



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS



## **XIV Salón del Cacao y Chocolate Internacional 2023**

### ***V Foro del Cacao y Chocolate Latinoamericano***

# **Captura de carbono y evaluación económica de sistemas agroforestales de cacao fino de aroma en Amazonas, Perú**

**Malluri Goñas Goñas**  
Ingeniera Agrónoma  
Maestría en Gerencia en Agronegocios

*Viernes 14 de julio, 2023*

Scopus Autor ID: 57226104262  
mallurig17@gmail.com  
malluri.gonas@untrm.edu.pe  
Cel. +51998407421

# I. INTRODUCCIÓN

## El cultivo de cacao

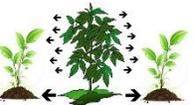


A nivel nacional 89 789 pequeños productores depende del cultivo de cacao.

En Amazonas son 11 664 productores (MINAGRI, 2023),



Asociados habitualmente a especies forestales y frutales



# Cambio climático



Es efecto de los GEI



Dióxido de Carbono, Metano y óxidos nitrosos

## Rentabilidad del cacao en peligro..!!

- Plagas y enfermedades
- Aumento de los costos de producción
- Limitaciones por Cd

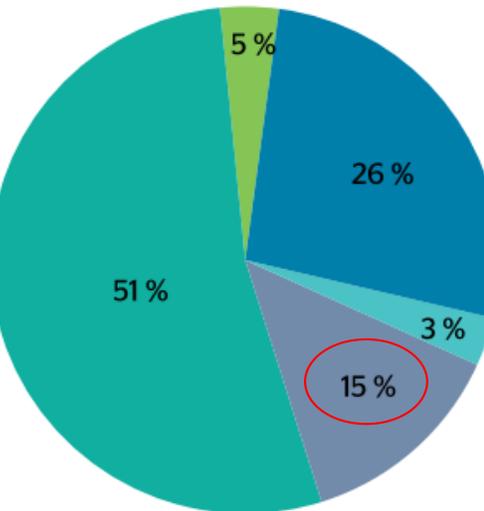
Alternativa de Mitigación y mejorar la rentabilidad



Venta de bonos de carbono



SAF Cacao  
Secuestro de carbono

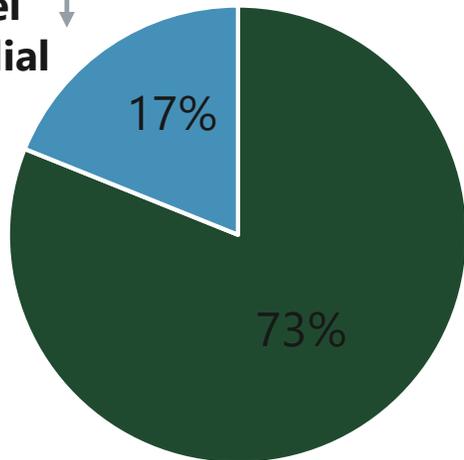


Emisiones Totales de GEI en Gg CO<sub>2</sub>eq

- Desechos (7 823)
- Energía (44 638)
- Procesos Industriales (6 064)
- Agricultura (26 044)
- Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (86 742)

En Perú, la agricultura es la tercera actividad que reporta la mayor cantidad de emisiones (Ministerio del Ambiente, 2016)

## A nivel Mundial



- Otras actividades
- Agricultura y las emisiones relacionadas con el uso de la tierra (9,3 mil millones de toneladas de CO<sub>2</sub>eq) (FAO, 2020)

## II. OBJETIVOS

Evaluar la captura de carbono y evaluación económica de sistemas agroforestales de cacao fino de aroma en Amazonas, Perú

**OE1**

Diversidad arbórea en sistemas agroforestales de cacao fino de aroma nativo, Amazonas, Perú

**OE2**

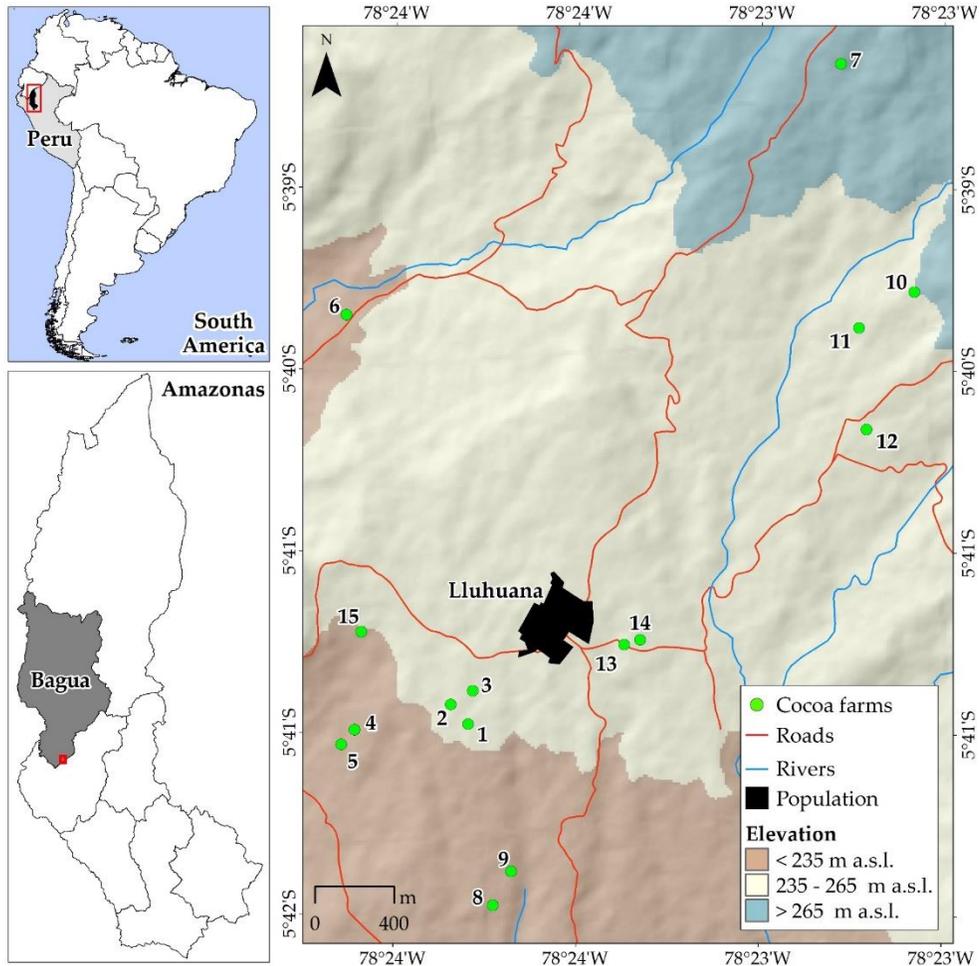
Cuantificación del secuestro de Carbono en Sistemas Agroforestales de Cacao Fino de Aroma en Amazonas, Perú

**OE3**

Rentabilidad económica del secuestro de carbono de sistemas agroforestales de cacao fino de aroma en Amazonas, Perú

# III. MATERIAL Y MÉTODO

## Ubicación del estudio



**APROCAM**  
Cooperativa de Servicios Múltiples

235 pequeños productores de cacao

Copallín

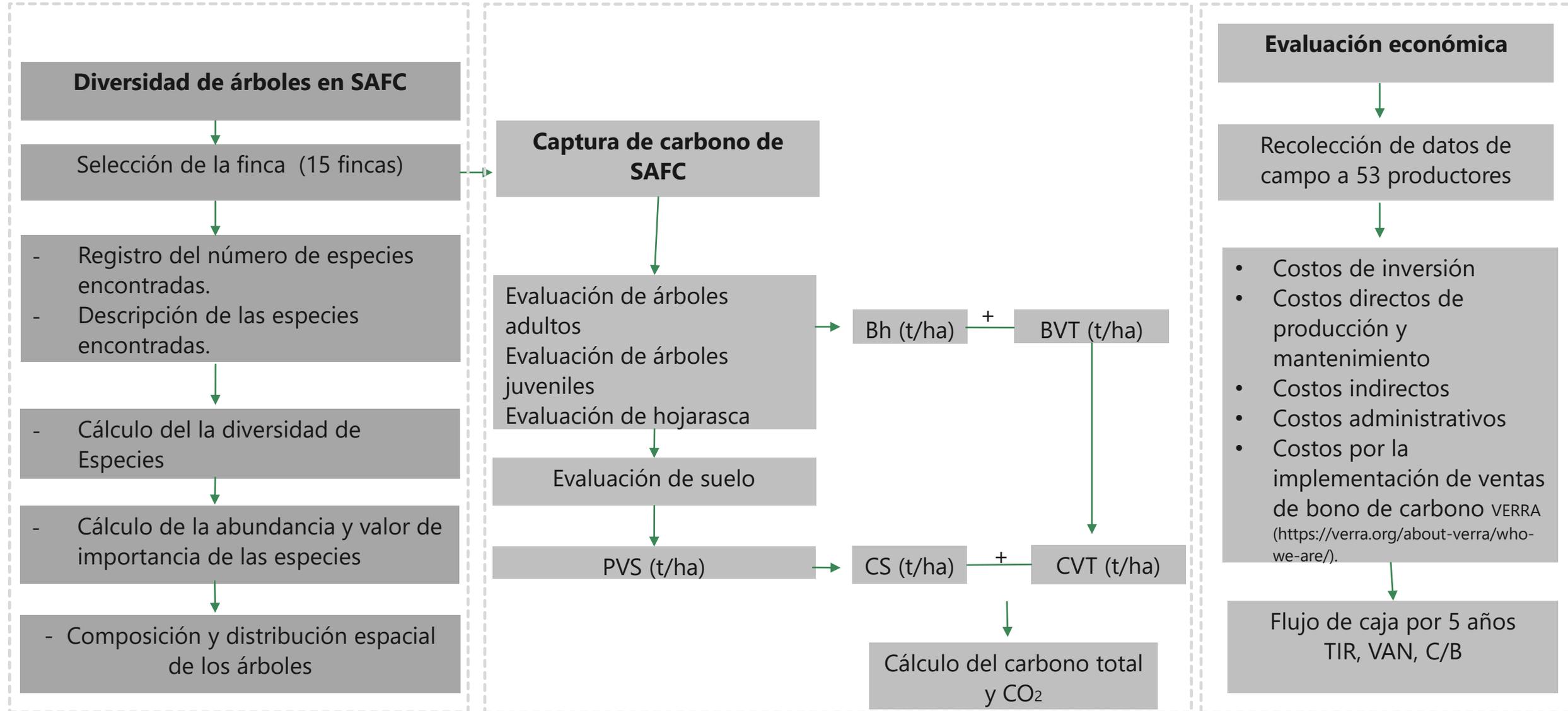
Imaza

Aramango

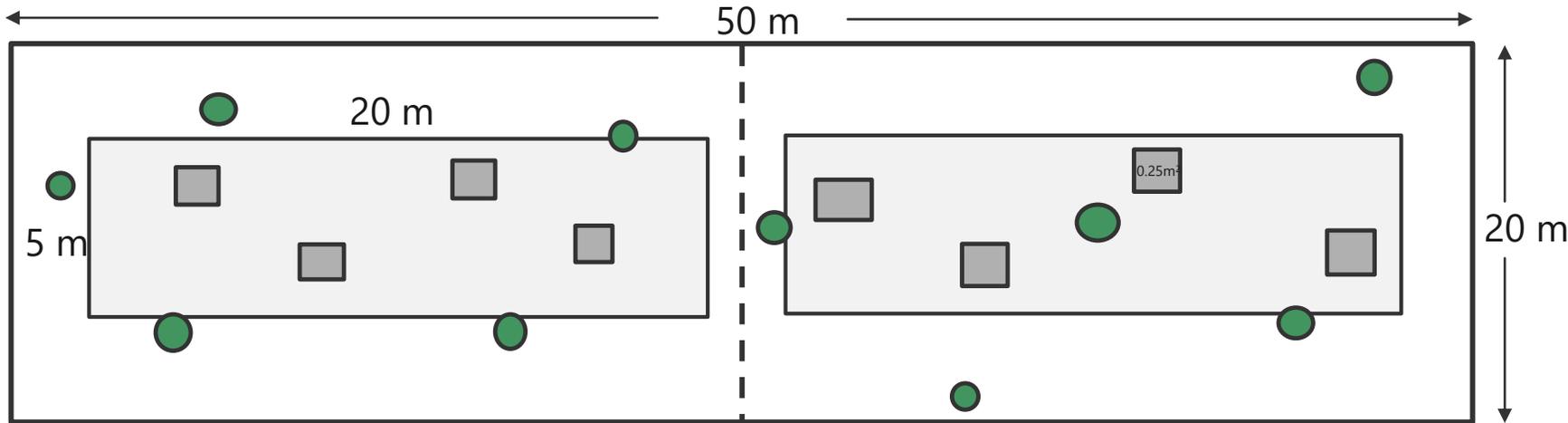
La Peca

(APROCAM, 2020)

# Flujograma general de la ejecución de la investigación



## Recolección de datos de campo



- Área de muestreo para árboles adultos (1000m<sup>2</sup>)
- Área de muestreo para árboles juveniles (100m<sup>2</sup>)
- Área de muestreo de hojarasca (0,25m<sup>2</sup>)
- Punto de muestreo de suelo.

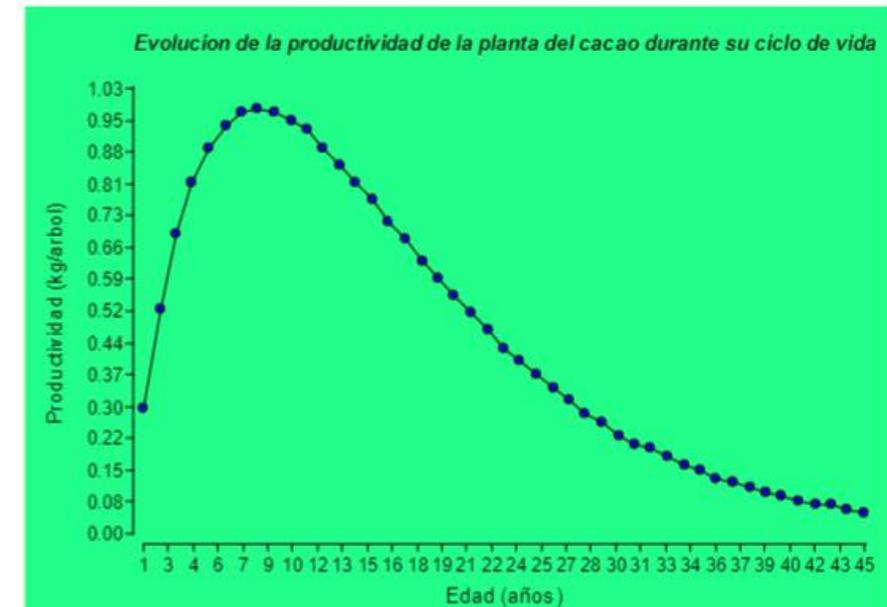
El cacao alcanza su **pico de producción a los 8 años** de edad y **se estabiliza hasta los 15 años**, **de los 16 a los 30 años** la producción de cacao **se mantiene en promedio** y finalmente **después de los 30 años de edad el rendimiento decae** modernamente y se convierte en un cacao adulto de bajo rendimiento (Orozco, 2015).

**Extensión:** Min 1.5 ha

**Joven- Edad 1** : 8-15 Años

**M. edad- Edad 2** : 16 – 29 años

**Adulto - Edad 3** : 30-40 años



### Tree diversity in agroforestry systems of native fine-aroma cacao, Amazonas, Peru

Malluri Goñas, Karol B. Rubio, Nilton B. Rojas Briceño, Elí Pariente-Mondragón, Manuel Oliva-Cruz

Published: October 13, 2022 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275994>

Article

Authors

Metrics

Comments

Media Coverage

Peer Review



#### Abstract

Introduction

Materials and methods

Results

Discussion

Conclusions

Supporting information

References

Reader Comments

#### Abstract

Cocoa cultivation is of considerable economic and social importance to the Amazonas region and is commonly associated with forest species in the region. However, the diversification level and composition of cacao agroforestry systems in Peru are poorly understood. The objective of this study is, therefore, to describe the diversity of tree species in cocoa AFS by plantation age. Accordingly, the number of species of 15 plots covering a total of 1.5 hectares was recorded. Moderately low levels of tree species diversity were reported ( $H'$  ranged 0.89–1.45). In total 17 species were reported throughout the study area. The most abundant botanical family was represented by a single *Musa sp.* species. The dissimilarity indices show a moderate similarity between the age ranges evaluated (over 62%). Additionally, the IVI indicates that the most important species are used for food and timber apart from providing shade, additionally major of this species are introduced intentionally for the farmers. Based on the observations, it may be concluded that the farmer's interest in obtaining further benefits from the plot, mostly economic

OE1

## Diversidad, abundancia y valor de importancia

Se inventariaron un total de **454 individuos** distribuidos en **12 familias**.

- **Dos familias** superaron los **50 individuos** siendo las más **abundantes (Musaceae y Boraginaceae)**.
- Las familias con **mayor riqueza** de especies son **Anacardiaceae** (2 especies), **Fabaceae** (2 especies) y **Rutaceae** (3 especies).
- El **mayor número de individuos** de árboles de sombra se inventarió en **las parcelas más jóvenes (8-15 años)** con 206 individuos.

Número de especies y abundancia de individuos por familia botánica en cada rango de edad de plantaciones y en total

Familia	Joven		Mediana edad		Viejo		Total	
	Spec.	Indiv.	Spec.	Indiv.	Spec.	Indiv.	Spec.	Indiv.
Anacardiaceae	2	2	1	3	1	2	2	7
Annonaceae	1	2	0	0	0	0	1	2
Arecaceae	1	1	1	3	0	0	1	4
Malvaceae	0	0	0	0	1	2	1	2
<b>Boraginaceae</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>55</b>
Caricaceae	0	0	0	0	1	5	1	5
Fabaceae	2	7	1	8	2	8	2	23
Lauraceae	1	2	1	5	1	5	1	12
Meliaceae	1	3	1	1	1	3	1	7
<b>Musaceae</b>	<b>1</b>	<b>167</b>	<b>1</b>	<b>63</b>	<b>1</b>	<b>86</b>	<b>1</b>	<b>316</b>
Rubiaceae	1	3	0	0	1	2	1	5
Rutaceae	3	5	2	3	3	8	4	16
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>206</b>	<b>9</b>	<b>115</b>	<b>13</b>	<b>133</b>	<b>17</b>	<b>454</b>

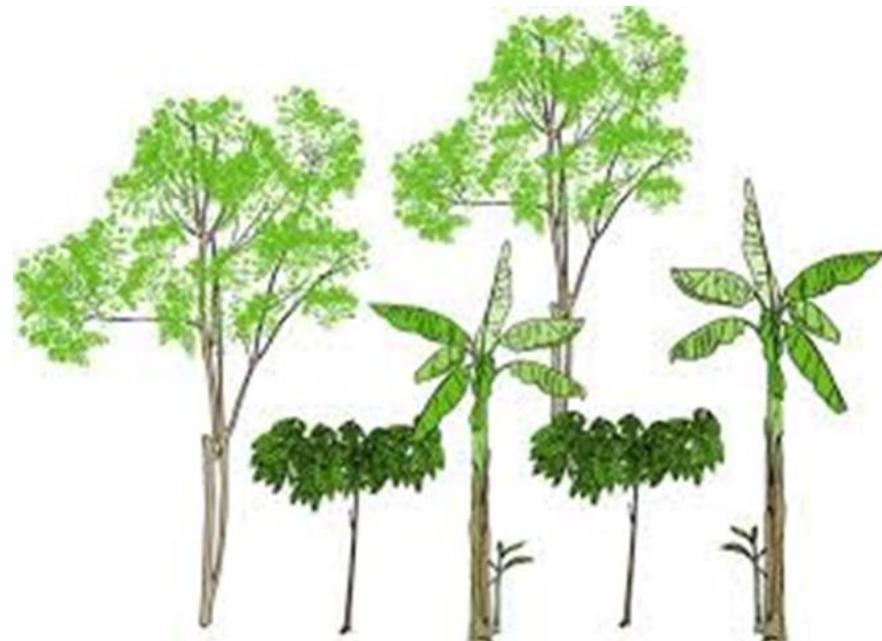
Los SAF de mediana edad son los **menos diversos** en comparación con los SAF jóvenes y viejos

	Joven	Mediana edad	Viejo	Índice total
Riqueza de especies (S)	14	9	13	17
Individuos	206	115	133	454
Simpson_1-D	0,34	0,63	0,57	0,4975
Shannon_H	0,89	1,34	1,45	1,271
Margalef	2,44	1,69	2,45	2,615
Chao-1	15,00	9,50	13,00	17,33

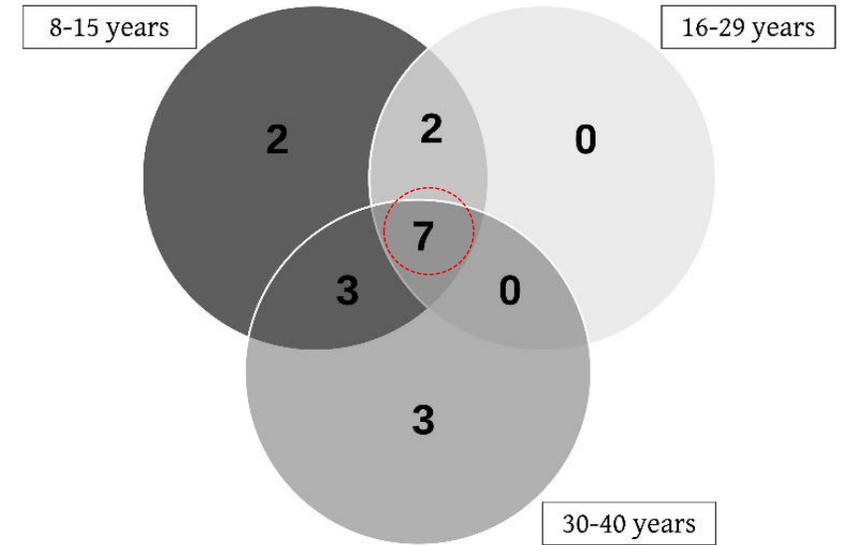
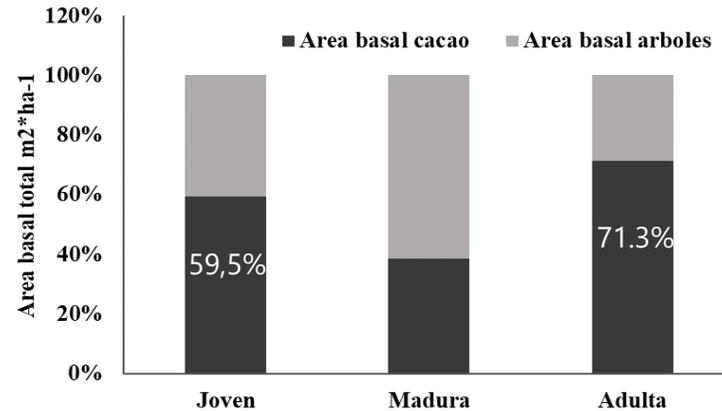
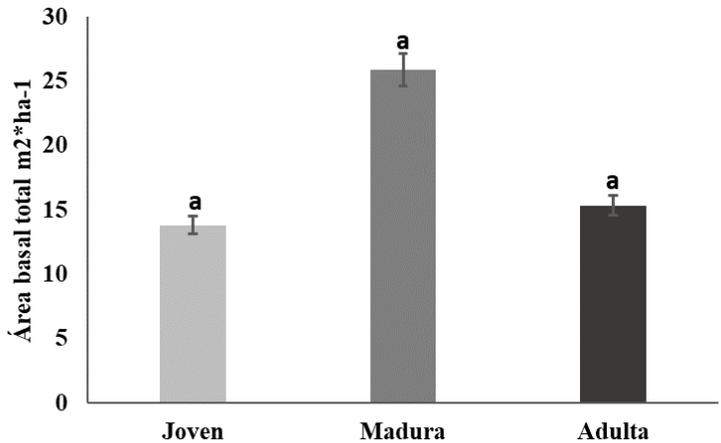
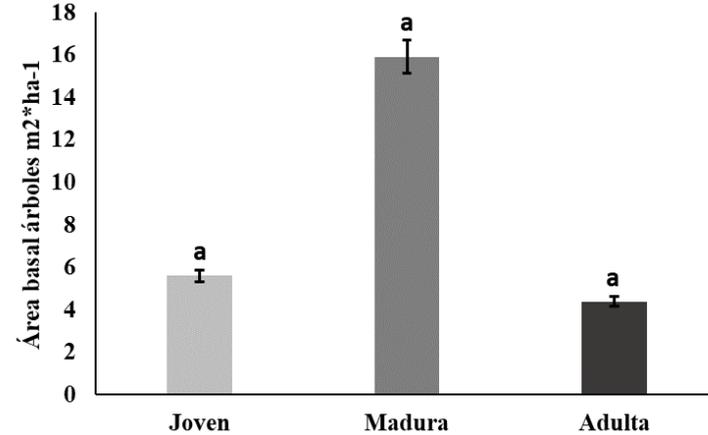
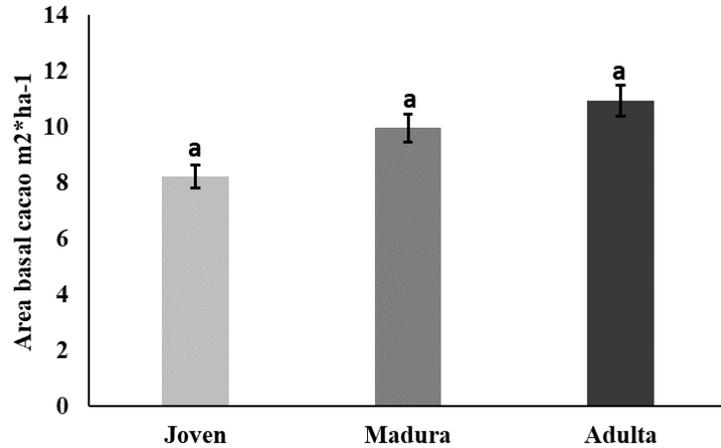
En los tres rangos de edad del AFS las dos especies más importantes son **Musa sp** y **Cordia alliodora** con un total de 115,31% y 87,06% respectivamente

Especie	Ar (%)	Fr (%)	Dor (%)	IVI (%)
<i>Musa sp.</i> (Plátano)	69.60%	18.03%	27.67%	115.31%
<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)	12.11%	14.75%	60.19%	87.06%
<i>Persea Americana</i> (Palto)	2.64%	8.20%	1.31%	12.15%
<i>Inga sp.</i> (Guaba)	3.52%	6.56%	1.89%	11.97%

Ar=Abundancia relativa; Fr=Frecuencia relativa; Dor=Dominancia relativa; IVI= Índice de valor de importancia



# Composición y distribución espacial de árboles en SAF de cacao



Número de especies por cada nivel de edad de las plantaciones de cacao.

Área basal de cacao, árboles de sombra, total y área basal de cacao y árboles de sombra en porcentaje del total. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ) (Joven=SAF de cacao joven; Madura=SAF de cacao de mediana edad; Adulta: SAF de cacao viejo)

[Submit to this Journal](#)[Review for this Journal](#)[Edit a Special Issue](#)

## Article Menu

Academic Editor 



Teodor Rusu

---

[Subscribe SciFeed](#)

---

[Recommended Articles](#)

---

IK

Open Access

Article

[Order Article Reprints](#)

## Carbon Sequestration in Fine Aroma Cocoa Agroforestry Systems in Amazonas, Peru

by  Malluri Goñas <sup>1,\*</sup>  ,  Nilton B. Rojas-Briceño <sup>1</sup> ,  Cristian Culqui-Gaslac <sup>2</sup>,  
 Marielita Arce-Inga <sup>1</sup>,  Gladys Marlo <sup>1</sup>,  Eli Pariente-Mondragón <sup>3</sup>  and  Manuel Oliva-Cruz <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas 01001, Peru

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Zootecnista y Biotecnología, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas 01001, Peru

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas 01001, Peru

\* Author to whom correspondence should be addressed.

*Sustainability* **2022**, *14*(15), 9739; <https://doi.org/10.3390/su14159739>

Received: 28 June 2022 / Revised: 3 August 2022 / Accepted: 3 August 2022 / Published: 8 August 2022

## Captura de biomasa aérea y carbono almacenado en los sistemas agroforestales de cacao

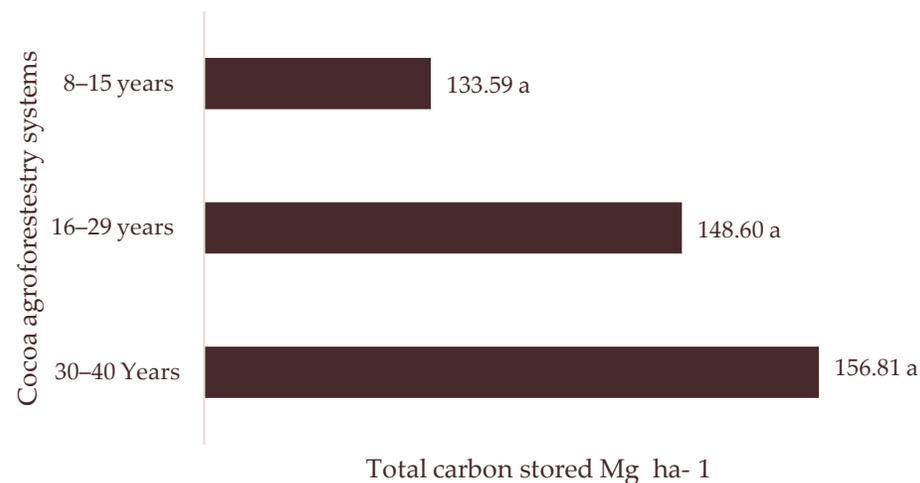
Carbono en biomasa vegetal de los sistemas agroforestales (Media  $\pm$  desviación estándar).

SAF	<i>Theobroma cacao</i> t/ha	<i>Musa sp.</i> t/ha	<i>Cordia alliodora</i> t/ha	<i>Persea sp.</i> t/ha	Otras especies* t/ha	Hojarasca t/ha	Carbono vegetal total t/ha
8-15 años	6.06 $\pm$ 1.46 a	1.06 $\pm$ 1.22 a	3.08 $\pm$ 3.06 a	0.30 $\pm$ 0.68 a	2.70 $\pm$ 2.67 a	0.44 $\pm$ 0.07 ab	13.64 $\pm$ 3.69 a
16-29 años	7.33 $\pm$ 3.08 a	0.41 $\pm$ 0.41 a	7.74 $\pm$ 5.02 a	0.06 $\pm$ 0.14 a	4.48 $\pm$ 5.67 a	0.47 $\pm$ 0.06 a	20.50 $\pm$ 5.63 a
30-40 años	8.71 $\pm$ 4.71 a	0.86 $\pm$ 0.96 a	10.70 $\pm$ 20.92 a	0.65 $\pm$ 0.86 a	3.57 $\pm$ 7.78 a	0.37 $\pm$ 0.08 b	24.86 $\pm$ 19.91 a

Medias con letras en común no son significativamente diferentes, según LSD Fisher ( $p > 0,05$ ). \*Estuvo conformado por otras especies forestales y frutales que se encontraron dentro del SAF cacao.

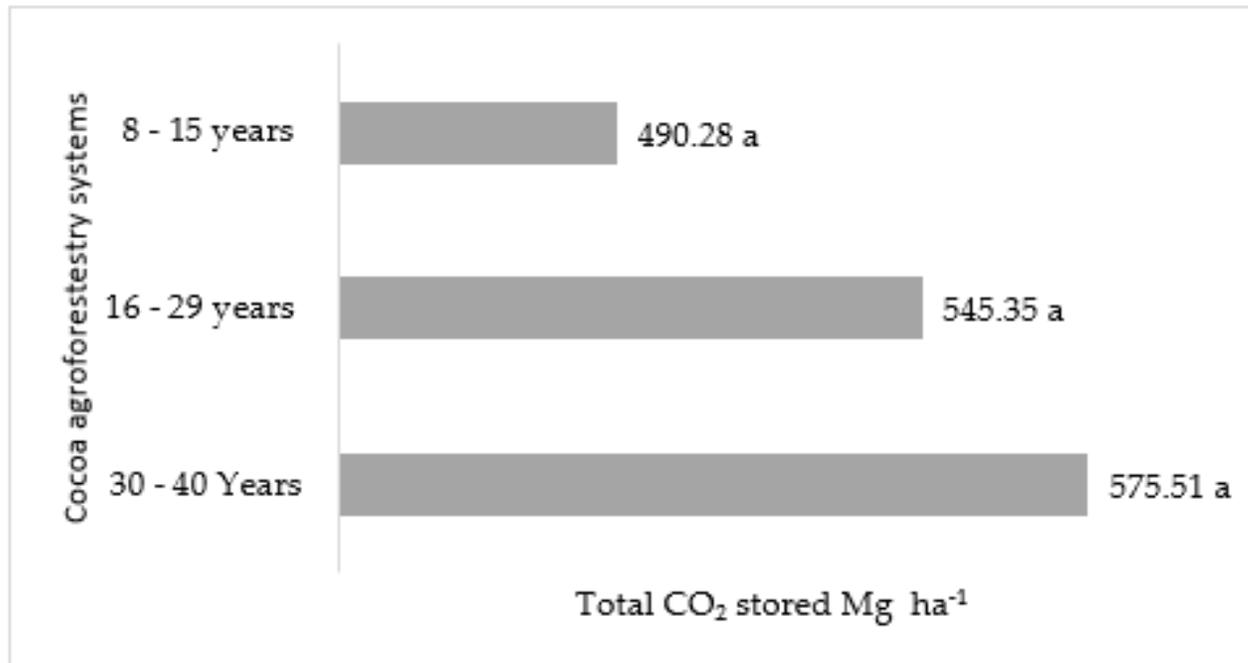
Carbono en el suelo de los sistemas agroforestales (Media  $\pm$  desviación estándar).

SAF	%CO	Carbono en el suelo Tn/ha
8-15 años	2.97 $\pm$ 0.59 a	119.96 $\pm$ 24.07 a
16-29 años	2.42 $\pm$ 1.13 a	128.10 $\pm$ 42.39 a
30-40 años	3.08 $\pm$ 0.63 a	131.96 $\pm$ 30.50 a



Carbono total en los sistemas agroforestales de cacao de 8-15 años, 16-29 años y de 30-40 años.

## Secuestro de CO<sub>2</sub> de Sistemas Agroforestales de Cacao



CO<sub>2</sub> retenido en los sistemas agroforestales de cacao de 8-15 años, 16-29 años y de 30-40 años.



# OE3

## ← Submissions Being Processed for Author ⓘ

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Results per page 10

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
<a href="#">View Submission</a> <a href="#">Author Status</a> <a href="#">Publishing Options</a> <a href="#">Send E-mail</a>	JCLEPRO-D-23-15016	Economic profitability of carbon sequestration of fine aroma cacao agroforestry systems in Amazonas, Peru	Jun 14, 2023	Jul 13, 2023	Under Review

# Evaluación de la captación de carbono en sistemas agroforestales de cacao fino de aroma mediante una evaluación económica

**a) Características generales los sistemas agroforestales de cacao evaluados (n=número de sistemas agroforestales intervenidos).**

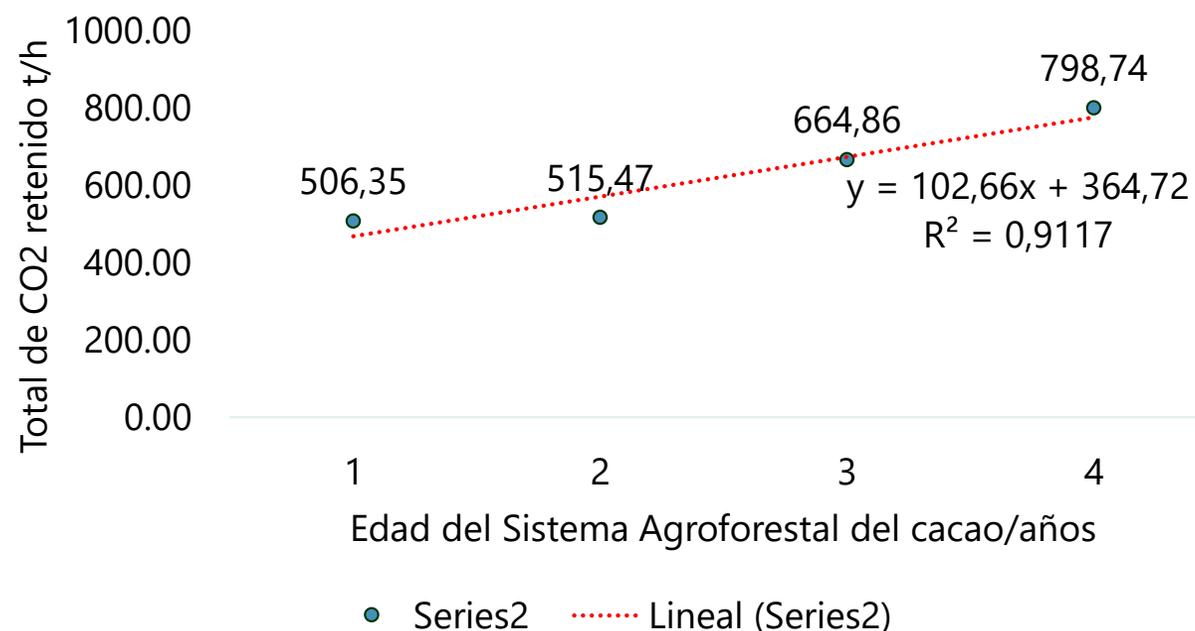
Concepto	Unidad de medida	Valor
n	SAF	53
Densidad de siembra	Plantas/ha	897
SAF cacao en producción	ha	104,25
SAF cacao en evaluados	ha	104,25
Rendimiento cacao seco	kg/ha	957,32
Precio de venta	S/. / kg	7,38

**c) Proyección del secuestro de CO<sub>2</sub> por año de los sistemas agroforestales**

Periodo de evaluación	Edad del sistema en años	Total, de CO <sub>2</sub> retenido t/ha	CO <sub>2</sub> retenido t/ha/año
<b>Año 0</b>	12	506,35	
<b>Año 1</b>	13	1597	1090
<b>Año 2</b>	14	1699	103
<b>Año 3</b>	15	1802	103
<b>Año 4</b>	16	1905	103
<b>Año 5</b>	17	2007	103

**b) Producción de cacao desde el año base y los próximos 5 años**

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Hectáreas	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25	104,25
Productividad (kg/ha)	957,32	957,32	957,32	957,32	957,32	957,32
Producción total (kg)	99 800,95	99 800,95	99 800,95	99 800,95	99 800,95	99 800,95
Mermas y autoconsumo%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Total Kg	94 810,90	94 810,90	94 810,90	94 810,90	94 810,90	94 810,90



Tendencia lineal del aumento del secuestro de carbono por año (1 = 12 años, 2=16 años, 3=17 año, 4= 20 años). g

## Costos

RUBROS	Año 0 Costo Total S/.	Año 1 Costo Total S/.	AÑO 2 Costo Total S/.	AÑO 3 Costo Total S/.	AÑO 4 Costo Total S/.	AÑO 5 Costo Total S/.
Costos de inversión de la producción de cacao	2 298 048,50					
Costos Directos-producción y mantenimiento	371 110,33	371 110,33	371 110,33	371 110,33	371 110,33	371 110,33
Costos indirectos – herramientas y maquinarias para el cultivo de cacao	10 600,00	6 890,00	102 290,00	15 105,00	6 890,00	6 890,00
Total de costos administrativo	52 960,00	92 560,00	92 560,00	92 560,00	92 560,00	92 560,00
Costos para la implementación del proyecto del servicio ambiental – venta de bonos de carbono	<b>212 608,45</b>	<b>69 645,00</b>				



## Supuestos

SUPUESTOS	PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CACAO					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Sin CO<sub>2</sub></b>						
Producción de cacao seco en kg	99801	99 801	99 801	99 801	99 801	99 801
Costo de producción por kg cacao seco	3,94					
Costo de venta por kg cacao seco	7,38					
Perdida por autoconsumo 5%	5%					
Incremento anual (%)						
<b>Con CO<sub>2</sub></b>						
Producción de cacao seco en kg	99801	99 801	99 801	99 801	99 801	99 801
Costo de producción por kg cacao seco	3,94					
Costo de venta por kg cacao seco	7,38					
Perdida por autoconsumo 5%						
Incremento anual						
		PROYECCIÓN DEL SECUESTRO DE CO <sub>2</sub> t/ha AL AÑO				
Producción (retención) de dióxido de carbono (t)	103	10 738	10 738	10 738	10 738	10 738
Costo por implementación de servicio ambiental	<input type="text"/>					
Costo de venta por tonelada de carbono en \$	.					
Tipo de cambio*	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>

\*[https://www.sbs.gob.pe/app/pp/sistip\\_portal/paginas/publicacion/tipocambiopromedio.aspx](https://www.sbs.gob.pe/app/pp/sistip_portal/paginas/publicacion/tipocambiopromedio.aspx)

# Flujo de caja

RUBROS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>I, MÓDULO DE INVERSIÓN (Expresados en "negativo")</b>	-2 297 548,5	0	0	0	0	0
Instalación de parcela	-2 297 548,5					
<b>II, MÓDULO DE OPERACIÓN (A -B)</b>	486 667	926 733	963 537	963 537	963 537	963 537
<b>A, INGRESOS INCREMENTALES (a - b)</b>	0	297 103	333 907	333 907	333 907	333 907
<b>(a) Ingresos con venta de bonos de carbono</b>	699 275	996 378	1 033 182	1 033 182	1 033 182	1 033 182
Venta de cacao seco en soles	699 275,13	699 275,13	736 079,09	736 079,09	736 079,09	736 079,09
Venta de CO <sub>2</sub> retenido en soles	0,00	297 103,13	297 103,13	297 103,13	297 103,13	297 103,13
<b>(b) Ingresos sin venta de bonos de carbono</b>	699 275	699 275	699 275	699 275	699 275	699 275
Venta de cacao seco en soles	699 275,13	699 275,13	699 275,13	699 275,13	699 275,13	699 275,13
<b>B, EGRESOS OPERATIVOS INCREMENTALES (c - d)</b>	212 608	69 645	69 645	69 645	69 645	69 645
<b>(c) Costos y gastos operativos con bonos de carbono</b>	663 081	556 007	651 407	564 222	556 007	556 007
El costo de producción involucra todo lo que genera la producción y venta,	663 081	556 007	651 407	564 222	556 007	556 007
<b>(d) Costos y gastos operativos sin bonos de carbono</b>	450 472	486 362	581 762	494 577	486 362	486 362
El costo de producción involucra todo lo que genera la producción y venta,	450 472	486 362	581 762	494 577	486 362	486 362
<b>FLUJO DE CAJA NOMINAL ( I + II )</b>	-1 811 382	926 733	963 537	963 537	963 537	963 537
<b>FLUJO DE CAJA ACUMULADO</b>	-1 811 382	-884 649	1 890 270	1 927 074	1 927 074	1 927 074
<b>VALOR ACTUAL NETO (VAN )</b>	1 454 547,8					
<b>TASA INTERNA DE RETORNO (TIR )</b>	44,0%					
<b>TASA DE INTERÉS MÍNIMA</b>	<b>12%</b>					
<b>BENEFICIO/COSTO</b>	<b>1,86</b>					

## VI. CONCLUSIONES

---

- Aunque no se observan diferencias marcadas en la diversidad y es **evidente la dominancia de dos especies utilizadas como sombra**, este estudio contribuye al conocimiento de **cómo los cacaocultores modifican y diversifican los SAF de cacao**. Sin embargo, **esta diversificación, debe ser gestionada para mejorar la distribución de los árboles de sombra y mejorar las prácticas** de gestión de la diversificación que sean beneficiosas para los agricultores y el medio ambiente.
- La biomasa y el **secuestro de carbono** del cacao en el SAF **tienden a aumentar con la edad del sistema**. Las **especies arbóreas madereras** como *Cordia alliodora* **pueden capturar más de 10 t/ha** de carbono en sistemas de más de 29 años. Además en los **SAF de cacao de más de 29 años, el suelo** puede capturar **más de 131 t/ha** de carbono y esto es superior al carbono capturado por el componente aéreo. Por último, los SAF de cacao pueden retener más de 490 t/ha de CO<sub>2</sub>.
- La evaluación económica de la implementación de un proyecto de servicios ecosistémicos que venda bonos de carbono, generó un VAN de S/. 1 454 547.8, una TIR de 44 %, y una relación Beneficio-Costo de 1,86; por tanto, se concluye que la implementación del proyecto es viable



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS



## **XIV Salón del Cacao y Chocolate Internacional 2023**

***V Foro del Cacao y Chocolate Latinoamericano***

# **GRACIAS**

**Malluri Goñas Goñas**

Ingeniera Agrónoma

Maestría en Gerencia en Agronegocios

Scopus Autor ID: 57226104262

mallurig17@gmail.com

malluri.gonas@untrm.edu.pe

Cel. +51998407421