0.00	0.00	2.54
Total	25,277.31								36.84

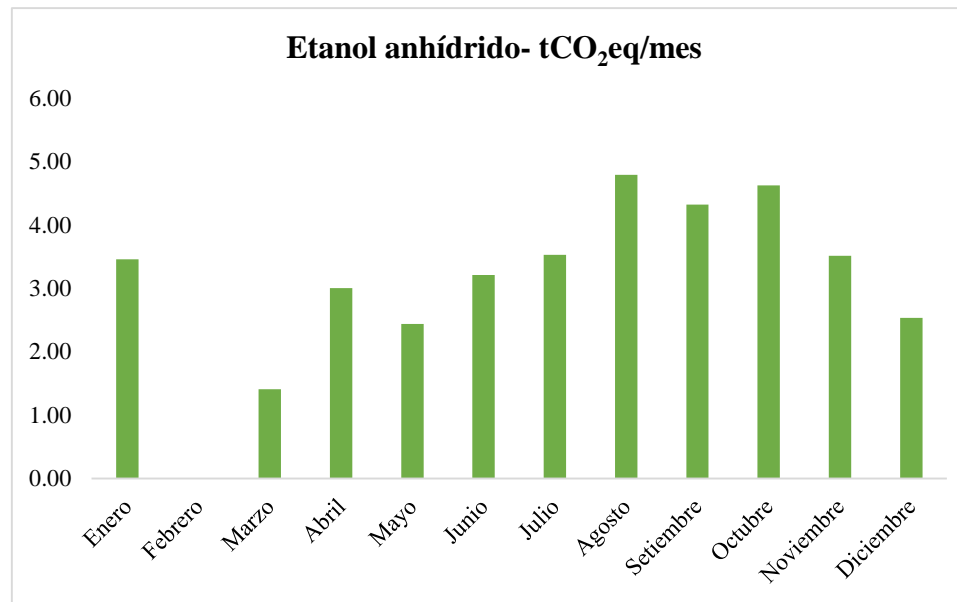


Figura 5: Etanol anhidrido en tCO₂eq/mes

Biodiesel en el diésel

Tabla 16. Emisiones en CO₂ eq de Biodiesel en el diésel S-500

MESES	Tipo de combustible	Consumo de combustible	% de biodiesel en el Diésel S-5000		Consumo de combustible efectivo	Factores de Emisión			Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones en CO ₂ eq (t)
						CO ₂ (kg/un)	CH ₄ (kg/un)	N ₂ O (kg/un)				
Enero	Diesel S-500	0	100	7	0	2.431	0.0003	0.00002	0.00	0.00	0.00	0.00
Febrero	Diesel S-500	0	100	7	0	2.431	0.0003	0.00002	0.00	0.00	0.00	0.00
Marzo	Diesel S-500	3,436.09	100	8	274.88752	2.431	0.0003	0.00002	0.67	0.00	0.00	0.67
Abril	Diesel S-500	40.03	100	8	3.2024	2.431	0.0003	0.00002	0.01	0.00	0.00	0.01
Mayo	Diesel S-500	299.17	100	8	23.93336	2.431	0.0003	0.00002	0.06	0.00	0.00	0.06
Junio	Diesel S-500	5,393.33	100	8	431.46648	2.431	0.0003	0.00002	1.05	0.00	0.00	1.05
Julio	Diesel S-500	1,384.29	100	8	110.7428	2.431	0.0003	0.00002	0.27	0.00	0.00	0.27
Agosto	Diesel S-500	1,297.05	100	8	103.76424	2.431	0.0003	0.00002	0.25	0.00	0.00	0.25
Setiembre	Diesel S-500	6,573.38	100	8	525.87056	2.431	0.0003	0.00002	1.28	0.00	0.00	1.28
Octubre	Diesel S-500	3,420.01	100	8	273.6008	2.431	0.0003	0.00002	0.67	0.00	0.00	0.67
Noviembre	Diesel S-500	1,445.80	100	8	115.66416	2.431	0.0003	0.00002	0.28	0.00	0.00	0.28
Diciembre	Diesel S-500	2,050.82	100	8	164.06552	2.431	0.0003	0.00002	0.40	0.00	0.00	0.40
TOTAL		25,339.97										4.93

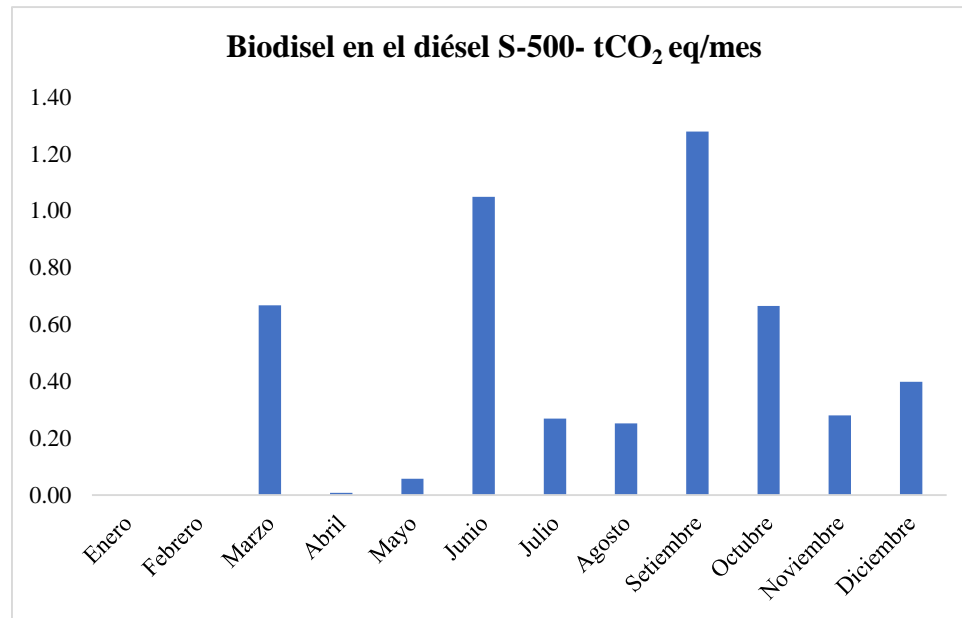


Figura 6. Biodiesel en el diésel S-500 en tCO₂ eq/mes

Tabla 17. Emisiones en CO₂ eq de Diésel en el diésel S-500

MESES	Tipo de combustible	Consumo de combustible	% de diesel en el Diesel S-500	Consumo de combustible efectivo	Factores de Emisión			Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones en CO ₂ eq (t)	
					CO ₂	CH ₄	N ₂ O					
					(kg/un)	(kg/un)	(kg/un)					
Enero	Diésel S-500	0	100	93	0	2.603	0.0001	0.00014	0	0	0	0
Febrero	Diésel S-500	0	100	93	0	2.603	0.0001	0.00014	0	0	0	0
Marzo	Diésel S-500	3,436.09	100	92	3161.20648	2.603	0.0001	0.00014	8.22862047	0.00031612	0.00044257	8.22937916
Abril	Diésel S-500	40.03	100	92	36.8276	2.603	0.0001	0.00014	0.09586224	3.6828E-06	5.1559E-06	0.09587108
Mayo	Diésel S-500	299.17	100	92	275.23364	2.603	0.0001	0.00014	0.71643316	2.7523E-05	3.8533E-05	0.71649922
Junio	Diésel S-500	5,393.33	100	92	4961.86452	2.603	0.0001	0.00014	12.9157333	0.00049619	0.00069466	12.9169242
Julio	Diésel S-500	1,384.29	100	92	1273.5422	2.603	0.0001	0.00014	3.31503035	0.00012735	0.0001783	3.315336
Agosto	Diésel S-500	1,297.05	100	92	1193.28876	2.603	0.0001	0.00014	3.10613064	0.00011933	0.00016706	3.10641703
Setiembre	Diésel S-500	6,573.38	100	92	6047.51144	2.603	0.0001	0.00014	15.7416723	0.00060475	0.00084665	15.7431237
Octubre	Diésel S-500	3,420.01	100	92	3146.4092	2.603	0.0001	0.00014	8.19010315	0.00031464	0.0004405	8.19085829
Noviembre	Diésel S-500	1,445.80	100	92	1330.13784	2.603	0.0001	0.00014	3.4623488	0.00013301	0.00018622	3.46266803
Diciembre	Diésel S-500	2,050.82	100	92	1886.75348	2.603	0.0001	0.00014	4.91121931	0.00018868	0.00026415	4.91167213
TOTAL		25,339.97										60.6887488

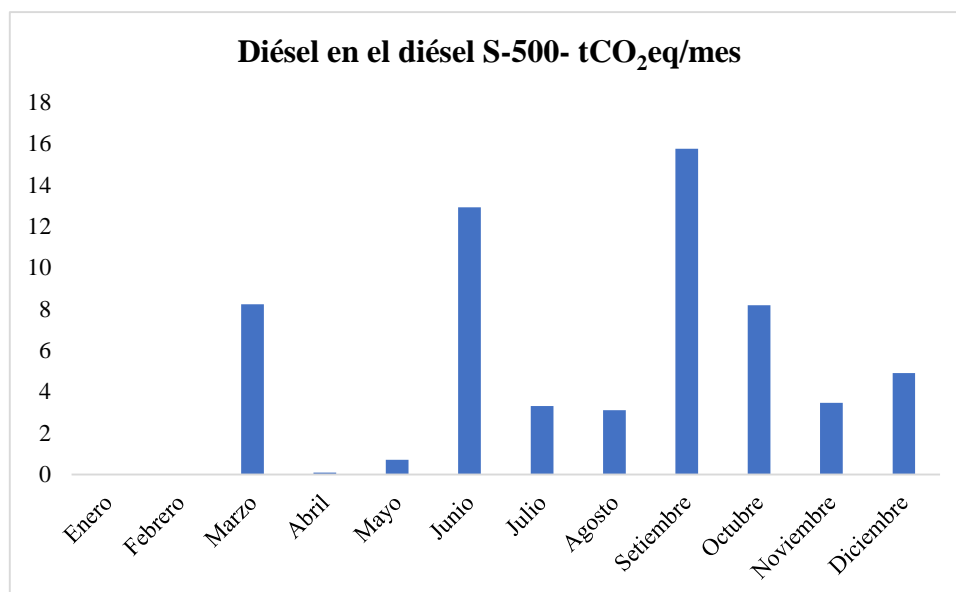


Figura 7. Diésel en el diésel S-500 en tCO₂eq/mes

Tabla 18. Emisiones en CO₂ eq de Diésel S-500

MESES	Biodiesel en el diésel S-500- tCO₂eq/mes	Diésel en el diésel S-500- tCO₂eq/mes	Total de diésel S-500 tCO₂eq/mes
Enero	0.00	0.00	0.00
Febrero	0.00	0.00	0.00
Marzo	0.67	8.23	8.90
Abril	0.01	0.10	0.10
Mayo	0.06	0.72	0.77
Junio	1.05	12.92	13.97
Julio	0.27	3.32	3.58
Agosto	0.25	3.11	3.36
Setiembre	1.28	15.74	17.02
Octubre	0.67	8.19	8.86
Noviembre	0.28	3.46	3.74
Diciembre	0.40	4.91	5.31
TOTAL	4.93	60.69	65.62

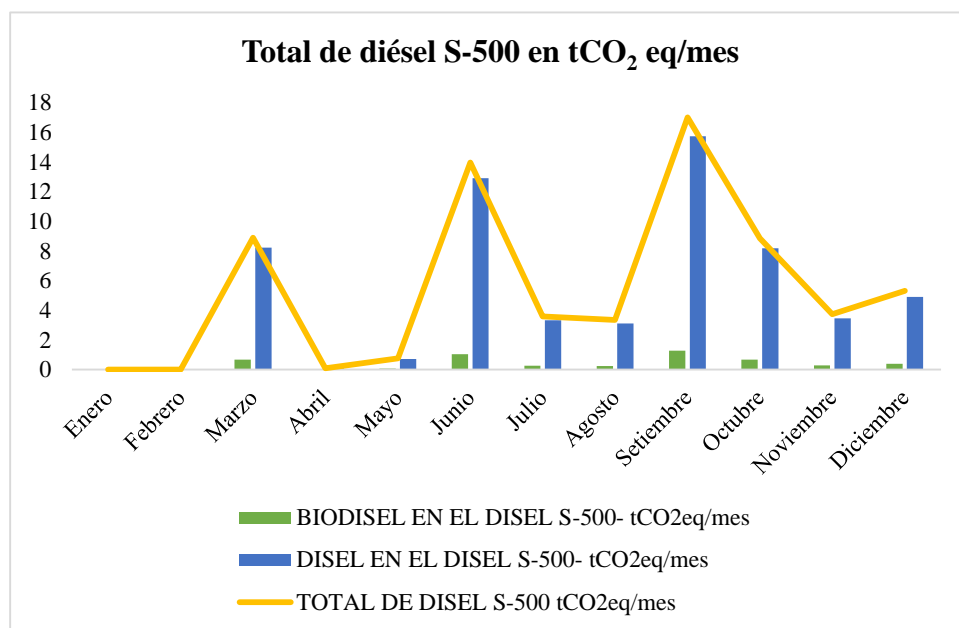


Figura 8. Diésel S-500 en tCO₂ eq/mes

Tabla 19. Total, de emisiones en CO₂ eq por mes

Mes	Gasolina automotiva tCO ₂ eq/mes	Etanol anhidrido tCO ₂ eq/mes	Diésel tCO ₂ eq/mes	Diésel s-500 tCO ₂ eq/mes	Total de tCO ₂ eq/mes
Enero	2.66	3.46	17.83	0	23.95
Febrero	2.34	0	23.07	0	25.41
Marzo	1.98	1.41	26.78	8.9	39.07
Abril	1.54	3	16.87	0.1	21.51
Mayo	1.98	2.44	12.33	0.77	17.52
Junio	1.62	3.21	3.13	13.97	21.93
Julio	1.24	3.53	14.7	3.58	23.05
Agosto	0.99	4.79	20.9	3.36	30.04
Setiembre	0.87	4.32	9.35	17.02	31.56
Octubre	1.76	4.62	22.77	8.86	38.01
Noviembre	1.44	3.51	14.89	3.74	23.58
Diciembre	1.7	2.54	20.65	5.31	30.2
Total de emisiones de CO₂ eq/año					325.83

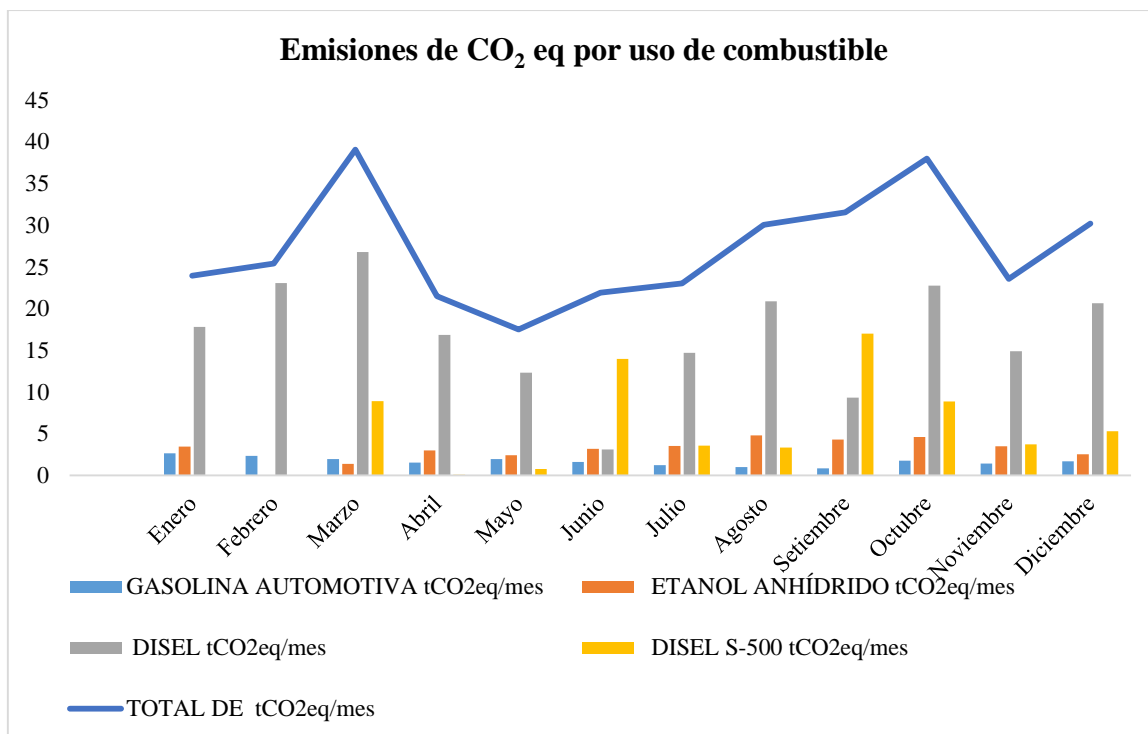


Figura 9. Total, de emisiones de CO₂ eq/mes por el uso de combustibles en el transporte propio de la ESALQ-USP

Tabla 20. Consumo y emisiones de CO₂ eq/año por el uso de combustible en el transporte propio de la ESALQ-USP, periodo 2017

Tipo de combustible	tCO ₂ eq./año	Consumo en litros
Gasolina automotiva (pura)	20.11	9086.49
Etanol anhídrido	36.84	25277.31
Diésel	203.27	78082.94
Diésel S-500	65.62	25339.97

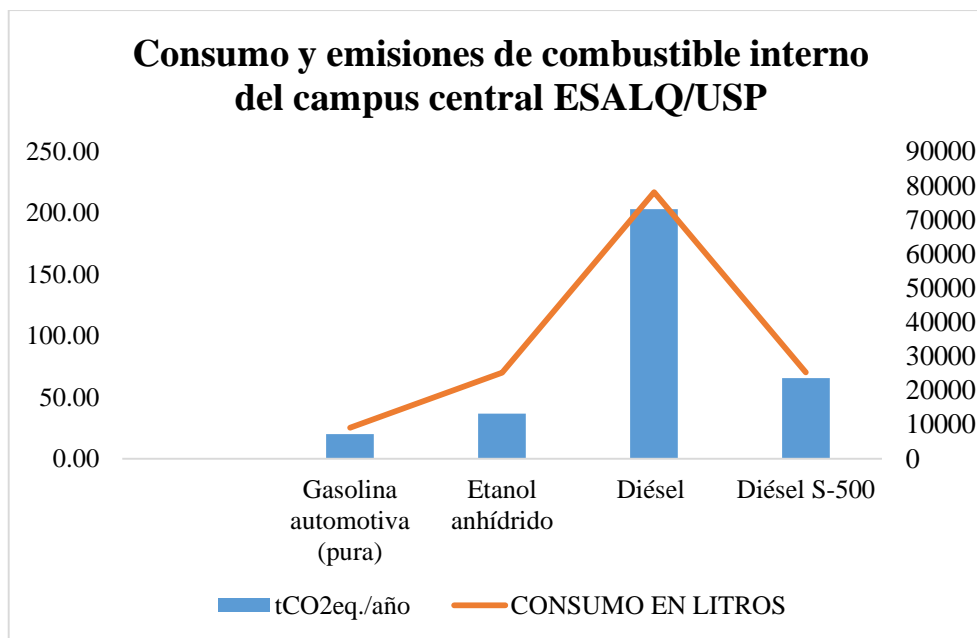


Figura 10. Consumo y emisiones de CO₂ eq/año por el uso de combustible en el transporte propio de la ESALQ-USP, periodo 2017

b. Fuente fija

- **Insumos**

Tabla 21. Total, de tCO₂ eq provenientes de los insumos usados en el campus central de la ESALQ-USP, periodo 2017

ELEMENTO	tCO ₂ eq
Nitrógeno directo	0.45
Nitrógeno volatilizado	0.004
Nitrógeno lixiviado	0.003
Calcario	81.26
Total	81.72

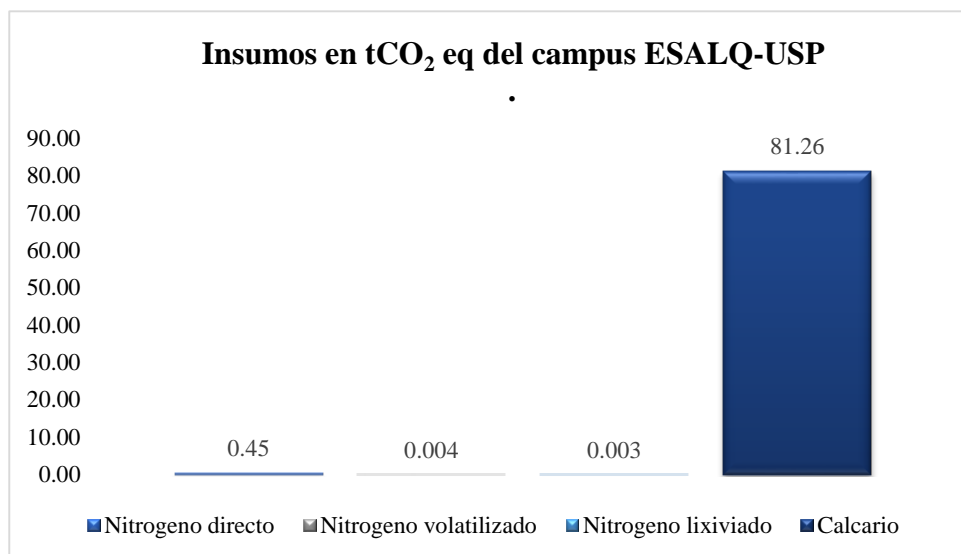


Figura 11. Total, de tCO₂ eq. provenientes de los insumos usados en el campus central de la ESALQ-USP, periodo 2017

- **Pecuaria**

Tabla 22. Caprinos y ovinos

Tipo de animal	Factor de emisión de CH₄ para fermentación entérica (2008)
Caprinos	5
Ovinos	5
Factor de emisión de CH₄ para fermentación entérica total	1,630

Animales para producción de leche

Tabla 23. Total de animales en sistema de pasto

Número de animales	Cabezas	Peso Medio (kg)
Número total de animales	166	
Número total de hembras	166	
Matrizes de más de 24 meses	100	494
Novillas entre 9 y 24 meses	49	284
Becerras hasta 9 meses	17	113
Número de Lactantes	79	
Número total de machos	0	
Número total de reproductores	0	
Producción de Leche	16.85	
Ganancia de peso animal joven	0.494	kg/cab/dia

Tabla 24. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ en matrizes de más de 24 meses- sistema de pasto/producción de leche

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	Matrizes de más de 24 meses
Energía p/ mantenimiento	35.10
Energía líquida	5.97
Energía líquida p/ lactación	53.75
Energía p/ gestación	1.58
Factor de Emisión (fe)kg/cabeza/año	133.78
Factor de emisión total matrizes	13,378.06

Tabla 25. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ en novillas de más de 24 meses- sistema de pasto/producción de leche

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	Novilla entre 9 y 24 meses
Energía p/ mantenimiento	23.18
Energía líquida	3.94
Energía líquida p/ lactación	0.00
Energía p/ gestación	0.00
Energía p/ crecimiento	5.09
Factor de Emisión (fe)kg/cabeza/año	128.83
Factor de emisión total novillas	6,312.79

Tabla 26. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ en becerras hasta 9 meses- sistema de pasto/producción de leche

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	Becerras hasta 9 meses
Energía p/ mantenimiento	11.61
Energía líquida	1.97
Energía líquida p/ lactación	0.00
Energía p/ gestación	0.00
Energía p/ crecimiento	2.80
Factor de Emisión (fe)kg/cabeza/año	66.15
Factor de emisión total becerras	1,124.56

Tabla 27. Factores de emisión total de hembras- sistemas de pasto/ producción de leche

Sistema de Pasto	Factor de emisión total de hembras
Matrizes de más de 24 meses	13,378.06
Novillas entre 9 y 24 meses	6,312.79
Becerras hasta 9 meses	1,124.56

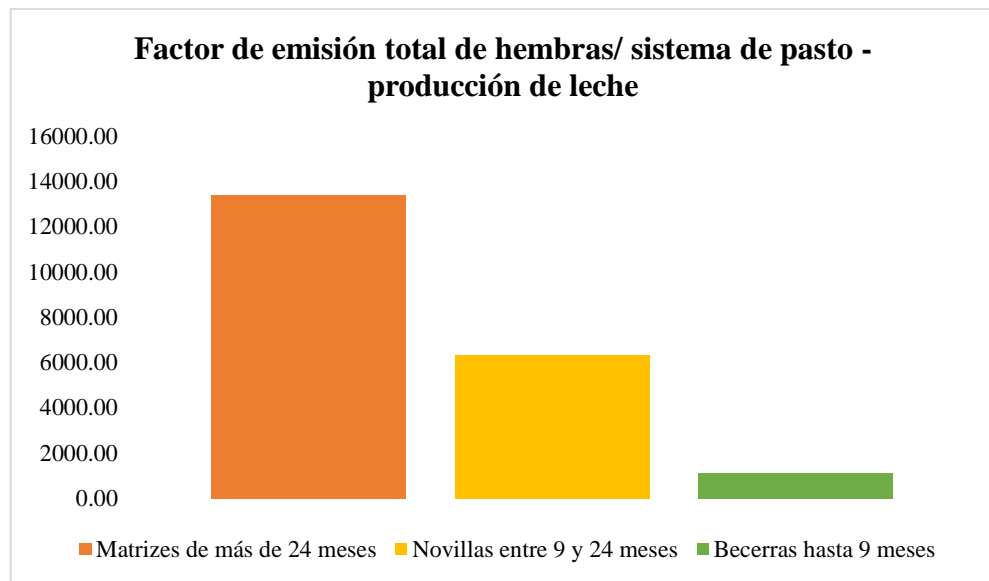


Figura 12. Factor de emisión total provenientes de hembras en sistema de pasto y producción de leche

Tabla 28. Total, de animales en el sistema de confinamiento de caseta libre

Número de animales	Cabezas	Peso Medio (kg)
Número total de animales	35	
Número total de hembras	35	
Matrizes de más de 24 meses	35	635
Novillas entre 9 y 24 meses		
Becerras hasta 9 meses		
Número de Lactantes	29	
Número total de machos	0	
Número total de reproductores	0	
Producción de Leche	26.5	

Tabla 29. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ en matrizes de más de 24 meses/ producción de leche

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	Matrizes de más de 24 meses
Energía p/ mantenimiento	42.38
Energía líquida	7.20
Energía líquida p/ lactación	84.54
Energía p/ gestación	1.91
Factor de Emisión (fe)kg/cabeza/año	93.91
Factor de emisión total matrizes	3,286.87

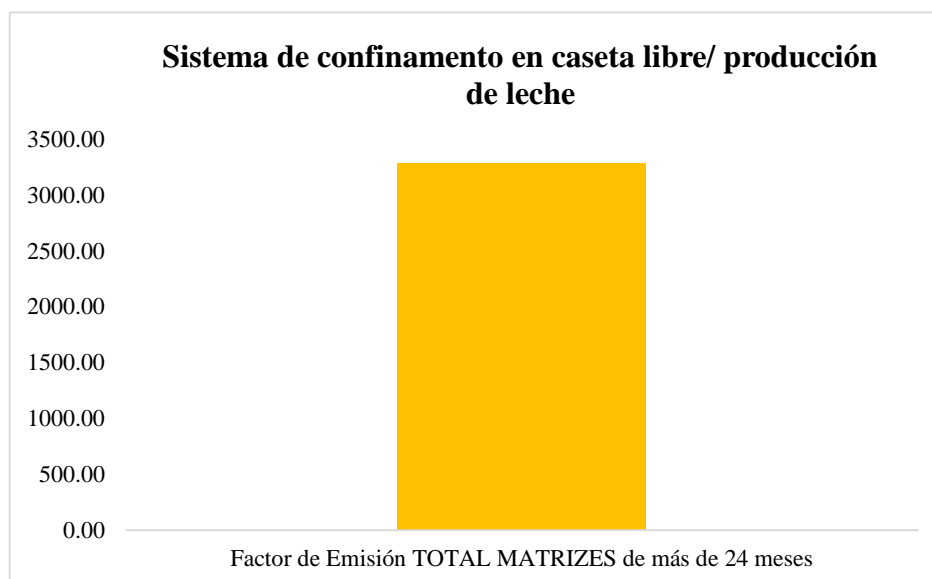


Figura 13. Total, de emisiones provenientes de matrizes de más de 24 meses en sistema de confinamiento en caseta libre/ producción de leche

Tabla 30. Total, de animales para producción de corte en sistema de pasto

Número de animales	Cabezas	Peso Medio (kg)
Número total de animales	498	
Número total de hembras	316	
Matrizes de más de 24 meses	204	450
Novilhas entre 9 y 24 meses	51	240
Becerras hasta 9 meses	61	40
Número total de machos	182	
Machos de más de 24 meses	62	500
Machos entre 9 y 24 meses	59	250
Becerras hasta 9 meses	61	50
		16.85
Número total de reproductores	62	
Gano de peso animal joven	0.5	kg/cab/día

Animales para producción de corte

Tabla 31. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ de matrizes de más de 24 meses/ producción de corte

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	
Energía p/ mantenimiento	32.73
Energía líquida	5.56
Energía líquida p/ lactación	53.75
Energía p/ gestación	1.47
Factor de Emisión (fe) Kg/cabeza/año	127.74
Factor de emisión total matrizes	26,058.39

Tabla 32. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ de machos de más de 24 meses/ producción de corte

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	
Energía p/ manutención	39.12
Energía líquida	6.65
Factor de Emisión (fe)Kg/cabeza/año	31.60
Factor de emisión total machos	1,959.34

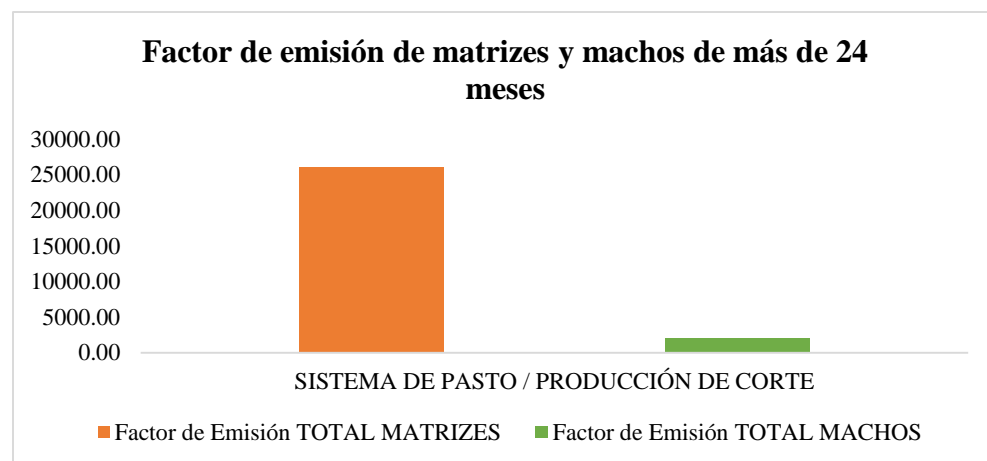


Figura 14. Total, de factores de emisiones de matrizes y machos - sistema de pasto/producción de corte

Tabla 33. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ de novillas entre 9 y 24 meses/ producción de corte

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	
Energía p/ mantenimiento	20.24
Energía líquida	3.44
Energía líquida p/ lactación	0.00
Energía p/ gestación	0.00
Energía p/ crecimiento	6.20
Factor de Emisión (fe)Kg/cabeza/año	48.78
Factor de emisión total novillas	2,487.68

Tabla 34. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ de machos entre 9 y 24 meses/ producción de corte

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	
Energía p/ manutención	23.26
Energía líquida	3.95
Energía p/ crecimiento	5.64
Factor de Emisión (fe)Kg/cabeza/año	52.24
Factor de emisión total machos	3,081.95

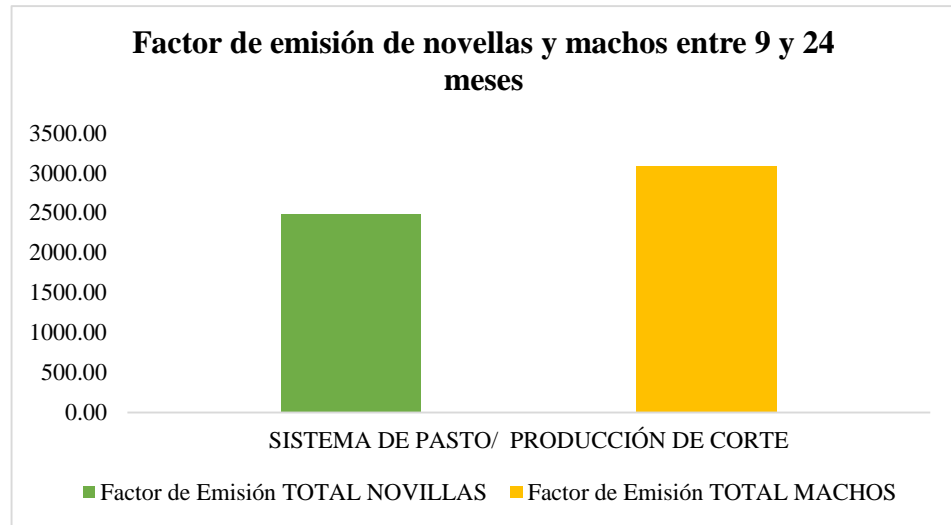


Figura 15. Total, de factores de emisiones de novillas y machos - sistema de pasto/producción de corte

Tabla 35. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ de becerras hasta 9 meses/ producción de corte

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	
Energía p/ mantenimiento	5.28
Energía líquida	0.90
Energía líquida p/ lactación	0.00
Energía p/ gestación	0.00
Energía p/ crecimiento	3.16
Factor de Emisión (fe)Kg/cabeza/año	16.69
Factor de emisión total de becerras	1,018.05

Tabla 36. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ de becerros hasta 9 meses/ producción de corte

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	
Energía p/ mantenimiento	6.96
Energía líquida	1.18
Energía p/ crecimiento	3.36
Factor de Emisión (fe)Kg/cabeza/año	19.91
Factor de emisión total de becerros	1214.66

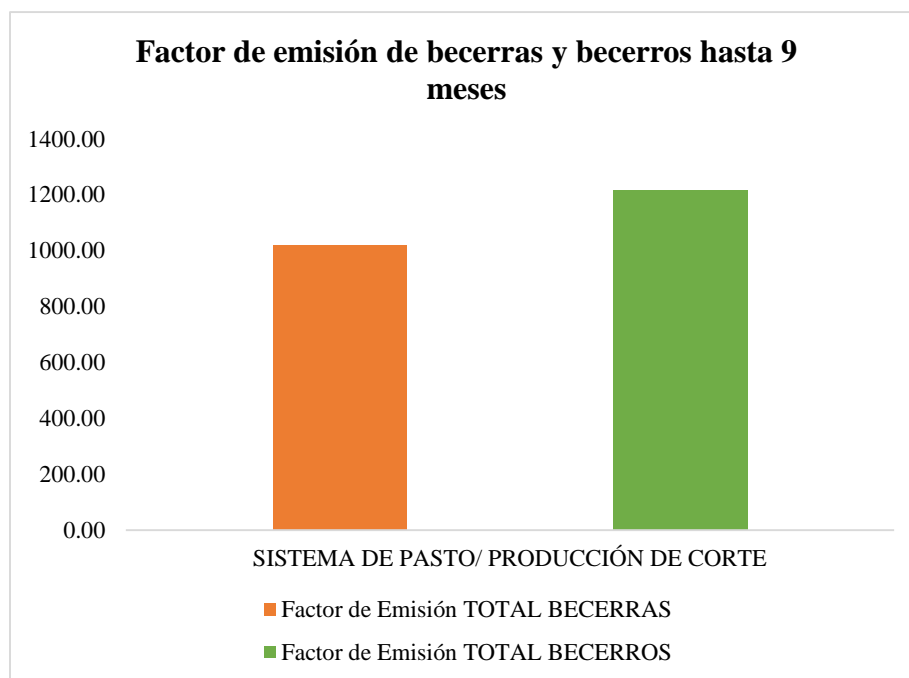


Figura 16. Total, de factores de emisiones de becerras y becerros hasta 9 meses - sistema de pasto/producción de corte

Ganado cebú

Tabla 37. Total, de ganado cebú en confinamiento experimental

Tipo de animal	Cabezas	Peso Medio (kg)
Ganado Cebú con 2 años de edad	198	360
Gano de peso de Ganado cebú	0.8	kg/cab/día

Tabla 38. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ de ganado cebú con 2 años de edad

Factores para el cálculo de emisión de CO ₂	
Energía p/ manutención	30.58
Energía líquida	5.20
Energía p/ crecimiento	5.60
Factor de Emisión(fe)kg/cabeza/año	64.00
Factor de Emisión total ganado cebú	12,671.34

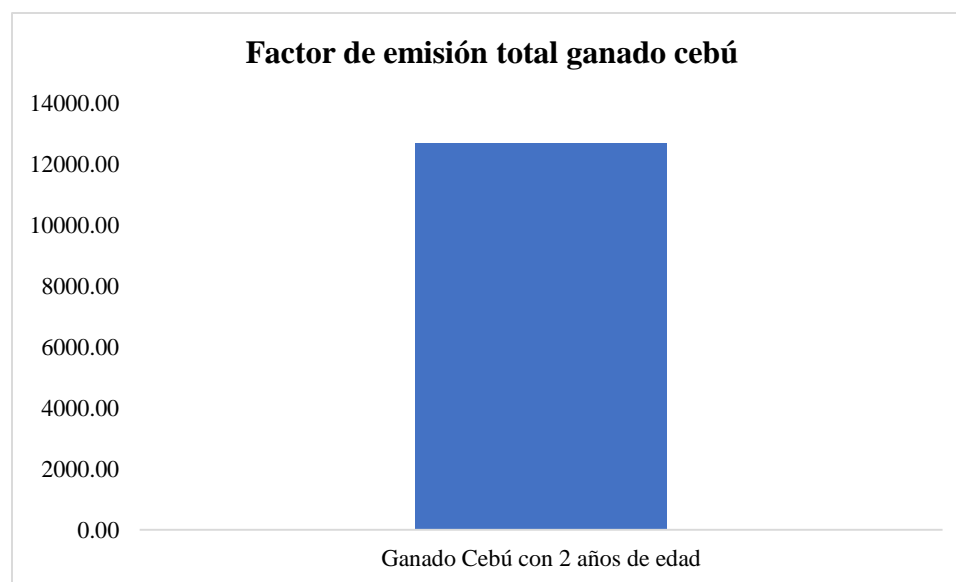


Figura 17. Total, de emisiones provenientes del ganado cebú con 2 años de edad/ confinamiento experimental.

Bovinos

Tabla 39. Total, de bovinos en confinamiento experimental

Tipo de animal	Cabezas	Peso Medio (kg)
Vacas Holstein blanco y negro (HPB) no lactantes	30	600

Tabla 40. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ de vaca Holstein blanco y negro (HPB) no lactantes

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	
Energía p/ mantenimiento	40.61
Energía líquida	6.90
Factor de Emisión (fe)kg/cabeza/año	65.94
Factor de emisión total vacas HPB	1,978.23

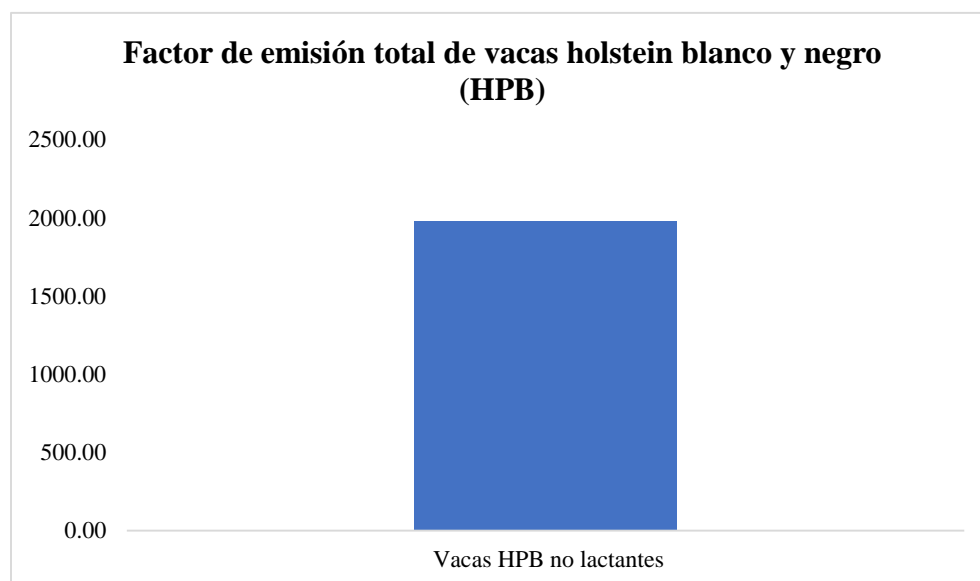


Figura 18: Total, de emisiones de vacas Holstein blanco y negro no lactantes en confinamiento experimental

Beceros entre 0 y 3 meses

Tabla 41. Total, de becerros entre 0 y 3 meses en confinamiento experimental

Edades de hembras y machos	Cabezas	Peso Medio (kg)
Hembras de 0 a 3 meses de edad	10	65
Machos de 0 a 3 meses de edad	15	65
Gano de peso de becerros (as)	0.65	kg/cab/día

Tabla 42. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ de hembras de 0 a 3 meses en confinamiento experimental

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	
Energía p/ manutención	7.37
Energía líquida	1.25
Energía p/ crecimiento	4.79
Factor de Emisión (fe)kg/cabeza/año	24.25
Factor de emisión total de hembras	242.52

Tabla 43. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de CO₂ de machos de 0 a 3 meses en confinamiento experimental

Factores para el cálculo de emisión de CO₂	
Energía p/ manutención	8.47
Energía líquida	1.44
Energía p/ crecimiento	4.79
Factor de Emisión (fe)kg/cabeza/año	26.04
Factor de emisión total de machos	390.543
Total de factores de emisión de hembras y machos de 0 a 3 meses	633.06

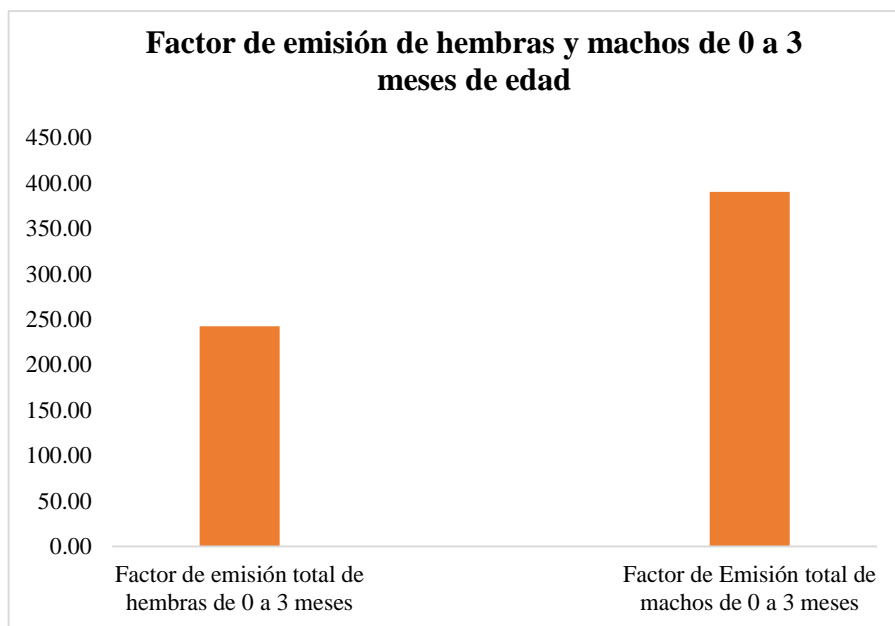


Figura 19. Total, de factores de emisión provenientes de hembras y machos de 0 a 3 meses en confinamiento experimental

Tabla 44. Total, de emisiones en tCO₂ eq emitidas por animales en los confinamientos

ANIMALES POR CONFINAMIENTOS	Toneladas de CO₂ eq
OVINOS Y CAPRINOS	1,630
ANIMALES PARA PRODUCCIÓN DE LECHE	24,102.27
ANIMALES PARA PRODUCCIÓN DE CORTE	35,820.07
GANADO CEBÚ	12,671.34
BOVINOS	1,978.23
BECERROS ENTRE 0 A 3 MESES	633.06
Total, de emisiones en toneladas de (CO₂) eq	76,834.96

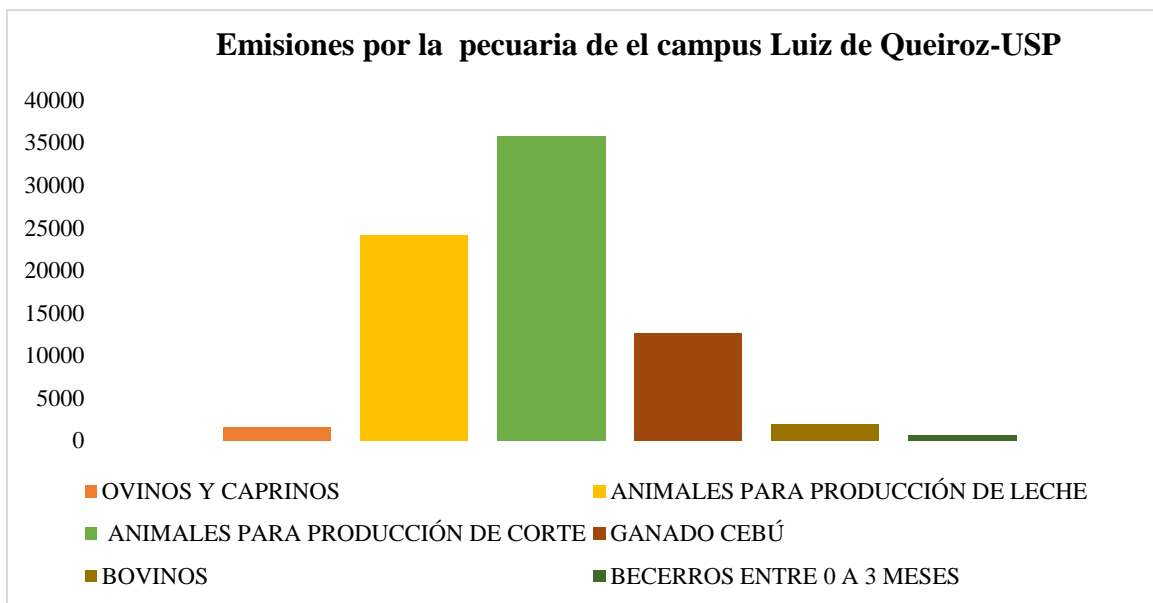


Figura 20. Emisiones provenientes de la pecuaria en el campus central ESALQ-USP, periodo 2017.

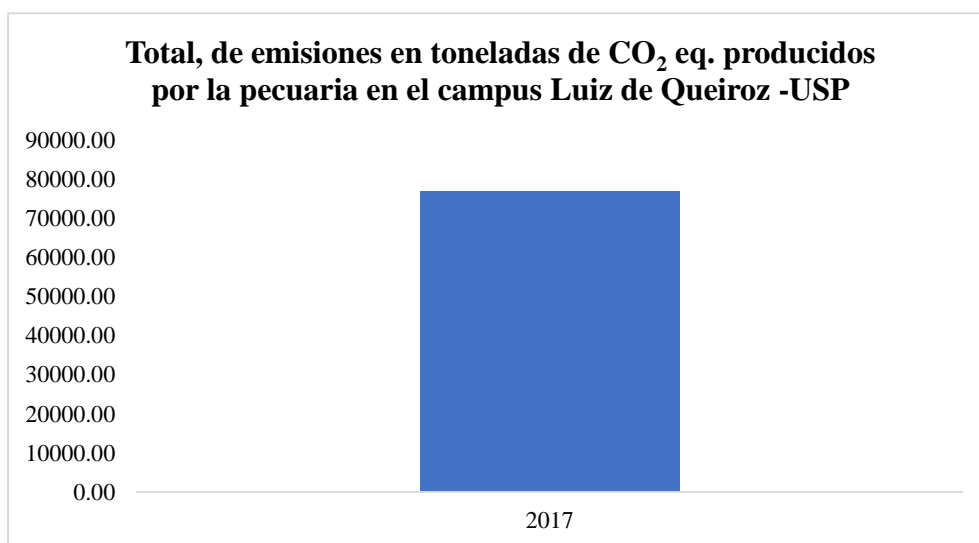


Figura 21. Total, de emisiones en t CO₂ eq producidos por la pecuaria en el campus central ESALQ- USP, periodo 2017.

3.4.2. Emisión indirecta de gases de efecto invernadero asociadas a la electricidad

3.4.2.1. ALCANCE 2

Emisiones indirectas, asociadas a las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica en la ESALQ-USP.

✓ Consumo de electricidad

a. Fuente fija

- Consumo de energía eléctrica

Las emisiones generadas por la energía eléctrica se muestran en la (tabla 45).

Tabla 45. Total, de emisiones en tCO₂ eq provenientes del consumo de energía eléctrica en el campus central ESALQ -USP, periodo 2017

MESES	Consumo kWh	Consumo MWh	Factor de emisión t CO ₂ /MWh	Toneladas de CO ₂ eq
Enero	907356	907.356	0.5419	491.6962
Febrero	965415	965.415	0.5148	496.9956
Marzo	1090774	1090.774	0.5867	639.9571
Abril	1064613	1064.613	0.5905	628.6540
Mayo	949340	949.34	0.6086	577.7683
Junio	872174	872.174	0.5846	509.8729
Julio	878697	878.697	0.6052	531.7874
Agosto	834679	834.679	0.6102	509.3211
Setiembre	950795	950.795	0.6060	576.1818
Octubre	970751	970.751	0.5997	582.1594
Noviembre	1031764	1031.764	0.6019	621.0188
Diciembre	1088388	1088.388	0.6078	661.5222
Total	11'604,746	11,604.75		6,826.93

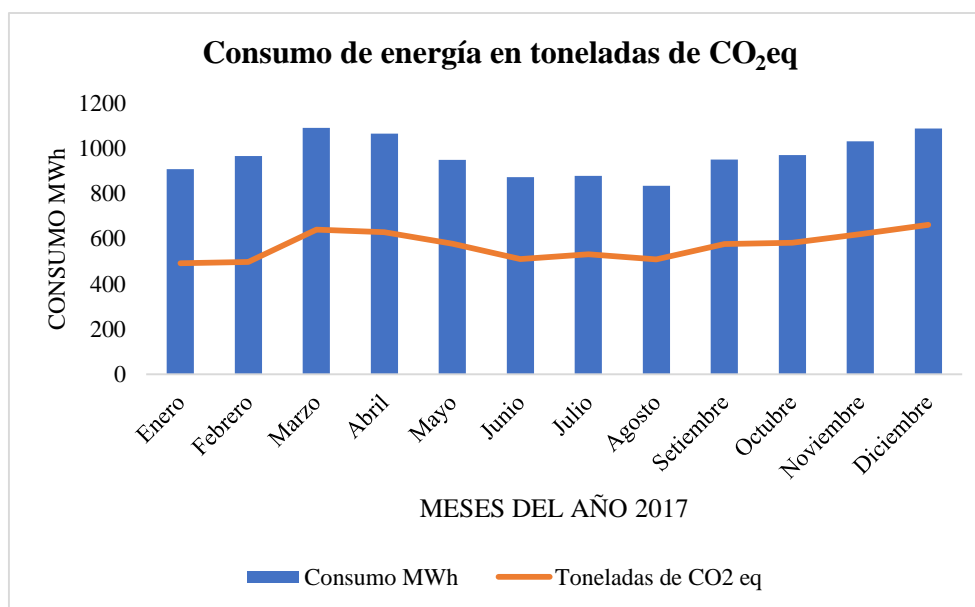


Figura 22. Total, de emisiones en tCO₂ eq provenientes del consumo de energía eléctrica en el campus central ESALQ -USP, periodo 2017.

Tabla 46. Total, de población en el campus central ESALQ- USP, periodo 2017

2017	CENA	ESALQ	PREFEITURA	TOTAL	%
PREGRADO		2,150		2,150	53
POSTGRADO	130	1,034		1,164	28
DOCENTES	32	203		235	6
SERVIDORES	116		423	539	13
TOTAL	278	3,387	423	4,088	
%	6.80	82.85	10.35		

Tabla 47. Total, de emisiones en tCO₂ eq generadas en los departamentos del campus central ESALQ- USP, según datos de población, periodo 2017

	CENA	ESALQ	PREFEITURA
Toneladas de CO₂ eq	464.23	5,656.11	706.59

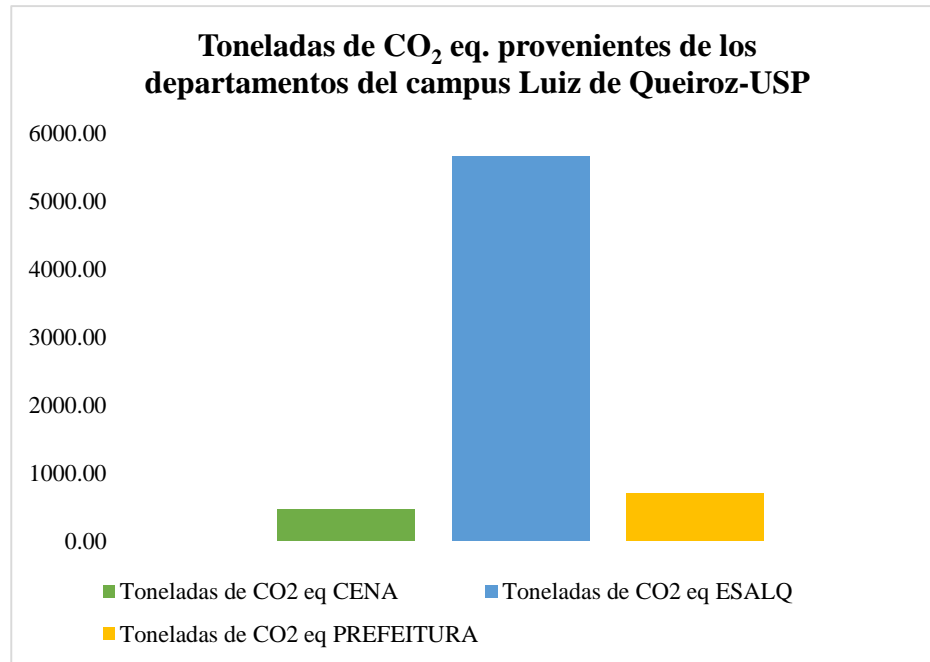


Figura 23. Total, de emisiones en tCO₂ eq generadas en los departamentos del campus central ESALQ- USP, según datos de población, periodo 2017

3.4.3. Otras emisiones indirectas de gases de efecto invernadero

3.4.3.1. Alcance 3

Emisiones generadas por las actividades académicas y administrativas que se llevan a cabo en el campus de la ESALQ-USP, estas fuentes de emisión no son propias y no están bajo su control.

- ✓ Movilidad de docentes, funcionarios técnicos-administrativos, estudiantes de pregrado y posgrado

a. Fuente móvil

- Flota de los usuarios del campus “Luiz de Queiroz”

De la encuesta realizada se obtuvo 314 respuestas, siendo equivalente al 7.7 % de la población total del campus “Luiz de Queiroz” (tabla 48).

Tabla 48. Total, de población que respondieron a la encuesta

VÍNCULO	POBLACIÓN	%	RESPUESTAS	%
PREGRADO	2,150	53	102	4.7
POSGRADO	1,164	28	78	6.7
DOCENTE	235	6	35	14.9
FUNCIONARIO	539	13	99	18.4
TOTAL	4,088	100	314	7.7

De la encuesta realizada el 79,6 % respondió que utiliza algún tipo de vehículo automotor, para trasladarse desde sus residencias hacia el campus “Luiz de Queiroz” (tabla 49).

Tabla 49. Total, de población que utiliza vehículo motor

VÍNCULO	UTILIZA VEHÍCULO MOTOR		
	SI	NO	% DE RESPUESTAS SI
PREGRADO	65	37	63.7
POSGRADO	55	23	70.5
DOCENTE	34	1	97.1
FUNCIONARIO	96	3	96.9
TOTAL	250	64	79.6

De acuerdo a la encuesta, los usuarios que utilizan algún vehículo automotor para trasladarse de sus residencias hasta el campus “Luiz de Queiroz”, es en promedio 4.1 veces por semana y 1.5 veces por día. Con relación a los vehículos se observa que tienen un rendimiento promedio de 226.8 km/L, predominando la gasolina como combustible (tabla 50).

Tabla 50. Variables y tipos de combustible más utilizados por los usuarios

Variable	Promedio
Veces a la semana que frecuenta el campus	4.1
Veces por día que frecuenta el campus	1.5
Rendimiento promedio de los carros	226.8
Combustibles	
% de usuarios que usan etanol	41
% de usuarios que usan gasolina	55
% de usuarios que usan diésel	4

Tabla 51. Estimativa de las emisiones anuales provenientes de cada combustible utilizado por los vehículos motores de los usuarios del campus central ESALQ-USP, periodo 2017.

TIPO DE COMBUSTIBLE/ EXTERNO	t CO₂ eq/ año
Etanol	182.42
Gasolina	373.11
Diésel	32.85

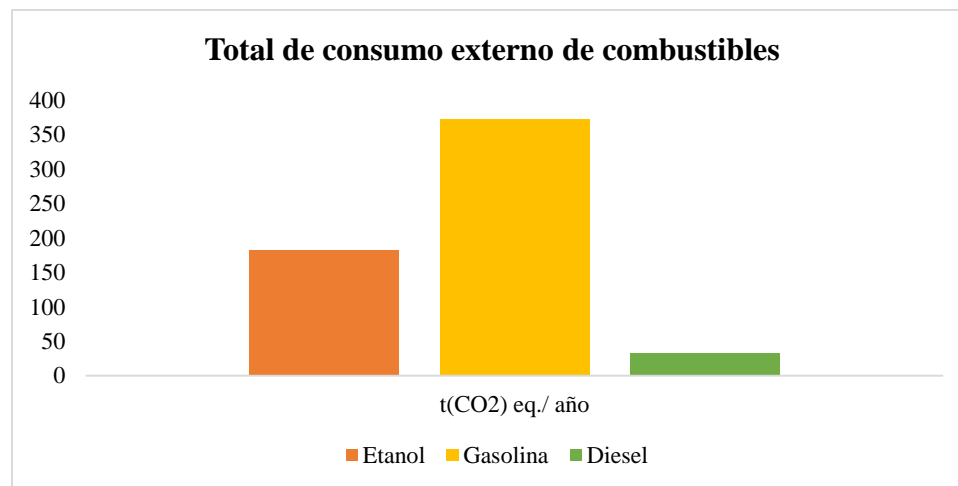


Figura 24. Total, de emisiones en tCO₂ eq provenientes del transporte local de docentes, funcionarios y estudiantes de la ESALQ- USP, periodo 2017.

Considerando el número de usuarios que afirman utilizar algún tipo de vehículo automotor y la cantidad de Gases de Efecto Invernadero emitidos por esta muestra, se correlaciona con la cantidad de registros de vehículos activos en el campus, estimándose la emisión de 733.12 tCO₂ eq al año 2017.

Número de usuarios que afirmaron usar algún tipo de vehículo automotor	250	⇒	Número de vehículos registrados en el campus	3200
Estimativa de las emisiones de GEI (CO ₂ eq) calculada por la metodología establecida	45.82		Estimativa de las emisiones de GEI (tCO ₂ eq) por la flota de usuarios del campus, obtenido por extrapolación	749.25

Tabla 52. Huella de Carbono en el campus central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, estado de Sao Paulo, Brasil, periodo 2017

Alcances	Fuentes de emisión	Subtotal de emisiones de CO ₂ eq/año	% de emisiones de CO ₂ eq/año
	Transporte interno	325.83	0.38
ALCANCE 1	Pecuaria	76,834.96	90.59
	Insumos	81.72	0.10
ALCANCE 2	Consumo de energía eléctrica	6,826.93	8.05
ALCANCE 3	Transporte externo	749.25	0.88
Total emisiones ESALQ-USP (t CO₂ eq/año)		84,818.69	100.00

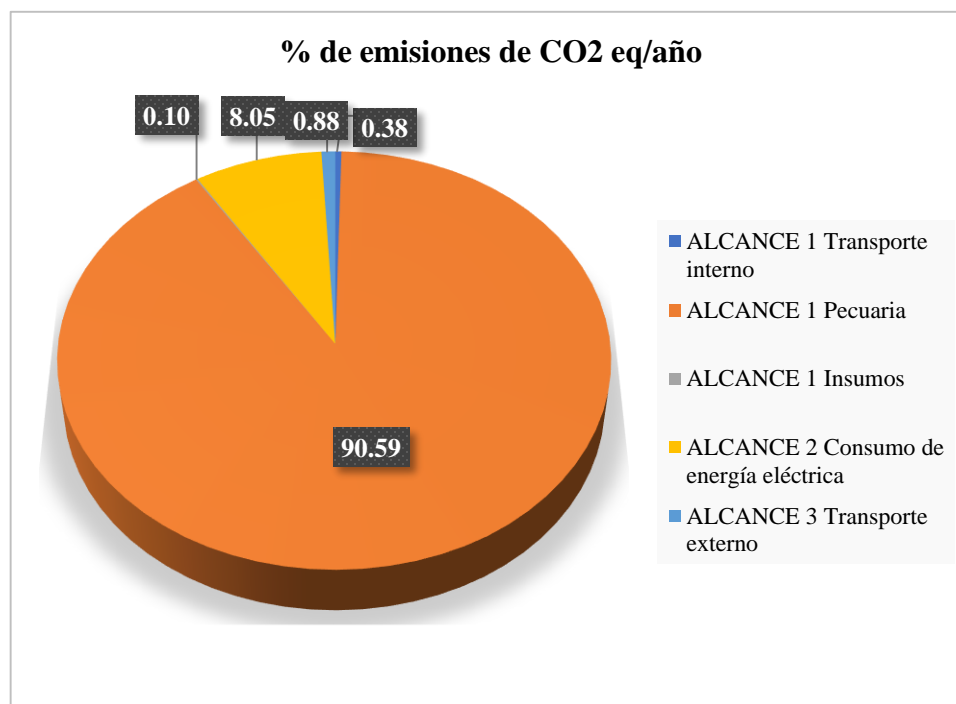


Figura 25. Porcentaje de emisiones de CO₂ eq/ año para los tres alcances.

3.5. Estimación de la huella de carbono per cápita en el campus de la ESALQ-USP

La huella de carbono per cápita para el año base 2017 fue de 1.95 t CO₂ eq

IV. DISCUSIÓN

4.1. Emisiones totales de GEI y contribución de las categorías

Con relación a esto, se tiene que según Wintergreen & Delaney. (2006), las organizaciones deben dar cuenta por lo menos de los alcances 1 y 2. En ese sentido, se tiene que para el campus de la ESALQ-USP, la cantidad de emisiones de GEI fue de 84,818.69 t CO₂ eq. El 91.08 % corresponde a emisiones del alcance 1, el 8.05 % al alcance 2 y el 0.88 % al alcance 3. Los alcances 1 y 2 representan el 99.13 % del total de las emisiones de GEI, mientras que el alcance 3 el 0.88 % del total. Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) según Güereca, Torres, & Noyola. (2013), donde el 47% de las emisiones procedían de los alcances 1 y 2; por otro lado, se tiene que según Ozawa-Meida et al. (2013) el alcance 1 generó 6%, alcance 2 generó un total de 15 %, siendo el alcance 3 el que mayor cantidad de emisiones generó con un 79 % del total. Así mismo, Iriarte, et al. (2015), determinaron que las categorías de desplazamiento de estudiantes en autobús institucional y desplazamiento por otros medios de transporte generan el 62 % del total, seguido por el consumo de electricidad en el 16% y el desplazamiento del personal en el 9%. Según Alvarez, et al. (2014) en la Facultad de Dasonomía de la Universidad de Madrid, el alcance 1 representa el 8 % del total de emisiones, el alcance 2 está en el 32 %, mientras que el alcance 3 está en un 60 %. Estas distribuciones difieren con las obtenidas por Larsen, et al. (2013), en la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología (NTNU) donde el alcance 3 representa el 49 % mientras que el alcance 1 se encuentra en el 31% del total de las emisiones.

Ya en el caso de universidades peruanas, la huella de carbono de la ESALQ-USP es mayor a la estimada en la Pontificia Universitaria Católica del Perú (PUCP). Tello Otrera, (2017) determinó que en la la PUCP el alcance 3 es el que generó mayores emisiones con un 91.33 %, el alcance 2 generó el 8.43 % del total de emisiones, mientras que el alcance 1 se encuentra en el 0.24 %, por otro lado, Común &

Saavedra, (2017) calcularon la huella de carbono provenientes de fuentes móviles, es decir alcance 1 y alcance 3 donde se generó el 7 % y 93 % respectivamente para ambos alcances.

4.2. Alcance 1

Con relación a este aspecto, se tiene que los vehículos propios del campus de la ESALQ-USP, generaron un total de 325.84 t CO₂ eq. Los combustibles que se usaron durante el año base 2017, fueron: gasolina que generó 20.11 t CO₂ eq del total, etanol generó 36.84 t CO₂ eq, mientras que el diésel fue el combustible que mayores emisiones generó con 203.27 t CO₂ eq, y el diésel S-500 generó 65.62 t CO₂ eq del total. Con relación a esto, Rodas. (2014), manifiesta que los vehículos generaron 139.69 t CO₂ eq, los combustibles que utilizaron en ese periodo fueron gasolina y diésel. Las variaciones determinadas en el periodo de estudio están relacionadas con el uso de vehículos, debido a que las emisiones derivadas de los vehículos dependen de la mezcla de hidrocarburos y del proceso de combustión.

Los insumos que fueron utilizados en el campus de la ESAL-USP generaron 81.72 t CO₂ eq, lo que corresponde al 0.10 % del total de emisiones del alcance 1, de acuerdo con Rodas. (2014), la aplicación de fertilizantes en la agricultura depende del nitrógeno que posee el fertilizante, en cuanto en la universidad donde realizó el estudio generó en el periodo de estudio 5.94 t CO₂ eq ya que los fertilizantes no fueron aplicados en todos los cultivos, sino que se tomó en cuenta la lista de insumos. En cuanto al uso de insumos en el campus de la ESALQ-USP, estos son usados en 10 diferentes departamentos, LFN, ITATINGA-LCF, ANHEMBI-LCF, LGN Y ESTACIÓN ANHUMAS, LPV SECTOR HORTICULTURA, LPV SECTOR AGRICULTURA, LAN, LZT SECTOR SIPOC, LZT SECTOR BOVINOS, DTO. ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA.

Según Mario et al. (2016), en el estudio realizado las actividades provenientes de la pecuaria (ganado, cerdos, otros animales) y fertilizantes para un periodo de 3 años generó el 4.65 % del total de las emisiones, esto debido a que no hubo cambios ni variaciones significativas durante el periodo de estudio. En el campus de la ESALQ-USP, las actividades provenientes de la pecuaria fueron las que mayores emisiones

generaron 76,834.69 t CO₂ eq siendo el 90.59 % del total del alcance 1, ya que las actividades de pecuaria se realizan tanto en las instalaciones de la ESALQ-Departamento de Zootecnia, así como en el Centro de Energía Nuclear en la Agricultura, donde se estudian a los rumiantes con la finalidad de ver cuáles son las cantidades de CH₄ emiten dependiendo el tipo de alimentación que ingieran, de igual manera en el departamento de Zootecnia se estudia las emisiones provenientes de la pecuaria dependiendo de edades, sexo, producción de leche y producción de corte.

4.3. Alcance 2

Las emisiones totales de CO₂ del uso de electricidad en la ESALQ-USP fue alrededor de 6,826.93 tCO₂ eq, como se muestra en la (tabla 45), las instalaciones de la ESALQ-Departamentos contribuyó con 82.85 %, seguido de las instalaciones de la ESALQ-Prefeitura con el 10.35% y el CENA con el 6.80%. El alto porcentaje de las instalaciones de la ESALQ-Departamentos se atribuye a que se encuentran la mayor cantidad de laboratorios, al uso para actividades de clases, además cuenta con salas de conferencias, bibliotecas. De acuerdo con Ridhosari & Rahman, (2020) la gran cantidad de actividades educativas que se realizan en un departamento se relacionan con un alto consumo de energía eléctrica.

Las instalaciones de la ESALQ-Prefeitura es el segundo mayor contribuyente de emisiones de carbono al sector eléctrico. Las actividades están relacionadas principalmente con la administración y el proceso financiero.

En las instalaciones del CENA se generó la menor cantidad de emisiones debido a que cuentan con menor población y 23 laboratorios a diferencia de la ESALQ-Departamentos que cuenta con 140 laboratorios.

4.4. Alcance 3

Común & Saavedra, (2017) determinaron que el alcance 3 generó el 93 % del total de emisiones, donde los estudiantes de pregrado generó la mayor cantidad de emisiones 1, 035. 58 t CO₂ eq el personal administrativo generó 65.53 t CO₂eq, docentes generaron 21.30 CO₂ eq, siendo los estudiantes de posgrado los que menor cantidad

de emisiones generaron 2.11 CO₂ eq, mientras que las emisiones generadas en el campus de la ESALQ-USP fue de 749.25 t CO₂ eq siendo el 0.88% del total. La comparación de este alcance es difícil debido a que, como afirman Güereca et al. (2013), para cada estudio se incluyen diferentes límites, ya que las organizaciones no son responsables de las actividades asociadas a esta agrupación, aunque se vean afectadas indirectamente por ellas.

En el estudio realizado por Moerschbaeche. (2010), en la Universidad Estatal de Luisiana calculó que el alcance 3 presenta 1,2 tCO₂eq/estudiante, esto en gran medida a dos actividades: el transporte de personal y estudiantes y la producción de desechos sólidos en el campus. Existe diferencia en las categorías que fueron registradas en el alcance 3, al igual que el nivel de incertidumbre sobre la información recopilada sobre el comportamiento de los viajes Ozawa-Meida et al. (2013), reportan niveles de incertidumbre de al menos 50 %, causando una alta variación en los resultados que dificulta las comparaciones con otras universidades.

4.5. Huella de carbono per cápita

Para el campus de la ESALQ- USP en comparación con otros campus universitarios. En promedio, esas instituciones tienen 3,1 t CO₂eq/ persona Iriarte et al. (2015). El campus de la ESALQ-USP está por debajo de esta media con 1.95 tCO₂ eq/ persona. Además, se considera que este indicador depende, entre otros factores, de las características y tipos de facultades de la universidad con las que se está estableciendo la relación Iriarte et al. (2015). Para el caso presentado por Larsen et al. (2013) las emisiones de GEI para la Facultad de Ciencias Sociales son de 0,6 tCO₂eq /persona mientras que en la Facultad de Medicina son casi 10,8 tCO₂eq /persona. Los valores de emisión de GEI per cápita del campus de la ESALQ-USP a diferencia de otros campus universitarios se pueden explicar resumiendo las principales condiciones de los alcances. En el alcance 1 se consideró las emisiones provenientes del uso de combustible por la flota propia del campus. En cuanto a las emisiones del alcance 2, al momento del estudio en el campus de la ESALQ-USP, hubo cambio de horario en los meses de octubre a diciembre con la finalidad de reducir el consumo de energía y costos. En cuanto al alcance 3, la principal actividad que se incluye aquí corresponde

al transporte de estudiantes de pregrado y posgrado, docentes y funcionario donde aproximadamente el 79.6 % de la población que respondió la encuesta usa vehículo para transportarse de su casa a la universidad, mientras que el 20.4 % de los encuestados no tiene vehículo, y se transporta en bicicleta o autobús público, de acuerdo con Moore et al. (2010) es un medio de transporte que genera menos emisiones por pasajero que un automóvil. Por otro lado, en la Universidad de Montfort, según Ozawa-Meida et al. (2013), alrededor del 80% de la población utiliza automóviles.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que los gases de efecto invernadero en términos de huella de carbono del campus central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, mediante el uso de la Metodología do GHG Protocol da Agricultura y la Guía Metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones, para el año 2017 generó un total de 84,818.69 tCO₂ eq
- La fuente que genera mayores emisiones, es la pecuaria con 76,834.96 tCO₂ eq, que representa el 90.59% del total, el consumo de energía eléctrica generó para ese periodo un total de 6,826.93 tCO₂ eq correspondiente al 8.05% del total, el transporte externo de estudiantes de pregrado, posgrado, docentes y funcionarios dio como resultado un total de 749.25 tCO₂ eq, siendo el 0.88% del total, el transporte interno (vehículos propios de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) generó 325.83 tCO₂ eq, siendo el 0.38 % del total, y los insumos generaron un total de 81.72 tCO₂ eq, que representa el 0.10 % del total
- Las emisiones del alcance 1 representan mayor proporción de huella de carbono con un total de 77,242.51 tCO₂ eq, siendo el 91.08 % del total, el alcance 2 generó de 6,826.93 tCO₂ eq correspondiente al 8.05% del total, siendo las emisiones del alcance 3 las que menor huella de carbono genera con un total de 749.25 tCO₂ eq, equivalentes al 0.88 % del total
- Este estudio demuestra que el método aplicado puede ser utilizado para evaluar la huella de carbono de cualquier organización como una herramienta efectiva para monitorear los impactos en el calentamiento global y, estipular una dirección para alcanzar los estándares ambientales establecidos

VI. RECOMENDACIONES

- Se debería promover tanto en cada departamento del campus central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, como en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, una conciencia ambiental en los usuarios de vehículos automotores, buscando incrementar el uso de bicicletas y/o otros medios de transporte, o en su defecto el cambio en el uso de combustibles fósiles por combustibles renovables
- En el campus central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, se debería implementar a mayor escala el uso de energías renovables, como paneles solares, energía eólica, para poder reducir el consumo de energía eléctrica
- Aprovechar los residuos (excremento) provenientes de la pecuaria del campus central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz para generar fuentes de energía
- Se recomienda realizar el inventario de gases de efecto invernadero en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, a fin de conocer cuáles son las fuentes que generan mayores emisiones y tomar las acciones correspondientes. Teniendo en cuenta que en el campus UNTRM-A se realiza actividades ganaderas, se sugiere realizar una investigación específica sobre las emisiones de GEI que se genera
- Para futuros estudios, se debería abarcar más fuentes de emisiones, como ejemplo el transporte aéreo, residuos sólidos y líquidos generados, consumo de agua, consumo de papel, pertenecientes al alcance 3 que son emisiones indirectas y que según referencias son las que mayores emisiones generan

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANP-Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. (20 de julio de 2017). *Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis*. Obtenido de <http://www.anp.gov.br/wwwanp/.%20Acesso%20em%20julho%20de%202017>
- Alvarez, S., Blanquer, M., & Rubio, A. (2014). Carbon footprint using the Compound Method based on Financial Accounts . The case of the School of Forestry Engineering , Technical University of Madrid. *Journal of Cleaner Production*, 66, 224–232. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.050>
- Awanthi, M. G. G., & Navaratne, C. M. (2018). Carbon Footprint of an Organization: A Tool for Monitoring Impacts on Global Warming. *Procedia Engineering*, 212, 729–735. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.094>
- CETESB, Alves, J. W. S., & Gonzalez, J. T. V. F. M. P. (2011). Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de SãoPaulo. In *Cetesb* (Vol. 2).
- Común, K. E., & Saavedra, A. M. (2017). *Estimación de la huella de carbono de la comunidad universitaria proveniente de fuentes móviles utilizados para desplazarse hacia la UNALM*. Lima.
- Ebi, K. L., Hallegatte, S., Kram, T., Arnell, N. W., Carter, T. R., Edmonds, J., ... Zwicker, T. (2014). A new scenario framework for climate change research: Background, process, and future directions. *Climatic Change*, 122(3), 363–372. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0912-3>
- ESALQ em números | Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.” (2020). Retrieved January 22, 2020, from <https://www.esalq.usp.br/institucional/esalq-em-numeros>
- FAO-IPCC Manual Estimación GEI. (2014). *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura Un manual para abordar los requisitos*.
- Fry, J., Lenzen, M., Jin, Y., Wakiyama, T., Baynes, T., Wiedmann, T., ... Schandl, H. (2018). Assessing carbon footprints of cities under limited information. *Journal of Cleaner Production*, 176, 1254–1270. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.073>
- GHG Protocol. (2014). Metodologia do GHG Protocol da Agricultura. *Greenhouse Gas Protocol*, 1–54. Retrieved from <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/Metodologia.pdf>

- Güereca, L. P., Torres, N., & Noyola, A. (2013). Carbon Footprint as a basis for a cleaner research institute in Mexico. *Journal of Cleaner Production*, 47, 396–403. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.030>
- Hermosilla Alcaraz, A. (2014). *Huella de Carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena : En Busca de la Ecoeficiencia*. 75.
- Ihobe S.A. (2012). *Guía Metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones*. 106.
- INEI. (2007). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de Base de datos cartográficos del Perú, límites regionales, provincial y distrital. Lima: <https://www.inei.gob.pe/>
- Iriarte, A., Almeida, M., Villalobos, P., & Leonardo, V. (2015). *Evaluation of greenhouse gas emissions and proposals for their reduction at a university campus in Chile*. 108, 924–930. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.073>
- José Chiappetta Jabbour, C. (2010). Greening of business schools: a systemic view. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(1), 49–60. <https://doi.org/10.1108/14676371011010048>
- Larsen, H. N., Pettersen, J., Solli, C., & Hertwich, E. G. (2013). Investigating the Carbon Footprint of a University - The case of NTNU. *Journal of Cleaner Production*, 48, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.007>
- Lynn, J., Araya, M., Christophersen, O., Gizouli, I. El, Hassol, S. J., Konstantinidis, E. M., Tignor, M. (2016). *IPCC Expert Meeting on Communication Edited*. Retrieved from http://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/EMR_COM_full_report.pdf
- Mario, Ó., Nacional, U., Rica, D. C., Chavarría-solera, F., Molina-león, Ó. M., Gamboa-venegas, R., & Rodríguez-flores, J. (2016). *Universidad Nacional de Costa Rica para el periodo 2012-2014 . Rumbo a la carbono neutralidad*. 30.
- MCTI. (2014). *Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil*. 168. Retrieved from http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf
- Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. (2015). Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. *Gobierno de España*, 65.

- Ministério de Minas e Energia. (2011). Retrieved January 21, 2020, from <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/ministerio-de-minas-e-energia>
- Ministério de minas e energia. (2016). Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/ministerio-de-minas-e-energia>
- Moerschbaecher, M., & Jr, J. W. D. (2010). *The Greenhouse Gas Inventory of Louisiana State University* : 2117–2134. <https://doi.org/10.3390/su2072117>
- Monzoni, M., Bhathia, P., & Biderman, R. (2000). *Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol Contabilização , Quantificação e Publicação de Inventários.*
- Moore, A. T., Staley, S. R., & Jr, R. W. P. (2010). The role of VMT reduction in meeting climate change policy goals. *Transportation Research Part A*, 44(8), 565–574. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.03.012>
- Moretti, L., Mandrone, V., D’Andrea, A., & Caro, S. (2018). Evaluation of the environmental and human health impact of road construction activities. *Journal of Cleaner Production*, 172, 1004–1013. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.250>
- MVOTMA. (2002). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.* 2000.
- Ozawa-Meida, L., Brockway, P., Letten, K., Davies, J., & Fleming, P. (2013). Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study. *Journal of Cleaner Production*, 56, 185–198. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.09.028>
- Ridhosari, B., & Rahman, A. (2020). Carbon footprint assessment at Universitas Pertamina from the scope of electricity , transportation , and waste generation : Toward a green campus and promotion of environmental sustainability United Nations for Environmental Protection National Standard of Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, 246, 119172. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119172>
- Rodas, S. (2014). *Estimación y Gestión de la Huella de Carbono del Campus Central de la UNiversidad Rafael Landivar.* 119 p.p. Retrieved from <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/15/Rodas-Sofia.pdf>
- Singh, K., Bhakar, V., Arora, V., & Solanki, P. (2018). Measuring carbon footprint of an Indian university using life cycle assessment. *Procedia CIRP*, 69(May), 475–480. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.111>

- Tello Otrera, H. E. (9 de diciembre de 2017). *Huella de carbono en la Pontificia Universidad Católica del Perú*. Lima. Obtenido de CLIMA DE CAMBIOS DE LA PUCP: <http://www.pucp.edu.pe/climadecambios/la-pucp-frente-al-cambio-climatico/medidas-dentro-del-campus/huella-de-carbono-pucp/>
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. In *Proceedings of the National Academy of Sciences* (Vol. 108). <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>
- UNE-EN-ISO-14064-1:2006. (2015). Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. *Aenor*, (Lima 27).
- Wilkes, A., Reisinger, A., Wollenberg, E., & Van Dijk, S. (2017). *Medición, reporte y verificación de las emisiones de GEI de la ganadería de países en desarrollo de la UNFCCC: prácticas actuales y oportunidades de mejora*. 123. Retrieved from www.ccafs.cgiar.org
- Wintergreen, J., & Delaney, T. (2006). ISO 14064 , International Standard for GHG Emissions Inventories and Verification. *16th Annual International Emissions Inventory Conference, Raleigh, NC., (March), 4*. Retrieved from <http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei16/session13/wintergreen.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario aplicado a la flota de usuarios del campus 'Luiz de Queiroz'

Qual o seu vínculo com o campus Luiz de Queiroz? *

- Graduação
- Pós-graduação
- Docente
- Funcionário técnico-administrativo
- Visitante
- Serviços terceirizados
- Outros...

Que tipo de veículo você utiliza de casa até o campus? *

Caso utilize "carona" considere que você não utiliza veículo

- Carro
- Motocicleta
- Caminhonete
- Ônibus
- Não utilizo veículo
- Bicicleta

Quantas vezes por semana você utiliza veículo motorizado no transporte de casa até o campus? *

- Nenhuma
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Quantas vezes por dia você utiliza veículo motorizado no transporte de casa até o campus? *

- Nenhuma
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Qual o combustível que você mais utiliza em seu veículo? *

- Etanol
- Gasolina
- Diesel
- GNV
- Outros...

Qual o ano do seu veículo? *

Texto de resposta curta

Qual o consumo médio do seu veículo? *

Sugestão de consulta: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas_pbe_veicular.asp
Exemplo: 10 Km/L

Texto de resposta curta

Anexo 2. Datos de consumo de energía eléctrica del campus central.

Localidade mês a mês **Localidade:** Piracicaba
Concessionária: CPFL-Paulista

Conta Mês	Tarifa	N° Contas	Consumo kWh	Gasto R\$	R\$/MWh	Multas R\$				
						Reativos	Demanda	Atraso	Total Multas	% multa
jan/2017	BT-1F	10	1.034	483,11	467,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	18	3.135	1.472,54	469,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	247.352	117.382,99	474,56	354,02	0,00	0,00	354,02	0,30
	TC	1	22.534	10.904,93	483,93	32,87	0,00	0,00	32,87	0,30
	THS Verde	42	633.301	297.412,63	469,62	3.355,63	1.784,20	349,48	5.489,31	1,85
Total mês		170	907.356	427.656,20	471,32	3.742,52	1.784,20	349,48	5.876,20	1,37
fev/2017	BT-1F	10	1.116	506,13	453,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	18	3.536	1.504,72	425,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	268.091	124.851,34	465,71	352,94	0,00	0,00	352,94	0,28
	TC	1	22.674	10.792,62	475,99	25,26	0,00	0,00	25,26	0,23
	THS Verde	42	669.998	300.424,42	448,40	2.838,15	1.005,64	0,00	3.843,79	1,28
Total mês		170	965.415	438.079,23	453,77	3.216,35	1.005,64	0,00	4.221,99	0,96
mar/2017	BT-1F	10	1.423	663,84	466,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	18	4.317	1.966,72	455,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	306.444	146.393,40	477,72	446,14	0,00	6,37	452,51	0,31
	TC	1	24.634	11.768,62	477,74	37,76	0,00	0,00	37,76	0,32
	THS Verde	42	753.956	340.516,01	451,64	3.112,46	1.946,40	649,88	5.708,74	1,68
Total mês		170	1.090.774	501.308,59	459,59	3.596,36	1.946,40	656,25	6.199,01	1,24
abr/2017	BT-1F	10	1.192	526,57	441,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	19	3.789	1.619,08	427,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	288.266	130.668,66	453,29	369,98	0,00	0,00	369,98	0,28
	TC	1	23.569	10.619,03	450,55	26,50	0,00	0,00	26,50	0,25
	THS Verde	42	747.797	337.617,17	451,48	2.974,53	738,79	298,35	4.011,67	1,19
Total mês		171	1.064.613	481.050,51	451,85	3.371,01	738,79	298,35	4.408,15	0,92

mai/2017	BT-1F	10	1.081	398,73	368,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	19	3.737	1.555,90	416,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	268.622	108.828,91	405,14	312,94	0,00	0,00	312,94	0,29
	TC	1	22.458	9.016,40	401,48	22,70	0,00	0,00	22,70	0,25
	THS Verde	42	653.442	269.192,14	411,96	2.384,90	575,12	0,00	2.960,02	1,10
	Total mês	171	949.340	388.992,08	409,75	2.720,54	575,12	0,00	3.295,66	0,85
<hr/>										
jun/2017	BT-1F	10	1.045	463,11	443,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	19	3.140	1.439,80	458,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	260.940	118.905,47	455,68	315,23	0,00	0,00	315,23	0,27
	TC	1	20.890	10.317,37	493,89	21,96	0,00	0,00	21,96	0,21
	THS Verde	42	586.159	282.284,33	481,58	2.791,54	66,36	0,00	2.857,90	1,01
	Total mês	171	872.174	413.410,08	474,00	3.128,73	66,36	0,00	3.195,09	0,77
<hr/>										
jul/2017	BT-1F	10	1.024	430,65	420,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	19	3.342	1.441,80	431,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	240.543	103.993,26	432,33	297,40	0,00	0,00	297,40	0,29
	TC	1	21.811	10.031,19	459,91	24,43	0,00	0,00	24,43	0,24
	THS Verde	42	611.976	274.770,21	448,99	3.107,59	188,25	0,00	3.295,84	1,20
	Total mês	171	878.697	390.667,11	444,60	3.429,42	188,25	0,00	3.617,67	0,93
<hr/>										
ago/2017	BT-1F	10	1.090	470,56	431,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	19	4.168	1.852,99	444,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	231.785	103.125,19	444,92	315,84	0,00	0,00	315,84	0,31
	TC	1	19.673	9.660,15	491,02	15,11	0,00	0,00	15,11	0,16
	THS Verde	42	577.963	271.945,95	470,53	2.912,52	407,44	0,00	3.319,96	1,22
	Total mês	171	834.679	387.054,84	463,72	3.243,47	407,44	0,00	3.650,91	0,94
<hr/>										
set/2017	BT-1F	10	1.324	584,09	441,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	BT-2F	19	3.297	1.460,15	442,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	265.818	119.975,27	451,34	395,66	0,00	0,00	395,66	0,33
	TC	1	23.344	10.960,04	469,51	18,63	0,00	0,00	18,63	0,17
	THS Verde	42	657.013	303.235,73	461,54	3.302,69	146,89	0,00	3.449,58	1,14
Total mês		171	950.795	436.215,28	458,79	3.716,98	146,89	0,00	3.863,87	0,89
<hr/>										
out/2017	BT-1F	10	1.178	518,21	439,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	19	4.877	2.197,76	450,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	269.163	121.454,98	451,23	380,51	0,00	0,00	380,51	0,31
	TC	1	22.610	10.692,41	472,91	13,04	0,00	0,00	13,04	0,12
	THS Verde	42	672.924	315.110,07	468,27	2.892,16	3.080,75	0,00	5.972,91	1,90
Total mês		171	970.751	449.973,43	463,53	3.285,71	3.080,75	0,00	6.366,46	1,41
<hr/>										
nov/2017	BT-1F	10	1.274	583,47	457,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	19	4.203	1.960,07	466,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	99	288.287	135.469,64	469,91	415,41	0,00	0,00	415,41	0,31
	TC	1	24.839	11.858,96	477,42	17,80	0,00	0,00	17,80	0,15
	THS Verde	42	713.161	337.024,20	472,58	2.873,69	2.767,41	0,00	5.641,10	1,67
Total mês		171	1.031.764	486.896,34	471,91	3.306,90	2.767,41	0,00	6.074,31	1,25
<hr/>										
dez/2017	BT-1F	10	1.245	569,37	457,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-2F	19	5.062	2.329,57	460,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BT-3F	100	285.743	133.668,89	467,79	424,69	0,00	0,00	424,69	0,32
	TC	1	25.283	12.057,66	476,91	13,25	0,00	0,00	13,25	0,11
	THS Verde	43	771.055	360.676,07	467,77	3.146,75	3.262,70	0,00	6.409,45	1,78
Total mês		173	1.088.388	509.301,56	467,94	3.584,69	3.262,70	0,00	6.847,39	1,34
<hr/>										
Total anual		2051	11.604.747	5.310.605,25	457,62	40.342,68	15.969,95	1.304,08	57.616,71	1,08

Anexo 3. Solicitud de datos de animales ruminantes al departamento de Zootecnia.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"



Av. Pádua Dias, 11 • Caixa Postal 9 • Cep 13418-900 • Piracicaba, SP - Brasil
Fone (19) 3429-4100 • Fax (19) 3422-5925
<http://www.esalq.usp.br>

Piracicaba, 11 de dezembro de 2018.

Ref.: Solicitação de dados de animais ruminantes para fins cálculos de emissão de gases do efeito estufa do campus "Luiz de Queiroz"

Prezados/as Senhores,

Tendo em vista a declaração das políticas ambientais para os campi firmadas em 2018, a partir da Superintendência de Gestão Ambiental da Universidade de São Paulo, foi determinada a ação de grupos de trabalhos, visando atingir objetivos para a manutenção da sustentabilidade (RESOLUÇÃO Nº 7465 de 11/01/2018 - USP). Uma das ações difundidas é o inventário das emissões de gases efeito estufa, diagnóstico base na elaboração de novas diretrizes e indicadores para a mitigação de GEE na instituição. Para a realização deste inventário, torna-se imprescindível a quantificação de emissões por parte dos animais ruminantes.

Sendo assim, para o estudo de emissões de gases efeito estufa referente aos animais ruminantes do campus "Luiz de Queiroz" são requeridas as seguintes informações:

- Número total de animais
- Número total de fêmeas (idade em meses)
- Número total de machos (idade em meses)
- Número total de lactantes
- Número total de reprodutores
- Peso do animal
- Produção de leite (kg/cabeça/dia)
- Ganho de peso do animal jovem (kg/cabeça/dia)

Desde já agradecemos todo o apoio e nos colocamos a disposição.

Atenciosamente,

Carlos Eduardo P. Cerri/LSO/ESALQ
Orientador do Projeto de Inventário das Emissões de Gases do Efeito
Estufa do campus "Luiz de Queiroz"

Anexo 4. Declaração de aceitação



Universidade de São Paulo
Programa USP Recicla da Pedagogia à Tecnologia
Campus "Luiz de Queiroz"

Piracicaba, 28 de outubro de 2018

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que a estudante de Engenharia Ambiental, **CLARA NELY CAMPOS QUIRÓZ**, da Universidade Nacional de Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas, Peru, vem realizando atividades de estágio junto ao Programa USP Recicla e Plano Diretor Socioambiental do campus Luiz de Queiroz, com início em setembro e finalização prevista para dezembro de 2018.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ana Maria Meira de Lello".

Ana Maria de Meira
Educadora Ambiental
USP Recicla Campus "Luiz de Queiroz"
Mestrado USP 132748

Ana Maria Meira de Lello
Educadora Ambiental do Programa USP Recicla

