

UNIVERSIDAD  
**CIENTÍFICA**  
DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO:  
COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS DE CULTIVO ORGÁNICO Y  
CONVENCIONAL DE CACAO DE HUICUNGO, MARISCAL  
CÁCERES, SAN MARTÍN, PERÚ, 2018”

Tesis para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Edgard Ilich Israel Rivas Galindez

Asesor:

Ing. Ana Georgina Terrazos Aguilar

Mg. Santiago Hilarión Pastor Soplín

Lima – Perú

2020

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 29 de mayo de 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dra. Susan Mery Medina Canzio	<input type="checkbox"/>
Miembro: Mg. Armando Jesús Edilberto Vélez Azañero	
Miembro: Mg. Mirtha Rosario Nazario Ramirez	

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

Comparación de las emisiones de efecto invernadero en cultivos de manejo orgánico y cultivo de manejo convencional de cacao (*Thebroma cacao*) en Huicungo, Mariscal Cáceres, San Martín, Perú en el 2018

Presentada por el bachiller:

- Edgard Ilich Israel Rivas Galindez

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por:

- Ing. Ana Georgina Terrazos Aguilar
- Mg. Santiago Hilarión Pastor Soplin (Co-Asesor)

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime ( x ) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesis: Edgard Ilich Israel Rivas Galindez			Nota (en letras): Dieciocho	
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( x )	Desaprobado ( )	

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



**Dra. Susan Mery Medina Canzio**  
Presidente del Jurado



**Ing. Ana Georgina Terrazos Aguilar**  
Asesora



**Mg. Mirtha Rosario Nazario Ramirez**  
Miembro 1



**Ing. Santiago Hilarión Pastor Soplin**  
Co-Asesor



**Mg. Armando Jesús Edilberto Vélez Azañero**  
Miembro 2

T // (511) 610 6738  
informes@cientifica.edu.pe  
cientifica.edu.pe

## DEDICATORIA

Este trabajo investigativo se lo dedico a todos quienes me acompañaron en este camino, quienes me escucharon, ayudaron y hasta dieron palabras de aliento. Además, quiero dedicarlo a mí mismo, como muestra que sí se pudo, y que esto quede para todo quien lo lea.

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a la Cooperativa Agraria Cacaotera - ACOPAGRO por financiar este proyecto y por el apoyo brindado en la realización del mismo, además de permitirme formar parte de su equipo y aprender de ellos. Igualmente agradecer a los revisores pares, jurados, y editores de esta revista por sus comentarios, que ayudaron a mejorar este trabajo. Por último, pero no menos importante a mi hermana, mi cuñado, mis padres, tíos y amigos que estuvieron allí junto a mí para muchas veces ayudarme a continuar y hacerme ver la luz en épocas difíciles.

## INDICE GENERAL

Resumen .....	9
Abstract.....	10
1. Introducción .....	11
2. Materiales y métodos .....	14
3. Resultados .....	17
4. Discusión.....	19
5. Conclusiones .....	23
Agradecimientos.....	24
Referencias bibliográficas .....	24
Apéndices .....	30

## Resumen

Este estudio se llevó a cabo en el distrito de Huicungo, Mariscal Cáceres, San Martín, Perú. Se midieron y compararon las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de ocho fincas cacaoteras (*Theobroma cacao*) con dos distintos tipos de sistemas de manejo de cultivos, orgánico y convencional. La metodología utilizada fue “PAS 2050”, y se levantó información mediante visitas a campo y encuestas personales. Utilizando el software Cool Farm Tools se obtuvo como resultado que no hubo diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, sí a nivel cualitativo. Para las emisiones por hectárea y por unidad productiva se encontró que las fincas orgánicas, como sumidero, fijaron casi dos y tres veces más que sus contrapartes convencionales. Además, se encontró que la mayor fuente de emisión fue el manejo y disposición de residuos, cuyo valor máximo fue de 9,22 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao (aunque paralelamente existen valores negativos, dado al sumidero de carbono por la gran cantidad de árboles aledaños a la zona de cultivo, con un valor máximo de -61,40 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao). Esto representa -aunque no se encuentren diferencias significativas- que hay oportunidades de mejora con respecto a las prácticas actuales en las haciendas, tal y como es reducir las emisiones a través de un mejor plan de manejo de residuos. En cuanto a otros beneficios, se proyectó un escenario en el que todos los productores de cacao pasaran al manejo orgánico, obteniéndose: (i) 20% más de rendimiento, y se reflejaría en unos ingresos de más de (ii) 30 Millones de Soles para los productores de Huicungo.

**Palabras clave:** Cambio climático; *Theobroma cacao*; manejo de cultivos orgánico y convencional; sostenibilidad; CO<sub>2</sub>; agricultura.

## ABSTRACT

This study was conducted in the district of Huicungo, Mariscal Cáceres, San Martín, Perú. The Green House Gases emissions of eight cacao (*Theobroma cacao*) farms with two different types of crop management systems, conventional and organic, were measured and compared. The used methodology was PAS 2050, and the data was collected via field visits and personal interviews. The information was processed next, using the Cool Farm Tools software which resulted in that there were no significant differences found between both management systems, but there were indeed on a qualitative level. It was found that the emissions per hectare and productive unit, as a sink, fixed almost twice and three times what their conventional counterparts did. It was found that in the majority of the analyzed farms, the residue management and disposal were the highest sources of emissions, having 9.22 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao as the highest obtained value (although there are negative values, due to the carbon sink, because of the high density of trees surrounding the crop, the lowest obtained value is -61,40 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao). This means -although no significant differences were found- that there is room to improve the current practices in the farm, such as trying to reduce waste management emissions with a better waste management plan. Regarding other possible benefits, through a projection, it was found that if all farmers would rotate to organic crop management, they would obtain: (i) 20% more yield, reflecting on the earning of around (ii) 30 Million Soles for Huicungo's cacao farmers.

**Keywords:** Climate change; *Theobroma cacao*; organic and conventional crop management; sustainability; CO<sub>2</sub>; agriculture.

I. ARTÍCULO ENVIADO A PUBLICAR

Título: Emisión de Gases de Efecto Invernadero: comparación entre métodos de cultivo orgánico y convencional de cacao en Huicungo, Mariscal Cáceres, San Martín, Perú, 2018

Afiliaciones: Universidad Agraria La Molina

Revista: Scientia Agropecuaria

Enlace de la revista: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/index>

Autor de correspondencia: Edgard Ilich Israel Rivas Galindez

**Emisión de Gases de Efecto Invernadero: comparación entre métodos de cultivo orgánico y convencional de cacao en Huicungo, Mariscal Cáceres, San Martín, Perú, 2018**

**Greenhouse Gases emission: comparison between organic and conventional cacao crop management systems in Huicungo, Mariscal Caceres, San Martín, Peru, 2018**

Ilich Rivas<sup>1\*</sup>, Ana Terrazos<sup>1,2</sup>, Santiago Pastor<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur Av. Antigua Carretera Panamericana Sur km 19 Villa El Salvador. - Lima 42, Perú. [ilichrivas@hotmail.com](mailto:ilichrivas@hotmail.com). ORCID ID: 0000-0003-3868-8667.

Ingeniería Ambiental. Facultad de ciencias ambientales, Universidad Científica del Sur Av. Antigua Carretera Panamericana Sur km 19 Villa El Salvador. - Lima 42, Perú. [ana.terrazos@gmail.com](mailto:ana.terrazos@gmail.com)

<sup>2</sup>Consultora independiente. [ana.terrazos@gmail.com](mailto:ana.terrazos@gmail.com). ORCID ID: 0000-0003-0342-2447.

<sup>3</sup>Programa Cacao. Ingeniería Agroforestal. Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur. Antigua Carretera Panamericana Sur km 19 Villa El Salvador. - Lima 42, Perú.

[spastor@ucientifica.com](mailto:spastor@ucientifica.com). ORCID ID: 0000-0001-7109-417X.

## Resumen

Este estudio se llevó a cabo en el distrito de Huicungo, Mariscal Cáceres, San Martín, Perú. Se midieron y compararon las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de ocho fincas cacaoteras (*Theobroma cacao*) con dos distintos tipos de sistemas de manejo de cultivos, orgánico y convencional. La metodología utilizada fue “PAS 2050”, y se levantó información mediante visitas a campo y encuestas personales. Utilizando el software Cool Farm Tools se obtuvo como resultado que no hubo diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, sí a nivel cualitativo. Para las emisiones por hectárea y por unidad productiva se encontró que las fincas orgánicas, como sumidero, fijaron casi dos y tres veces más que sus contrapartes convencionales. Además, se encontró que la mayor fuente de emisión fue el manejo y disposición de residuos, cuyo valor máximo fue de 9,22 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao (aunque paralelamente existen valores negativos, dado al sumidero de carbono por la gran cantidad de árboles aledaños a la zona de cultivo, con un valor máximo de -61,40 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao). Esto representa -aunque no se encuentren diferencias significativas- que hay oportunidades de mejora con respecto a las prácticas actuales en las haciendas, tal y como es reducir las emisiones a través de un mejor plan de manejo de residuos. En cuanto a otros beneficios, se proyectó un escenario en el que todos los productores de cacao pasaran al manejo orgánico, obteniéndose: (i) 20% más de rendimiento, y se reflejaría en unos ingresos de más de (ii) 30 Millones de Soles para los productores de Huicungo.

**Palabras clave:** Cambio climático; *Theobroma cacao*; manejo de cultivos orgánico y convencional; sostenibilidad; CO<sub>2</sub>; agricultura.

### Abstract

This study was conducted in the district of Huicungo, Mariscal Cáceres, San Martín, Perú. The Green House Gases emissions of eight cacao (*Theobroma cacao*) farms with two different types of crop management systems, conventional and organic, were measured and compared. The used methodology was PAS 2050, and the data was collected via field visits and personal interviews. The information was processed next, using the Cool Farm Tools software which resulted in that there were no significant differences found between both management systems, but there were indeed on a qualitative level. It was found that the emissions per hectare and productive unit, as a sink, fixed almost twice and three times what their conventional counterparts did. It was found that in the majority of the analyzed farms, the residue management and disposal were the highest sources of emissions, having 9.22 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao as the highest obtained value (although there are negative values, due to the carbon sink, because of the high density of trees surrounding the crop, the lowest obtained value is -61,40 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao). This means -although no significant differences were found- that there is room to improve the current practices in the farm, such as trying to reduce waste management emissions with a better waste management plan. Regarding other possible benefits, through a projection, it was found that if all farmers would rotate to organic crop management, they would obtain: (i) 20% more yield, reflecting on the earning of around (ii) 30 Million Soles for Huicungo's cacao farmers.

**Keywords:** Climate change; *Theobroma cacao*; organic and conventional crop management; sustainability; CO<sub>2</sub>; agriculture.

## 1. Introducción

El manejo orgánico de los cultivos tiene diversos beneficios para el ambiente, entre ellos está la sostenibilidad, la calidad de suelo, del agua y del aire, la mayor presencia de biodiversidad, y mejores servicios ecológicos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018). La sostenibilidad se define como: “el satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin perjudicar la posibilidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas” (Commission on Environment, 1987; Ministerio del Ambiente [Minam], 2012). Relacionándose con el manejo orgánico de cultivos dado que este se enfoca en la intervención del sistema agrícola a mediano y largo plazo, brindando un balance entre producción y ecología para evitar problemas tal y como es la infertilidad del suelo, plagas y enfermedades (FAO, 2018). En segundo lugar, se encuentra que la calidad de suelo, agua y aire, no son tan afectadas en los cultivos de manejo orgánico a diferencia de cuando son manejados de manera convencional, dado el uso masivo de agroquímicos y/o maquinaria pesada.

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) más importantes son principalmente cinco: Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ ), Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), gases fluorados y Vapor de Agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Estos al llegar a la atmósfera no permiten que el calor escape (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA], s/f; Brander, 2012), estabilizando la temperatura para que permita la vida (Kewku, 2018). Los GEI pueden existir en la atmósfera por distintos periodos temporales y absorber diferentes cantidades de calor (Brander, 2012), por lo que es necesario que se pasen todos a una misma unidad:  $\text{CO}_2\text{e}$ , cuyo GWP es igual a 1.

Se observa, a nivel global y en base a actividades antropogénicas, cómo han aumentado las concentraciones de CO<sub>2</sub> a lo largo de los años: para el 1700 (previo a la revolución industrial) esta se encontraba en un valor aproximado de 278 partes por millón (ppm; Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC], 2007). En 1850 (luego de la revolución industrial) alcanzó un valor de 285,2 ppm (Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio [NASA], 2012), incrementando en un 2.6%. En noviembre del 2019, alcanzó un nivel global de 410,88 ppm, representando un aumento de casi un 50% (Administración Oceánica y Atmosférica Nacional de Estados Unidos [NOAA], 2020).

A causa de actividades relacionadas al Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS), como la deforestación, se generan variaciones en las reservas de los depósitos de carbono, liberando los GEI al ambiente (GTM-NDC, 2018). En el marco nacional, para el 2014, son estas actividades que representan un 45% de las emisiones, que en conjunto con las de actividades agrícolas representan el 60,6% del total de emisiones en el Perú (Minam, 2019).

El cacao está pasando por un déficit mundial (Organización Internacional del Cacao [Icco], 2016), al haber una menor oferta el precio se incrementa. Sin embargo, según Portalanza, *et al* (2019) este ha aumentado su producción sostenidamente desde 1960, pasando desde 1,2 a 4,6 Millones de toneladas de los años 1961 al 2013, respectivamente, presentando además un incremento anual de 5,5%. A nivel internacional la tendencia de los precios del cacao para la campaña 2018-2019 permaneció incierta, se preveía un aumento en la producción hasta que las condiciones atmosféricas secas y calurosas afectaron la fase intermedia y final de producción de cacao de este año (Ministerio de Agricultura y Riego [Minagri], 2019).

En el caso particular de Perú, el cacao en grano fermentado seco se encontraba en la cuarta posición de productos exportados no tradicionales agropecuarios para julio del 2017. Del mes de julio del 2016 a julio del 2017, el cacao presentó una caída en su aporte nacional, pasando de 19,6 a 12,4 Millones de dólares americanos, significando una variación de -36,6%. (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2017). Sin embargo, se observó una mejora sostenida en los precios entre el periodo de marzo a junio del 2019, llegando a 2 409 \$/t (Minagri, 2019). Además, se ha visto un aumento en superficie cosechada dedicada al cacao, pasando de 5 600 a 145 169 ha desde 1961 al 2017 (FAO, 2019), de las cuales 54 159 ha (equivaliendo al 37% de la superficie nacional dedicada al cacao) corresponden a la región de San Martín (Minagri, s/f).

En ese sentido, a nivel nacional y ya desde hace 10 años, la producción del cacao tiene una tasa promedio de aumento anual de 15,6%. Sin embargo, durante el periodo de enero a junio del 2019, las exportaciones de cacao a comparación con las del mismo periodo del 2018, alcanzaron los 120,8 Millones de dólares. Estas fueron menores en un 1%, probablemente debido a la baja de precios de cacao en grano (-14%), aún considerando el incremento de las exportaciones en un 0,2%. Se entiende que se debe promover un cultivo “amigable con el ambiente”, contribuyendo en conjunto a la sociedad y a la economía (Minagri, 2019). En concordancia para la región de San Martín, se ve un aumento en la producción de cacao desde el año 2000 al 2018, pasando de 1 113 a 56 136 t, un crecimiento porcentual total de 192% en 18 años y uno anual promedio de 21% (Minagri, s.f.).

Este estudio se presta para fomentar los cultivos sostenibles y a su vez rentables, con el fin de minimizar efectos negativos de prácticas de cultivo mal manejadas, por el bien del ambiente, generaciones actuales y las que están por venir. Sobre todo, considerando la importancia vital del cacao en países productores como actividad económica (generadora

de empleos), social (promotora de la ocupación de territorios), cultural, ambiental (creadora de espacios de diversidad biológica) y política (como medio que brinda paz y buena gobernanza de campo; Miranda, 2016), llevado a cabo principalmente como dinámica familiar. Además, dicho tipo producto está contemplado dentro de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC). En ese sentido: (i) se promueve el cambio de cultivos de arroz a perennes a una ratio de 300 ha anuales; (ii) se tienen identificadas 25 000 ha de cultivos de cacao (en proceso de renovación o rehabilitación) en donde se implementarán medidas de manejo sostenible; y (iii) se tiene previsto el desarrollo de una Acción Nacional Apropriada de Mitigación (NAMA) de cacao, planteándose intervenir 59 895 ha de pastos degradados y transformarlas cacao, a fin de acumular una mayor cantidad de carbono dentro de un sistema agroforestal (GTM-NDC, 2018).

Como objetivo de este trabajo, se compararon las emisiones de GEI de dos métodos de manejo de cultivos de cacao en el Perú, específicamente el método (i) orgánico y (ii) convencional.

## **2. Materiales y métodos**

El estudio se desarrolló en el distrito de Huicungo, provincia de Mariscal Cáceres, Región de San Martín. Se utilizó la metodología de inventario de GEI, según la norma PAS 2050, (British Standard Institution [BSI], 2011) en marco de la norma International Standarization Organization (ISO) 14064-2006. Esto basado en la importancia económica del cacao y su gran representación comercial a nivel nacional (Miranda, 2016) e internacional, y con la necesidad de mitigar emisiones de carbono contribuyentes al Cambio Climático, problema de índole ambiental, social y económico de gran envergadura (Brath, *et al.*, 2015) y de carácter global.

Se realizaron encuestas personales (una por finca), consistiendo de cuatro apartados: (i) “Cultivo”, conteniendo información general sobre el cultivo, su manejo y producción; (ii) “Carbono”, requiriendo información sobre el terreno antes de ser transformado en tierra de cultivo, plantaciones forestales que lo rodeen y algunas de sus características; (iii) “Energía”, fuente energética utilizada para las actividades relacionadas al manejo de la finca o cultivo; (iv) “Transporte”, especificaciones de los métodos de transporte para ingreso y salida de productos. Luego los datos fueron sistematizados y procesados con el programa en línea “Cool Farm Tool” (Cool Farm Alliance, 2016), con el que fueron cuantificadas las emisiones GEI para cada tipo de manejo correspondiente.

Asimismo, fue necesario realizar un muestreo de suelos para determinar las propiedades físicas del mismo. La clase textural es uno de los factores más importantes en relación a la emisión y sumidero de CO<sub>2</sub>, debido a la microporosidad de las partículas de suelo, como la encontrada en los suelos de mayor porcentaje arcilloso, cuyos poros albergan gases que son liberados al removerse (Carbonell-Bojollo, *et al*; 2012), además de afectar la producción biogénica de gases (Yang, Fan y Jones; 2018). Los análisis fueron llevados a cabo en el laboratorio de análisis de suelos de la estación experimental de Nueva Cajamarca (La Rioja, San Martín). Para esto se tomó como ejemplo la metodología según el trabajo de Arévalo-Gardini, *et al* (2015), en el que tomó 10 submuestras en zigzag con un tubo de acero inoxidable de 2 cm de diámetro y 80 cm de largo, que sumadas harían una muestra compuesta de 1 kg en parcelas acomodadas de 60 m<sup>2</sup>.

Por lo tanto, se tomaron 10 submuestras de suelo por parcela de cacao tomadas en zigzag a lo largo de la misma. Estas 10 submuestras sumarían una “muestra compuesta” de 1kg, por parcela. Luego a estas muestras se le removieron a mano: pequeñas ramas, hojarasca, insectos y demás. Posteriormente, fueron dejadas secar al aire, en el interior de una oficina cerrada, en pilas individuales, rotuladas con el nombre del dueño de la finca, entre 48 a

96 horas, hasta que las muestras estuvieran secas al tacto (Department of Environment, 2014). Finalmente, se las colocó en bolsas individuales (una por muestra), rotuladas correspondientemente con el nombre del dueño de la finca, y se enviaron vía terrestre al laboratorio.

La cantidad de encuestas fue determinada en base a la fórmula estadística de cálculo de tamaño de muestra ( $n$ ):

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N - 1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

Con un tamaño poblacional ( $N$ ) para productores orgánicos ( $N_O$ ) y convencionales ( $N_C$ ), de  $N_O = 74$  y  $N_C = 64$ , con un nivel de confianza de 75% y su constante  $k = 1,15$ , un margen de error  $e = 27\%$ , probabilidad de éxito  $p = 0,5$  y de fracaso  $q = 0,5$ ; obteniendo así un tamaño de muestra de fincas cacaoteras orgánicas ( $n_o$ ) y convencionales ( $n_c$ ), de  $n_o = 4$  y  $n_c = 4$ .

Estas fueron seleccionadas considerando la factibilidad de la ruta, de acuerdo a las fincas por visitar por día y la facilidad de recopilación de data *in situ*. Posterior a ello, luego de la obtención de los resultados, se procesaron y se realizó una prueba de T de Student para muestras independientes entre las emisiones totales por unidad, de fincas orgánicas y convencionales, utilizando SPSS (versión 26,0).

Cabe aclarar que, dentro de las ocho fincas seleccionadas en total, a dos de ellas (una por cada tratamiento) le faltaba la data correspondiente a los Diámetros a la Altura del Pecho (DAP) de los árboles encontrados aledaños a las parcelas de cacao. Por lo que, se utilizaron los promedios de las otras tres fincas por tratamiento respectivo para aproximar esta información. Cabe destacar que, estos promedios fueron obtenidos luego de multiplicar la cantidad de árboles por sus DAPs.

### 3. Resultados

En base a las ocho fincas evaluadas (Tabla 1) se observa que el rango de emisiones por hectárea para las de tratamiento convencional se encuentra entre los -18 787 a 1 097 kgCO<sub>2</sub>eq/ha, mientras que para las orgánicas entre -31 083 a -171.5 kgCO<sub>2</sub>eq/ha. Sus medias respectivas son -12 037,5 y -23 449,13 kgCO<sub>2</sub>eq/ha, y se observa una capacidad de sumidero de carbono casi dos veces mayor por hectárea para las fincas de tratamiento orgánico. Para las emisiones por unidad del tratamiento convencional (Tabla 1), como lo propuesto por Ntiamoah y Afrane (2007), se encuentran en los rangos de -20 a 0,5 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao, y las orgánicas entre -66 a -20 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao. Sus medias respectivas son -11,26 y -31,06 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao, y se observa una capacidad de sumidero casi tres veces mayor por kilogramo de granos de cacao para las fincas de tratamiento orgánico. Esto determinaría en primera instancia que, en promedio, las fincas orgánicas tienen un menor nivel de emisión en comparación con las convencionales. Aun así, posterior a ser procesada la data, fue revelado que no existen diferencias significativas, entre tipos de tratamiento (orgánico y convencional; Tabla 2). En correspondencia, se observa en la Figura 1 que, para las fincas convencionales la mayoría de datos se encuentran sobre la media, a diferencia de las orgánicas, que se encuentran por debajo de ella, sin encontrarse diferencias significativas.

**Tabla 1.** Resultados de emisiones de dióxido de carbono equivalente por hectárea y por kilogramo de granos de cacao, respectivamente

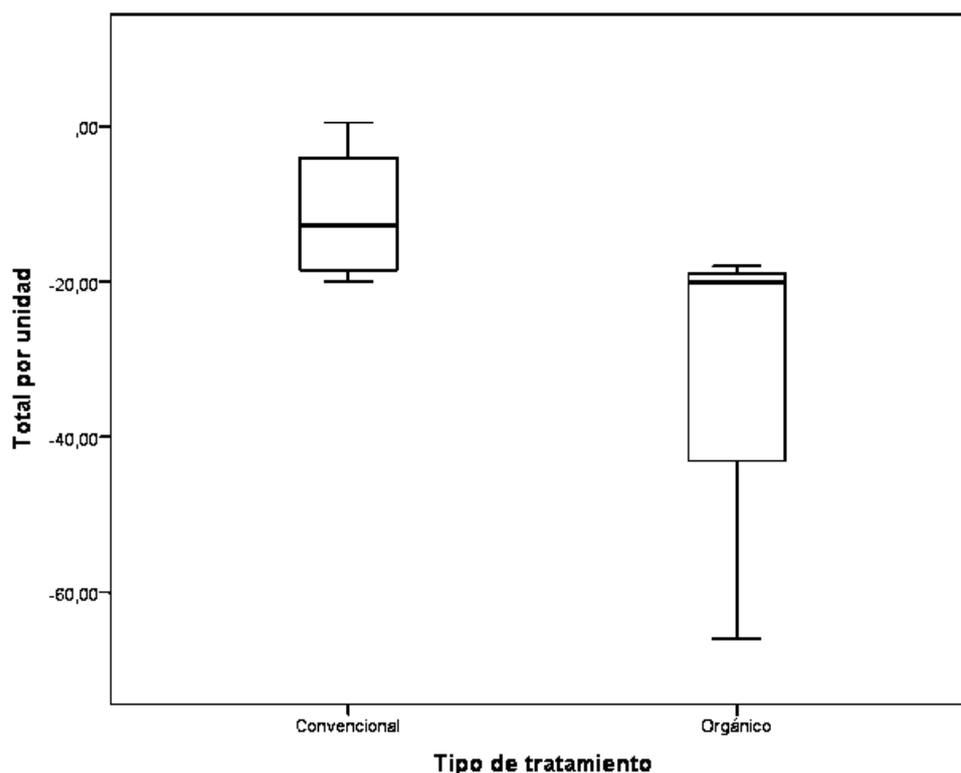
Nombre	Convencional		Nombre	Orgánico	
	Por hectárea (kgCO <sub>2</sub> eq/ha)	Por unidad (kgCO <sub>2</sub> e/kg)		Por hectárea (kgCO <sub>2</sub> eq/ha)	Por unidad (kgCO <sub>2</sub> e/kg)
C1	-18,787	-8,54	O1	-171,5	-66
C2	-14,728	-17	O2	-22,432	-18
C3	-15,758	-20	O3	-31,083	-20

C4      1,097      0.5      O4      -15,768      -20,24  
Elaboración propia

**Tabla 2.** Prueba de muestras independientes entre tratamientos, por unidad productiva

		<b>Prueba T para la igualdad de medias</b>		
		<b>Sig.</b>	<b>Diferencia de</b>	<b>Error típ. de la</b>
		<b>(bilateral)</b>	<b>medias</b>	<b>diferencia</b>
<b>Total por</b>	Se han asumido	,165	19,80000	12,53593
	varianzas iguales			
<b>unidad</b>	No se han asumido	,191	19,80000	12,53593
	varianzas iguales			

Elaboración propia



**Figura 1.** Gráfico de cajas y bigotes de total de emisiones por unidad productiva, por tratamiento respectivo. Elaboración propia.

En siete de las ocho haciendas de donde se levantó data fue encontrado que la mayor fuente de emisión es el manejo de residuos, con un valor máximo de 9,22 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao y un mínimo de 0,37 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao, con el resto rondando entre 0,37 y 0,90 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao. En cambio, se tuvo que todos presentaron valores negativos de emisión para los cambios de stock de carbono, con el menor valor siendo -0,19 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao y el mayor de estos fue de -67,40 kgCO<sub>2</sub>eq/kgCacao.

Cabe resaltar, en cuanto al rendimiento (kg/ha), se observó (Tabla 3) que los cultivos orgánicos presentan un mayor promedio de producción por superficie de cosecha. Las fincas de tratamiento convencional presentan un rendimiento promedio de 1 525 kg/ha, mientras que las orgánicas 1 855,77 kg/ha, representando un 20% más de eficiencia a favor de las últimas mencionadas.

**Tabla 3.** Resultados rendimiento por tratamiento

Convencional				Orgánico			
Nombre	Área	Producción	Rendimiento	Nombre	Área	Producción	Rendimiento
	(ha)	(kg)	(kg/ha)		(ha)	(kg)	(kg/ha)
C1	2	4 400	2 200	O1	4	10 369	2592,25
C2	10	8 500	850	O2	2	2 517	1 258,5
C3	2	1 600	800	O3	3	4 773	1 591
C4	2	4 500	2 250	O4	1,5	2 972	1 981,33
<b>Media</b>			1 525	<b>Media</b>			1 855,77

Elaboración propia

#### 4. Discusión

El estudio de Ortiz-Rodríguez, *et al* (2016) llevado a cabo en haciendas cacaoteras en Colombia que, en contraste con el presente estudio, fue llevado a cabo tomando en cuenta fincas de cuatro departamentos diferentes. Así pudiéndose brindar una mejor representación sobre el nivel nacional. Se encuentra que de igual manera que no hay

diferencias significativas entre ambos tipos de manejo de cultivos de cacao (Ortiz-Rodríguez, *et al*; 2016). Sin embargo, se recalca que dejar las cáscaras de cacao sobre el suelo sin ninguna preparación es responsable del 85% de las emisiones en ambas tecnologías; comportamiento también observado en la mayoría de sitios visitados para este estudio, ocho y seis haciendas de tratamiento orgánico y tradicional, respectivamente. De las haciendas utilizadas para el análisis estadístico se tiene que dos de las convencionales y tres de las orgánicas presentan este tipo de manejo de residuos.

De acuerdo al estudio de Segura y Andrade (2012) en el que se quiso determinar la huella de carbono de la producción de café según distintos tipos de certificaciones, entre ellas la orgánica y convencional, de nueve fincas cafetaleras de Costa Rica. A pesar que calcularon la capacidad de sumidero de carbono a través de ecuaciones específicas, de manera manual, compuestas de precálculos relacionados a la biomasa arriba y debajo del suelo. Esto en contraste con el presente estudio ya que, por temas relacionados principalmente a factores de capital económico, humano y lapsos de tiempo, no se hizo tan a detalle. Aun así, se encontró que no hay diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a nivel de emisiones. Además, en fincas cacaoteras donde se tiene gran cantidad de árboles como O1 (productor orgánico 1; Tabla 1) se obtienen resultados de “emisión negativa” de CO<sub>2</sub> (sumidero) posiblemente dado por la fijación de carbono proveniente de la cantidad de árboles que rodean al cultivo de cacao. Existiendo correlación con el caso presentado por Segura y Andrade (2012) donde obtuvieron que, entre otros resultados, los árboles de sombra acumulan un 87% de la fijación de carbono y un 13% para los arbustos de café.

Además, para los sistemas agroforestales cacaoteros de Huicungo se encontró: (i) un potencial de reserva de carbono igual a 164 500 kgC/ha debido al gran número de especies forestales asociadas; y (ii) una capacidad de captura de carbono aproximada de 35 500

kgC/ha (Concha, Alegre y Pocomucha; 2007). En relación a (i) se encuentra concordancia con lo obtenido en este estudio, dado que la gran presencia de árboles aledaños a las fincas cacaoteras es un factor por el cual se pueden observar los valores calculados de sumidero de carbono. Para el caso de (ii), se comenta en su estudio que la capacidad de captación de carbono está relacionada a la gran cantidad de especies forestales asociadas al cultivo y a la heterogeneidad de especies. Guardando concordancia con lo observado y analizado de este estudio.

En relación a la metodología de muestro utilizada, se observa que en concordancia con los trabajos de Arevalo-Gardini, *et al* (2016); FAO (2019); y Pascual-Córdova, *et al* (2018), se tomaron submuestras de suelo en zigzag a lo largo de la finca. Además, se encuentran similitudes con el estudio de Argüello-Navarro, *et al* (2016). En este último, no solo se tomaron submuestras en zigzag, sino que fueron tomadas haciendo un agujero en forma de “V” a una profundidad de unos 30 cm, luego de limpiar la zona de malezas y otros restos.

Para el 2018 hubo una superficie cosechada de cacao, a nivel nacional, igual a 160 419 ha (Minagri, 2019). Multiplicando este valor con el promedio de emisiones por hectárea, de las fincas de tratamiento convencional (-12 044 kgCO<sub>2</sub>eq/ha), podemos estimar una línea base en relación al sumidero por parte de los cultivos de cacao en el país. Así, obtenemos un valor de -1,93E+09 kgCO<sub>2</sub>eq. Considerando las emisiones por hectárea de los cultivos de tratamiento orgánico (-17 364 kgCO<sub>2</sub>eq/ha), mediante este mismo procedimiento, podemos obtener una proyección del potencial de sumidero carbono de los cultivos de cacao a nivel nacional. Así, obteniendo un valor de -2,79E+09 kgCO<sub>2</sub>eq, que reduciría en casi un 2% las emisiones de GEI nacionales (Minam, 2012).

De acuerdo a lo observado por Schneider, *et al* (2017) quien comparó los rendimientos de cultivos de cacao en: (i) sistemas agroforestales y (ii) monocultivos de manejo

orgánico y convencional en Bolivia, encontró que por más de no haber diferencias significativas entre estos, los primeros tuvieron un rendimiento 20% mayor a comparación de su contraparte orgánica. En concordancia con el metaanálisis de Seufert, *et al* (2012), quien observó que a nivel mundial el rendimiento de cultivos perennes (como el cacao) no presentan diferencias significativas por más que haya una diferencia en rendimiento variable de 5 a 34%, dependiendo de factores bióticos, abióticos y de manejo, a favor de los cultivos convencionales contra los orgánicos. En contraste con este estudio, y aunque tampoco se hayan encontrado diferencias significativas (Tabla 4) en relación al rendimiento por tipo tratamiento para este estudio (Tabla 3), existe una mejora de la eficiencia de 20% a favor de las fincas de manejo orgánico.

**Tabla 4.** Prueba de T de Student para rendimientos por tratamiento

		<b>Prueba t para la igualdad de medias</b>		
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
<b>Rendimiento</b>	Se asumen varianzas iguales	,529	-330,77000	495,60592
	No se asumen varianzas iguales	,532	-330,77000	495,60592

Elaboración propia

Considerando el escenario distrital en que el 46% de los productores de cacao emplean practicas convencionales y lo llevamos a una proyección regional, considerando una producción (para el 2018) de 56 136 t (Minagri, s.f.) de cacao, obtenemos que de forma convencional se produjeron 25 822.56 t de cacao. Dicho esto, considerando una mejora de eficiencia de 20%, por pasar de un manejo convencional a uno orgánico, estaríamos viendo un aumento de 5 164 t de cacao, las que, considerando el precio de venta correspondiente a ese año (Minagri, s.f.), hubiese representado un ingreso a nivel regional para los productores igual a s/. 30 312 680.

Además, el gobierno nacional tiene identificado dentro de las seis medidas de mitigación ante el Cambio Climático para el sector agrícola que, se debe de promover el manejo sostenible de cultivos permanentes (como el cacao) a través de mejores prácticas de manejo tanto en la etapa (i) productiva como de (ii) postcosecha (Minagri, 2019). Por ende, se consideraría que, el fomento del cultivo orgánico del cacao está alineado con los intereses nacionales en su trayecto en contra de los efectos del Cambio Climático, más aun tomando en cuenta su capacidad como sumidero de carbono. Esto siendo de gran interés para el país, en marco de los compromisos internacionales (ratificados en el 2016) en relación a la reducción del 30% de emisiones de GEI para el 2030, en base al Acuerdo de París (GTM-NDC, 2018).

## 5. Conclusiones

Siendo la actividad agropecuaria, principal en Huicungo, sus fincas cacaoteras son mayoritariamente de manejo familiar y fuente principal de ingresos para las familias. Se observó que su manejo es artesanal, no se utilizan grandes maquinarias, y su mayor fuente de emisiones es el manejo de residuos. Siendo esto una práctica manual, los remanentes de las cosechas se dejan sobre el terreno de la finca sin ser tratados como compost, en la mayoría de los casos observados. De llevarse a cabo esta práctica, los niveles de emisión bajarían considerablemente además de obtenerse un fertilizante orgánico que no representa costo adicional monetario para los trabajadores de la finca. Asimismo, dado que muchas de las fincas presentan actividades agroforestales adicionales a la producción de cacao, se ve un gran potencial de sumidero de carbono en base a la mayor cantidad de árboles que rodeen a los cultivos de cacao, representando esto una considerable mitigación de emisiones.

A pesar de no haberse encontrado diferencias significativas, si comparamos los promedios de emisiones por tratamiento entre ellos, se observa que el (i) promedio de las

fincas orgánicas es 2,76 veces mayor que el de las convencionales. Esto es considerado dado a que se observó una mayor cantidad de árboles, en promedio, rodeando los cultivos de cacao en fincas orgánicas más que en las de tratamiento convencional. Finalmente, tomando en cuenta el (ii) aumento de eficiencia y su posible impacto económico positivo sobre los productores a nivel regional, y que (iii) esta actividad está alineada con las metas nacionales de reducción de emisiones de GEI al 2030; se considera que, de manera cualitativa, existen diferencias considerables entre tratamientos y que la promoción de este tipo de manejo (u otro del estilo) es precisada para mitigar los efectos del cambio climático a nivel nacional.

### **Agradecimientos**

Quisiera agradecer a la Cooperativa Agraria Cacaotera - ACOPAGRO por financiar este proyecto y por el apoyo brindado en la realización del mismo, además de permitirme formar parte de su equipo y aprender de ellos.

### **Referencias bibliográficas**

- Arévalo-Gardini, E., Canto, M., Alegre, J., Loli, O., Julca, A., Baligar, V. (2015). Changes in soil physical and chemical properties in long term improved natural and traditional agroforestry management systems of cacao genotypes in Peruvian Amazon. *PLoS ONE* 10(7): e0132147. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132147>
- Arévalo-Gardini, E., Obando-Cerpa, M. E., Zúñiga-Cernades, L. B., Arévalo-Hernández, C. O., Baligar, V., & He, Z. (2016). Metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres regiones de Perú. *Ecología Aplicada*, 15(2), 81. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.747>

- Argüello Navarro, A. Z., Madiedo Soler, N., & Moreno Rozo, L. Y. (2016). Cuantificación de bacterias diazótroficas aisladas de suelos cacaoteros (*Theobroma cacao* L.), por la técnica de Número Más Probable (NMP). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(2), 40. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.47678>
- Brander, M. (2012). *Greenhouse Gases, CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>e, and Carbon: What do all these terms mean?* Edimburgo, Escocia. Ecometrica.
- Brath, B., Friesen, T., Guérard, Y., Jacques-Brisette, C., Lindman, C., Lockridge, K., ... Walke, B. (2015). *Climate change and resource sustainability*. Canada: Canadian Institute of Actuaries.
- British Standards Institution. (2011). *The Guide to PAS 2050:2011: How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain*. Reino Unido, Inglaterra, Londres. BSI
- Commission on Environment, W. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future Towards Sustainable Development 2. Part II. Common Challenges Population and Human Resources* 4.
- Concha, J. Y., Alegre, J. C., & Pocomucha, V. (2007). Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de *Theobroma cacao* L. en el departamento de San Martín, Perú. *Ecología Aplicada*, 6(1-2), 75. <https://doi.org/10.21704/rea.v6i1-2.343>
- Cool Farm Alliance. (s.f.). Member: Cool Farm Alliance. Consultado el 4 de abril de 2018. <https://coolfarmtool.org/cool-farm-alliance/members/>

Department of Environment. (2014). Carbon farming initiative soil sampling and analysis. Methods and guidelines. Canberra, Australia. Department of Environment.

Environmental Protection Agency. (2019, 11 de abril). Overview of Greenhouse Gases.

<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#carbon-dioxide>

Food and Agriculture Organization. (s.f.). FAOSTAT. Consultado el 18 de septiembre de

2019. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Food and Agriculture Organization. (s.f.). Organic Agriculture FAQ: FAO. Consultado

el 30 de marzo de 2018. <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/en/>

Food and Agriculture Organization; World Health Organization. (2019). Discussion

Paper on the development of a code of practice for the prevention and reduction of Cadmium contamination in cocoa (Número I). [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-735-13%252FWDs%252Fcf13_12e.pdf)

[proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-735-13%252FWDs%252Fcf13\\_12e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-735-13%252FWDs%252Fcf13_12e.pdf)

Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar

información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas GTM-NDC. (2018). Informe Final. Ministerio del Ambiente de Lima. [http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/127/2018/12/Informe-final-GTM-NDC\\_v17dic18.pdf](http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/127/2018/12/Informe-final-GTM-NDC_v17dic18.pdf)

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). Informe técnico: Evolución de las

Exportaciones e Importaciones (julio 2017). Instituto Nacional de Estadística e Informática de Lima.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/09-informe-tecnico-n09\\_exportaciones-e-importaciones-jul2017.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/09-informe-tecnico-n09_exportaciones-e-importaciones-jul2017.pdf)

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

International Cocoa Organization. (2016). ICCO Statement on reports of a Cocoa supply deficit in 2020. Oficinas de Icco en Londres, Inglaterra. <http://www.icco.org/about-us/icco-news/270-icco-statement-on-reports-of-a-cocoa-supply-deficit-in-2020.html>

Kweku, D., Bismark, O., Maxwell, A., Desmond, K., Danso, K., Oti-Mensah, E., Quachie, A., y Adormaa, B. (2018). Greenhouse Effect: Greenhouse Gases and Their Impact on Global Warming. *Journal of Scientific Research and Reports*, 17(6), 1–9. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2017/39630>

María Carbonell-Bojollo, R., Angel, M., De Torres, R.-R., Rodríguez-Lizana, A., & Ordóñez-Fernández, R. (2012). Influence of Soil and Climate Conditions on CO<sub>2</sub> Emissions from Agricultural Soils. *Water, Air & Soil Pollution*, 223, 3424–3435. <https://doi.org/10.1007/s11270-012-1121-9>

Ministerio de Agricultura y Riego. (s/f). Serie Estadística de Producción Agrícola. Consultado el 10 de febrero de 2020. Ministerio de Agricultura y Riego de Lima. <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=salida>

Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). . Ministerio de Agricultura y Riego de Lima.

<http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/127/2019/01/1.-MINAGRI.pdf>

Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). Anuario de Producción Agrícola 2018 [Excel].

Ministerio de Agricultura y Riego de Lima.  
<http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=noticias/anuario-de-produccion-agricola-2018>

Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). Commodities consolidado junio 2019.

Ministerio de Agricultura y Riego de Lima.  
[http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/e-economia/e71/commodities\\_consolidado\\_jul19.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/e-economia/e71/commodities_consolidado_jul19.pdf)

Ministerio del Ambiente. (2012). Glosario de Términos para la Gestión Ambiental

Peruana Lima-Perú. Ministerio del Ambiente de Lima.  
<http://siar.minam.gob.pe/puno/download/file/fid/59577>

Ministerio del Ambiente. (2012). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

(INGEI) 2012. Ministerio del Ambiente de Lima.  
<http://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/2012.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2019). Segundo Informe Bienal de Actualización ante la

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Ministerio del Ambiente de Lima.  
[https://www4.unfccc.int/sites/SubmissionsStaging/NationalReports/Documents/205176\\_Peru-BUR2-1-Segundo%20BUR-PERU.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/SubmissionsStaging/NationalReports/Documents/205176_Peru-BUR2-1-Segundo%20BUR-PERU.pdf)

Miranda, B. (junio de 2016). El cacao como dinamizador del desarrollo territorial. (I. I.

Agricultura-IICA, Entrevistador) San José, Costa Rica: IICA. Consultado el 14 de marzo de 2018.

- National Aeronautics and Space Administration. (2012). Forcings in GISS Climate Model, Figure A: NASA. Consultado el 12 de febrero de 2020. <https://data.giss.nasa.gov/modelforce/ghgases/Fig1A.ext.txt>
- Ntiamoah, A., & Afrane, G. (2007). Environmental impacts of cocoa production and processing in Ghana: life cycle assessment approach. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.11.004>
- Ortiz-Rodríguez, Oscar O., Villamizar-Gallardo, Raquel A., Naranjo-Merino, Carlos A., García-Caceres, Rafael G., & Castañeda-galvís, María T. (2016). Carbon footprint of the colombian cocoa production. *Engenharia Agrícola*, 36(2), 260-270. <https://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n2p260-270/2016>.
- Pascual-Cordova, E., Obrador-Olán, J. ., García-Lopez, E., Carrillo-Avila, E., Sánchez-Soto, S., Guerrero-Peña, A., & Ortiz-García, C. . (2017). Evaluación del sistema agroforestal cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante indicadores de calidad de suelo en Tabasco, México. *Agroproductividad*, 10(12), 36–42.
- Portalanza, D., Barral, M. P., Villa-Cox, G., Ferreira-Estafanous, S., Herrera, P., Durigon, A., & Ferraz, S. (2019). Mapping ecosystem services in a rural landscape dominated by cacao crop: A case study for Los Rios province, Ecuador. *Ecological Indicators*, 107(May 2018), 105593. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105593>.
- Segura, M., & Andrade, H. (2012). Huella de carbono en cadenas productivas de café (*Coffea arabica* L.) con diferentes estándares de certificación en costa rica. *Revista Luna Azul*, (35), 60-77. <https://doi.org/10.17151/luaz.2012.35.5>

Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485(7397), 229–232.  
<https://doi.org/10.1038/nature11069>

Schneider, M., Andres, C., Trujillo, G., Alcon, F., Amurrio, P., Perez, E., Weibel, F., & Milz, J. (2017). Cocoa and total system yields of organic and conventional agroforestry vs. Monoculture systems in a long-term field trial in Bolivia. *Experimental Agriculture*, 53(3), 351–374.  
<https://doi.org/10.1017/S0014479716000417>

US Department of Commerce, NOAA, E. S. R. L. (2020). ESRL Global Monitoring Division - Global Greenhouse Gas Reference Network. Consultado el 13 de febrero de 2020, de <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>

Yang, X., J. Fan, and S.B. Jones. (2018). Effect of soil texture on estimates of soil-column carbon dioxide flux comparing chamber and gradient methods. *Vadose Zone J.* 17:180112. doi:10.2136/vzj2018.05.0112.

## Apéndices

*Resumen comparativo de emisiones (en kgCO<sub>2</sub>) entre tipo de tratamiento de fincas procesadas, por dueño, fuente de emisión, gases, hectárea y unidad funcional.*

Fuentes	Tratamiento Convencional						Tratamiento Orgánico					
	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> eq total	Por Ha	Por kg	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub> eq total	Por Ha	Por kg
	<i>CI</i>						<i>OI</i>					
Producción de semillas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de residuos	0	5,42	0	1,61k	807,18	0,37	0	34,04	0	10,15k	2,54k	0,98
Producción de	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo/fertilizante	0	3,98	0	1,19k	592,59	0,27	0	7,95	0	2,37k	592,59	0,23
Metano de arrozal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protección de cultivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio en stock de carbono	-40,43k	0	0	-40,43k	-20,21k	-9,19	-	0	0	-698,91k	-174,73k	-67,40
Uso de energía (en	52,73	0	0	52,73	26,36	0,01	698,91	0	0	379,64	94,91	0,04

Uso de energía (procesamiento)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua residual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte fuera de granja	0,19	0	0	0,19	0,10	0	0,94	0	0	0,94	0,24	0
<b>C2</b>						<b>O2</b>						
Producción de semillas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de residuos	0	14,84	131,73	7,72k	771,61	0,91	0	3,10	0	923,49	461,75	0,37
Producción de	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo/fertilizante	0	19,89	0	5,93k	592,59	0,70	0	3,98	0	1,19k	592,59	0,47
Metano de arrozal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protección de cultivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio en stock de carbono	-163,46k	0	0	-163,46k	-16,35k	-19,23	-	47,05k	0	-47,05k	-23,53k	-18,69
Uso de energía (en 2,53k)	0	0	0	2,53k	253,09	0,30	79,09	0	0	79,09	39,55	0,03
Uso de energía (procesamiento)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua residual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte fuera de granja	7,56	0	0	7,56	0,76	0	0,24	0	0	0,24	0,12	0
<b>C3</b>						<b>O3</b>						
Producción de semillas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de residuos	0	4,19	540,01	14,75k	7,37k	9,22	0	5,88	0	1,75k	583,74	0,37
Producción de	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo/fertilizante	0	2,51	0	749,38	374,69	0,47	0	3,77	0	1,12k	374,69	0,24
Metano de arrozal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protección de cultivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio en stock de carbono	-47,01k	0	0	-47,01k	-23,51k	-29,38	-	96,24k	0	-96,24k	-32,08k	-20,16
Uso de energía (en 0)	0	0	0	0	0	0	112,39	0	0	112,39	37,46	0,02
Uso de energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua residual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte fuera de granja	0,13	0	0	0,13	0,06	0	0,24	0	0	0,24	0,08	0
<b>C4</b>						<b>O4</b>						
Producción de semillas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manejo de residuos	0	5,54	0	1,65k	825,53	0,37	0	5,19	46,06	2,70k	1,80k	0,91
Producción de	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo/fertilizante	0	3,98	0	1,19k	592,59	0,26	0	1,89	0	562,03	374,69	0,19
Metano de arrozal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protección de cultivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio en stock de carbono	-843,93	0	0	-843,93	-421,96	-0,19	-	61,87k	0	-61,87k	-41,25k	-20,82
Uso de energía (en 253,09)	0	0	0	253,09	126,55	0,06	52,73	0	0	52,73	35,15	0,02
Uso de energía (procesamiento)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agua residual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte fuera de granja	0,24	0	0	0,24	0,12	0	0,94	0	0	0,94	0,63	0

Elaboración propia

## II. ANEXOS

### Evidencia del envío a revista científica

27/7/2020

Correo: Ilich Rivas - Outlook

#### Presentación artículo científico para publicación

Ilich Rivas <ilichrivas@hotmail.com>

Lun 27/07/2020 17:41

Para: Scientia Agropecuaria <sci.agropecu@unitru.edu.pe>

CC: sci.agropecu@gmail.com <sci.agropecu@gmail.com>; spastor@ucientifica.edu.pe <spastor@ucientifica.edu.pe>; Ana Terrazos <ana.terrazos@gmail.com>

 4 archivos adjuntos (685 KB)

Manejo Organico vs Convencional Cacao\_IR.docx; Declaraciones-ScAg\_IR.pdf; Informe de similitud-Cacao\_IR.pdf; Tabla complementaria\_detalle emisiones\_IR.docx;

Estimado editor y Srs. Scientia Agropecuaria,

Espero este correo les encuentre muy bien, más aún en estas épocas por las que se está pasando. Mi nombre es Ilich Rivas, ingeniero ambiental interesado en poder postular a su representada revista, el artículo de investigación original titulado: "Emisión de Gases de Efecto Invernadero: comparación entre métodos de cultivo orgánico y convencional de cacao en Huicungo, Mariscal Cáceres, San Martín, Perú, 2018", un estudio llevado a cabo por la Ing. Terrazos, el Blgo. Pastor y mi persona.

El presente estudio tiene el objetivo de comparar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de dos métodos de manejo de cultivos de cacao en el Perú: (i) orgánico y (ii) convencional. Además, buscar brindar conocimiento a favor del método de cultivo orgánico, a fin de fomentarlo, tomando en cuenta sus beneficios e importancia para poder cumplir los compromisos climáticos internacionales del país. Siendo este, potencial e idealmente un insumo para tomadores de decisiones, además de buscar generar la mejora de condiciones económicas para los productores a nivel nacional promoviendo este tipo de manejo de cultivos.

El estudio, íntimamente relacionado con las ciencias agropecuarias y ambientales, es motivado por generar un impacto positivo en la sociedad, yendo en correlación con las líneas temáticas de su representada revista.

En el presente, adjunto los documentos según señalado requeridos para su revisión.

Quedo atento a sus comentarios y mucha salud,

**Ilich Rivas Galindez**

*Autor corresponsal*

*Ingeniero ambiental*

**PD:** Favor de acusar recibo.

#### **Contacto/Contact**

**Email:** [ilichrivas@hotmail.com](mailto:ilichrivas@hotmail.com)

[ilichrivas224@gmail.com](mailto:ilichrivas224@gmail.com)

**Telefono/Phone/WhatsApp:** (0051)(+51) 948558829

**Skype:** [ilichrivas@hotmail.com](https://www.skype.com/people/ilichrivas) / Ilich Rivas

<https://outlook.live.com/mail/sentitems/id/AQMkADAwATY0MDABLtGwYzYlYzlyAGEtMDACLTAwCgBGAAAD%2Fz8SRpMHg0ijymBXHe6nagcA...> 1/2

Copia de resolución de aprobación del proyecto de tesis



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE ACEPTACIÓN E INSCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE TESIS Y  
NOMBRAMIENTO DEL ASESOR DE LA INVESTIGACIÓN**

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°221-2018-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Lima, 05 de noviembre del 2018

**VISTO:**

El informe técnico del Comité de Investigación de la Facultad, se aprueba el proyecto de tesis: **"COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN CULTIVOS DE MANEJO ORGÁNICO Y CUTIVO DE MANEJO CONVENCIONAL DE CACAO (THEOBROMA CACAO) EN HUICUNGO, MARISCAL CÁCERES, SAN MARTÍN, PERÚ EN EL 2018"** presentado por don **Edgard Ilich Israel Rivas Galindez** con código de matrícula N° **100007904**.

**CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo al Reglamento de Estudios de Pregrado vigente, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental** en la Facultad de **Ciencias Ambientales/Carrera de Ingeniería Ambiental**, la egresada de la especialidad de **Ingeniería y Gestión Ambiental** debe desarrollar la tesis titulada **"COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN CULTIVOS DE MANEJO ORGÁNICO Y CUTIVO DE MANEJO CONVENCIONAL DE CACAO (THEOBROMA CACAO) EN HUICUNGO, MARISCAL CÁCERES, SAN MARTÍN, PERÚ EN EL 2018"**. El egresado ha presentado los expedientes correspondientes y efectuado los pagos respectivos. Estando a lo dispuesto por el Reglamento de Estudios de Pregrado vigente, las disposiciones vigentes y en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de la facultad.

**SE RESUELVE:**

Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado **"COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN CULTIVOS DE MANEJO ORGÁNICO Y CUTIVO DE MANEJO CONVENCIONAL DE CACAO (THEOBROMA CACAO) EN HUICUNGO, MARISCAL CÁCERES, SAN MARTÍN, PERÚ EN EL 2018"** del egresado **Edgard Ilich Israel Rivas Galindez** con código de matrícula N° **100007904**; así como, nombrar como asesor para el desarrollo de la tesis en mención al **Ana Georgina Terrazos Aguilar** y como co-asesor a **Santiago Pastor Soplin**.  
Regístrese, comuníquese y archívese

**Mg. GONZALO FRANCISCO FLORES ROCA**  
Director Académico  
Carrera de Ingeniería Ambiental



T // (51) 610 6400  
opción 2  
[www.cientifica.edu.pe](http://www.cientifica.edu.pe)

Campus  
Panamericana Sur  
km 19 - Lima 42