



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



MINISTERO DELLA  
TRANSIZIONE ECOLOGICA

## **Estudios sobre medios de vida, sostenibilidad y captura de carbono en el sistema agroforestal Chakra con cacao en comunidades de pueblos originarios de la provincia de Napo: casos de las asociaciones Kallari, Wiñak y Tsatsayaku, Amazonía Ecuatoriana**



Ministerio de Agricultura y Ganadería  
Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

 **Gobierno**  
del Encuentro

Juntos  
lo logramos



---

ESTUDIOS SOBRE MEDIOS DE VIDA,  
SOSTENIBILIDAD Y CAPTURA DE CARBONO EN  
EL SISTEMA AGROFORESTAL CHAKRA  
CACAO EN COMUNIDADES DE PUEBLOS  
ORIGINARIOS DE LA PROVINCIA DE NAPO:  
CASOS DE LAS ASOCIACIONES KALLARI, WIÑAK  
Y TSATSAYAKU, AMAZONÍA ECUATORIANA

---

**Autores:**

Bolier Torres  
Ana Karina Andrade  
Francisco Enriquez  
Marcelo Luna  
Marco Heredia-R  
Carlos Bravo



## **CACAO** Climáticamente Inteligente

Esta publicación forma parte del proyecto GCP/GLO/534/ITA "Proyecto Agricultura Climáticamente Inteligente en Cacao Bajo Sistema Agroforestal en Ecuador", enmarcado en la Alianza Internacional para la Agricultura Climáticamente Inteligente (IACSA) de FAO. Las denominaciones empleadas en este documento y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, o el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Las opiniones expresadas en este documento son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO o los Ministerios mencionados.

### **Estudios sobre medios de vida, sostenibilidad y captura de carbono en el sistema agroforestal *Chakra* con cacao en comunidades de pueblos originarios de la provincia de Napo: casos de las asociaciones Kallari, Wiñak y Tsatsayaku, Amazonía Ecuatoriana.**

**Publicado por:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Proyecto Agricultura Climáticamente Inteligente en Cacao Bajo Sistema Agroforestal en Ecuador (GCP/GLO/534/ITA).  
Av. Amazonas y Eloy Alfaro esquina. Edificio del MAG (Mezzanine)  
Quito, Ecuador  
[www.fao.org](http://www.fao.org)

**Derechos reservados:** ©2022 FAO-Ecuador.  
Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros que sean no comerciales sin permiso escrito previo de quien detenta el derecho de autor, mencionando la citación.  
Se prohíbe reproducir esta publicación para vender o para otros fines comerciales sin permiso escrito de quien detenta el derecho de autor.

**Cita del libro:** Bolier Torres, Ana Andrade, Francisco Enriquez, Marcelo Luna, Marco Heredia-R y Carlos Bravo. 2022. Estudios sobre medios de vida, sostenibilidad y captura de carbono en *Chakra* con cacao: casos de las asociaciones Kallari, Wiñak y Tsatsayaku, Amazonía Ecuatoriana. FAO - Ecuador. 137 pp.

**Revisión de Pares:** Marco Robles Morillo, Ph.D., The Nature Conservancy (TNC)  
Wilfredo Franco, Ph.D., Universidad Regional Amazónica Ikiam  
Arm Radwan, Ph.D., Universidad Regional Amazónica Ikiam

**Revisión de estilo:** Bolier Torres y Francisco Enriquez

**Diseño gráfico:** Christian Lasso

**Primera edición:** Quito, 20 de Abril de 2022

**ISBN:** 978-9942-42-211-8

# ÍNDICE DE CONTENIDO

---

Lista de Figuras	6
Lista de Tablas	8
Siglas y Acrónimos	11
Autores	13
Prólogo	15
Agradecimientos	16

---

<b>CAPÍTULO 1</b>	19
Contexto de las asociaciones productoras estudiadas y del Proyecto Cacao Climáticamente Inteligente	

---

<b>CAPÍTULO 2</b>	33
Medios de vida de los hogares productores de cacao en sistema <i>Chakra</i> , Amazonía Ecuatoriana	

---

<b>CAPÍTULO 3</b>	47
Evaluación de la sostenibilidad en <i>Chakra</i> con cacao: Asociaciones Tsatsayaku, Wiñak y Kallari, Amazonía Ecuatoriana	

---

<b>CAPÍTULO 4</b>	59
Secuestro de carbono en las <i>Chakra</i> con cacao en la Amazonía Ecuatoriana	

---

<b>CAPÍTULO 5</b>	81
Especies arbóreas y arbustivas con mayor aporte al secuestro de carbono del sistema <i>Chakra</i> con cacao en la Amazonía Ecuatoriana	

---

<b>CAPÍTULO 6</b>	91
Uso del suelo y estimación de carbono en áreas de influencia bajo el sistema <i>Chakra</i> en la zona baja de la provincia de Napo	

---

<b>CAPÍTULO 7</b>	113
Propuesta de una Acción Nacional Apropriada de Mitigación (NAMA) en Agricultura Climáticamente Inteligente para la provincia de Napo	

# LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b>	Proyecto CCI. "Enfoque de Producción – Cacao Climáticamente Inteligente". 2020.	24
<b>Figura 1.2.</b>	Mapa del Ecuador y la zona de influencia de la Chakra con cacao en la provincia de Napo.	28
<b>Figura 2.1.</b>	Diagrama del Enfoque de Medios de Vida Sostenibles (DFID, 1999).	36
<b>Figure 2.2.</b>	Mapa de la zona baja de Napo y las tres zonas de estudio: Las cajas en amarillo muestran los hogares de la Asociación Tsatsayaku; los triángulos rojos representan los hogares de la Asociación Kallari y los círculos azules muestran los hogares de la Asociación Wiñak.	38
<b>Figura 3.1.</b>	Niveles de evaluación de la sostenibilidad de acuerdo a la FAO.	51
<b>Figura 3.2.</b>	Procedimiento de SAFA (versión 2.4.1)	52
<b>Figura 3.3.</b>	Interface del programa SAFA versión 2.4.1	52
<b>Figura 3.4.</b>	Grado de sostenibilidad de la <i>Chakra</i> en la asociación de productores Tsatsayaku.	55
<b>Figura 3.5.</b>	Grado de sostenibilidad de la <i>Chakra</i> en la asociación de productores Wiñak.	56
<b>Figura 3.6.</b>	Grado de sostenibilidad de la <i>Chakra</i> en la asociación de productores Kallari.	57
<b>Figura 3.7.</b>	Valores de sostenibilidad por dimensiones entre asociaciones Tsatsayaku, Wiñak y Kallari.	58
<b>Figura 4.1.</b>	Mapa de la zona baja de la provincia de Napo y ubicación geográfica de las 36 parcelas permanentes para el monitoreo de composición florística y secuestro de carbono en Chakra con cacao en tres asociaciones de productores de cacao de los cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.	65
<b>Figura 4.2.</b>	Representación gráfica de la parcela para el inventario y el sub-diseño de fajas para facilitar el establecimiento en campo y medición.	66
<b>Figura 4.3.</b>	Representación gráfica de las parcelas permanente de monitoreo para evaluar la composición florística y secuestro de carbono en biomasa aérea.	67
<b>Figura 4.4.</b>	Esquema de muestreo de suelo y hojarasca.	67
<b>Figura 4.5.</b>	Carbono de la biomasa aérea en Mg ha <sup>-1</sup> en árboles, plantas de cacao y musáceas, del sistema Agroforestal tradicional " <i>Chakra</i> " de la Asociación Tsatsayaku, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.	71
<b>Figura 4.6.</b>	a) Carbono orgánico (%) y b) densidad aparente del suelo a diferentes profundidades del sistema Agroforestal tradicional " <i>Chakra</i> " de la Asociación Tsatsayaku, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.	71
<b>Figura 4.7.</b>	Carbono del suelo en Mg ha <sup>-1</sup> en diferentes profundidades, hojarasca y raíces finas del sistema Agroforestal tradicional " <i>Chakra</i> " de la Asociación Tsatsayaku, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.	72
<b>Figura 4.8.</b>	Carbono de la biomasa aérea en Mg ha <sup>-1</sup> en árboles, plantas de cacao y musáceas, del sistema Agroforestal tradicional " <i>Chakra</i> " de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.	73

<b>Figura 4.9.</b>	a) Carbono orgánico (%) y b) densidad aparente del suelo a diferentes profundidades del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.	74
<b>Figura 4.10.</b>	Carbono del suelo en Mg ha <sup>-1</sup> en diferentes profundidades, hojarasca y raíces finas del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.	75
<b>Figura 4.11.</b>	Carbono de la biomasa aérea en Mg ha <sup>-1</sup> en árboles, plantas de cacao y musáceas, del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.	76
<b>Figura 4.12.</b>	Carbono orgánico (%) y densidad aparente del suelo a diferentes profundidades del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Kallari, Tena, Napo, Ecuador.	77
<b>Figura 4.13.</b>	Carbono del suelo en Mg ha <sup>-1</sup> en diferentes profundidades, hojarasca y raíces finas del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Kallari, Archidona, Napo, Ecuador.	78
<b>Figura 4.14.</b>	Comparación del carbono total almacenado entre el bosque primario, la Chakra amazónicas y el monocultivo de cacao.	79
<b>Figura 5.1.</b>	Las diez especies arbóreas, frutales y palmas de mayor importancia para el almacenamiento de carbono de la biomasa (%) del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Tsatsayaku, cantón Arosemena Tola, Napo, Ecuador.	86
<b>Figura 5.2.</b>	Las diez especies arbóreas, frutales y palmas de mayor importancia para el almacenamiento de carbono de la biomasa (%) del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Wiñak, cantón Archidona, Napo, Ecuador.	88
<b>Figura 5.3.</b>	Las diez especies arbóreas, frutales y palmas de mayor importancia para el almacenamiento de carbono de la biomasa (%) del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Kallari, cantón Tena, Napo, Ecuador.	89
<b>Figura 6.1.</b>	Mapa del área de influencia y ubicación de las parcelas permanentes de monitoreo en las asociaciones de productores de cacao – Chakra, ubicados en la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola	95
<b>Figura 6.2.</b>	Mapa del uso de suelo de la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.	99
<b>Figura 6.3.</b>	Mapa de categorías de uso de suelo y formaciones vegetales del área de influencia de la Chakra con cacao, en la zona baja de la provincia de Napo: Asociación Wiñak (cantón Archidona), Asociación Kallari (cantón Tena) y Asociación Tsatsayaku (cantón Arosemena Tola)	101
<b>Figura 6.4.</b>	Mapa de las categorías de usos del suelo en el área de influencia de la asociación Wiñak	104
<b>Figura 6.5.</b>	Mapa de categorías de usos del suelo en el área de influencia de la asociación Tsatsayaku	105
<b>Figura 6.6.</b>	Mapa de categorías de usos del suelo en el área de influencia de la asociación Kallari	106
<b>Figura 6.7.</b>	Bosque y Chakra en el área de influencia de las tres asociaciones de productores estudiadas	109
<b>Figura 7.1.</b>	Ciclo óptimo para el desarrollo de las NAMA en Ecuador.	117

# LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.1.</b>	Asociaciones de productores estudiadas en la provincia de Napo.	29
<b>Tabla 2.1.</b>	Determinación de la muestra de productores del sistema Chakra basada en el cultivo de cacao en las asociaciones: Kallari, Wiñak y Tsatsayaku, provincia de Napo, 2020.	39
<b>Tabla 2.2.</b>	Temática y principales variables estudiadas en la teoría de capitales.	39
<b>Tabla 2.3.</b>	Promedio de las principales variables que representan el capital humano en pequeños productores de cacao en sistema <i>Chakra</i> de la provincia de Napo, Ecuador, 2020.	41
<b>Tabla 2.4.</b>	Promedio de las principales variables que representan el capital social en pequeños productores de cacao en sistema <i>Chakra</i> de la provincia de Napo, Ecuador, 2020.	42
<b>Tabla 2.5.</b>	Promedio de las principales variables que representan el capital natural en pequeños productores de cacao en sistema <i>Chakra</i> de la provincia de Napo, Ecuador, 2020.	43
<b>Tabla 2.6.</b>	Promedio de las principales variables que representan el capital físico en pequeños productores de cacao en sistema <i>Chakra</i> de la provincia de Napo, Ecuador, 2020.	44
<b>Tabla 2.7.</b>	Promedio de las principales variables que representan el capital financiero en pequeños productores de cacao en sistema <i>Chakra</i> de la provincia de Napo, Ecuador, 2020.	45
<b>Tabla 3.1.</b>	Escenarios de evaluación de la sostenibilidad, utilizando la metodología SAFA versión 3.0 (Evaluación de la sostenibilidad para la agricultura y la alimentación)	50
<b>Tabla 3.2.</b>	Unidades simplificadas ( $u^2$ ) de sostenibilidad en las asociaciones	58
<b>Tabla 4.1.</b>	Estudios previos realizados en <i>Chakra</i> Amazónicas de Napo	63
<b>Tabla 4.2.</b>	Ecuaciones alométricas utilizadas en la estimación de biomasa aérea en los árboles, frutales, palmas, plantas de cacao y musáceas; y para los componentes del suelo.	68
<b>Tabla 4.3.</b>	<i>Stock</i> de biomasa, carbono y CO <sub>2</sub> sobre el suelo, en diferentes componentes del sistema " <i>Chakra</i> " de la Asociación Tsatsayaku, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.	70
<b>Tabla 4.4.</b>	<i>Stock</i> del carbono orgánico del suelo en diferentes profundidades, de la hojarasca y raíces finas del sistema " <i>Chakra</i> " de la Asociación Tsatsayaku, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.	72
<b>Tabla 4.5.</b>	<i>Stock</i> de biomasa, carbono y CO <sub>2</sub> sobre el suelo, en diferentes componentes del sistema " <i>Chakra</i> " de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.	73
<b>Tabla 4.6.</b>	<i>Stock</i> del carbono orgánico del suelo en diferentes profundidades, de la hojarasca y raíces finas del sistema " <i>Chakra</i> " de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.	75
<b>Tabla 4.7.</b>	<i>Stock</i> de biomasa, carbono y CO <sub>2</sub> sobre el suelo, en diferentes componentes del sistema " <i>chakra</i> " de la Asociación Kallari, Tena, Napo, Ecuador.	76

<b>Tabla 4.8.</b>	Stock del carbono orgánico del suelo en diferentes profundidades, de la hojarasca y raíces finas del sistema "Chakra" de la Asociación Kallari, Tena, Napo, Ecuador.	78
<b>Tabla 4.9.</b>	Stock del carbono total almacenado en la biomasa aérea, subterránea, hojarasca, suelo y raíces del sistema "Chakra" en las asociaciones Tsatsayaku, Wiñak y Kallari, Napo, Ecuador.	79
<b>Tabla 4.10.</b>	Stock del carbono almacenado en los diferentes compartimentos del suelo en el sistema "Chakra" de las asociaciones Tsatsayaku, Wiñak y Kallari, Napo, Ecuador	79
<b>Tabla 5.1.</b>	Ecuaciones alométricas utilizadas en la estimación de biomasa aérea en los árboles, frutales, palmas, plantas de cacao y musáceas.	85
<b>Tabla 5.2.</b>	Densidad, área basal, biomasa sobre el suelo e Índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) de los árboles, frutales y palmas más importantes en el SAF-T Chakra de la Asociación Tsatsayaku, Carlos Julio Arosemena Tola, Napo, Amazonía Ecuatoriana.	86
<b>Tabla 5.3.</b>	Densidad, área basal, biomasa sobre el suelo e Índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) de los árboles, frutales y palmas más importantes en el SAF-T Chakra de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Amazonía Ecuatoriana.	87
<b>Tabla 5.4.</b>	Densidad, área basal, biomasa sobre el suelo e Índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) de los árboles, frutales y palmas más importantes en el SAF-T Chakra de la Asociación Kallari, Tena, Napo, Amazonía Ecuatoriana.	89
<b>Tabla 6.1.</b>	Distribución del uso de suelo en la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.	100
<b>Tabla 6.2.</b>	Distribución del uso de suelo a nivel de área de influencia directa de la Chakra con cacao, en la zona baja de la provincia de Napo: Asociación Wiñak (cantón Archidona), Asociación Kallari (cantón Tena) y Asociación Tsatsayaku (cantón Arosemena Tola).	102
<b>Tabla 6.3.</b>	Categorías de uso del suelo en las zonas de influencia directa de las asociaciones: Wiñak (cantón Archidona), Kallari (cantón Tena) y Tsatsayaku (cantón Arosemena Tola).	103
<b>Tabla 6.4.</b>	Categorías de uso de la tierra en la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.	107
<b>Tabla 6.5.</b>	Categorías de uso de la tierra en la zona baja de la provincia de Napo por cantón.	108
<b>Tabla 6.6.</b>	Existencias promedio estimadas de carbono a nivel de estrato boscoso y Chakra en la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.	110
<b>Tabla 6.7.</b>	Cambios en la superficie por categoría de uso de la tierra – Periodo 2016 – 2020, en la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.	111
<b>Tabla 7.1.</b>	La Chakra amazónica y los ODS	125



# SIGLAS Y ACRÓNIMOS

<b>ACI</b>	Agricultura Climáticamente Inteligente
<b>CCI</b>	Cacao Climáticamente Inteligente
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
<b>COT</b>	Carbono orgánico total
<b>DFID</b>	Departamento para el Desarrollo Internacional
<b>DSC</b>	Corporación para el Desarrollo Sostenible, Conservación y Cambio Climático
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>FODESNA</b>	Fondo para el Desarrollo Sostenible y Conservación del Agua del Río Napo
<b>GADP</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial
<b>INGEI</b>	Inventario Nacional de Gases de efecto Invernadero
<b>INIAP</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
<b>IVIB</b>	Índice de valor de importancia de la biomasa
<b>MAATE</b>	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
<b>MAB</b>	El Hombre y la Biosfera
<b>MAG</b>	Ministerio de Agricultura y Ganadería
<b>MVS</b>	Medios de vida Sostenible
<b>NAMA</b>	Acción Nacional Apropiada de Mitigación
<b>NDC</b>	Contribuciones determinadas a nivel nacional
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>RAE</b>	Región Amazónica Ecuatoriana
<b>RBS</b>	Reserva de Biosfera Sumaco
<b>SAF</b>	Sistemas Agroforestales
<b>SAFA</b>	Evaluación de Sostenibilidad de los Sistemas Alimentarios y Agrícolas
<b>SAF-T</b>	Sistema Agroforestal Tradicional
<b>SIPAM</b>	Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial
<b>STAMP</b>	Principios de evaluación y medición de la sostenibilidad de Bellagio
<b>UEA</b>	Universidad Estatal Amazónica
<b>UNESCO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
<b>URAI</b>	Universidad Regional Amazónica IKIAM
<b>USCUSS</b>	Uso de suelo, Cambio de uso de Suelo y Silvicultura
<b>VANT</b>	Vehículo aéreo no tripulado



# AUTORES

---



**Bolier Torres Navarrete, Ph.D.**

- Departamento de Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador
- Corporación para el Desarrollo Sostenible, Conservación y Cambio Climático (DSC), Tena, Ecuador



**Ana Karina Andrade Rivadeneira, M.Sc.**

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)



**Geovanny Francisco Enriquez Barahona, M.Sc.**

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)



**Marcelo Luna Murillo, Ph.D. (c)**

- Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador
- Candidato a Dr. en: CENTRUM Católica Graduate Business School, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú



**Marco Heredia Rengifo, Ph.D. (c)**

- Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Ecuador
- Candidato a Dr. en: AgSystems, Ceigram, itdUPM, Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, Spain



**Carlos Bravo-Medina, Ph.D.**

- Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador



# PRÓLOGO

---

El cambio climático supone el mayor reto que ahora la humanidad enfrenta, porque compromete el sistema agroalimentario que es especialmente vulnerable a un clima cambiante, repercutiendo directamente en la seguridad alimentaria, la pobreza y los recursos, alejándonos de la consecución de los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

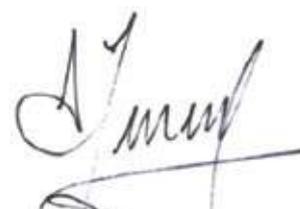
No obstante y al mismo tiempo, la agricultura puede tener un potencial significativo en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La situación mundial actual requiere de medidas concretas para encaminar los esfuerzos hacia una agricultura sostenible, que en varias regiones del mundo se practica a través del rescate de sistemas agrícolas ancestrales. La Amazonía ecuatoriana es la cuna del sistema agroforestal denominado Chakra, con características únicas, que ha constituido la fuente de alimentos de la población local durante miles de años, donde se conservan los valores culturales y se protege la biodiversidad de la región.

La toma de decisiones correctas y oportunas requiere de información. Este estudio presenta resultados que dan cuenta del innegable valor tangible e intangible de la Chakra amazónica en varios aspectos. Particularmente en la lucha contra el cambio climático, pues abre una posibilidad para plantear opciones que permitan el cumplimiento de la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), así como para la movilización de fondos destinados al financiamiento de proyectos con fines de mitigación y adaptación al cambio climático, y que contribuyan a la protección y apoyo a los pequeños productores que se dedican al cultivo bajo el sistema Chakra y otros sistemas agroforestales en el país.

La pandemia de COVID-19 supuso un reto adicional para recabar información, sin embargo, gracias al trabajo conjunto y coordinado con las asociaciones de productores y productoras de cacao en Chakra, el equipo técnico del proyecto, la cooperación internacional, la academia e institutos de investigación se logró alcanzar los objetivos planteados.

El documento que se presenta a continuación abre un abanico de posibilidades para la agricultura sostenible en el Ecuador que garantice la seguridad y soberanía alimentaria y a la vez, apoye a los pequeños productores en la comercialización para mercados nacionales e internacionales.

El conjunto de resultados documentados en el presente informe no constituye un fin, sino el inicio que demuestra que cada esfuerzo realizado, permite alcanzar grandes objetivos, impulsando la multidimensionalidad del bienestar.



**Agustín Zimmermann**  
**Representante FAO Ecuador**

# AGRADECIMIENTOS

---

Los autores de esta publicación expresamos nuestro profundo agradecimiento al equipo técnico y administrativo de las tres Asociaciones de productores Wiñak, Tsatsayaku y Kallari, así como también a todas las personas miembros de las comunidades asociadas:

En **Wiñak** (Kinti Urku, 5 de octubre, Nueva Esperanza, Mondayaku, Wamak Urku, Rumiñahui, Sociedad Libre, Pushi Wayaku, Papanku, San Gregorio, Machangara, Barrio Lindo, Santa Elena, Santa Rita, Wambula, San Vicente, Bajo Shicama, San Juan, Batancocha, Alto Shicama, San Bartolo, Kas-hayaku, Kuri Muyu, San Diego, Chakarumi, Nuevo Venturoso, San Rafael, San Clemente, Chaupishungo, Ayapata, Libertad, Inchillaqui, Rukullacta, Rumipamba, Caimitu Yaku, San José, San Martín, San Bernardo, Santo Domingo, San Luis, Centro Kichwa, Para Yaku, Mariposa, Centro Mamallacta, San Pablo, Awayaku, Tambayaku, Itakivilina, Nueva Estrella, Poroto Yaku, Nukuno, Alto Poroto, Lusianta, Casa Blanca, Villano, Ardilla Urku, 10 de Agosto, Wawa Sumaco, Ichu Urku, Calvario, Twinza);

En **Tsatsayaku** (Tzawata, Ila Alta, Ila Bajo, San Francisco de Chucapi, Flor del Bosque, San Clemente de Chucapi, Misi Urku, Luz de América, Puni Cotona, Puni Ishpingo, Nueva Esperanza, Santa Rosa, Arosemena Tola)

En **Kallari** (APPAL, Diez de Agosto, Campo Cocha, Colonia Bolívar, Ñukanchi Kawsay, Río Blanco, Rumi Yaku, Puni Bocana, Mirador, Santa Barbara, Sumak Samay, Shandia, Serena, Ila Yaku, Jatun Yacu, Mushuk Kawsay, Bajo Talag, Nueva Jerusalén, Centro Talag, Suyu Kawsay y, Guinea Chimbana).

A todos por su colaboración en este proyecto, por su amabilidad como anfitriones en nuestras visitas y por compartir sus experiencias y conocimientos sobre el manejo del sistema Chakra con cacao y sus medios de vida. De la misma manera agradecemos a todo el equipo técnico del proyecto y las personas que participaron en el trabajo de campo Jeancarlo Chávez, Cristina Chancosa, Cristhian Tipán-Torres, Gabriel Grefa, Gregorio Grefa, Jenny Garay, Roxana Tanguila, Deniz Barreto, Gabriela Cabezas, Alexandra Burgos, Cristofer Andy, Wilmer Shiguango.

También dejamos constancia de nuestro agradecimiento al Ministerio della Transizione Ecologica de Italia por su valioso aporte como donante para el Proyecto GCP/GLO/534/ITA Agricultura Climáticamente Inteligente en cacao bajo sistema agroforestal en Ecuador” – Cacao Climáticamente Inteligente (CCI) ejecutado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). A la Corporación de Asociaciones de la Chakra Amazónica y a las Asociaciones de productores Wiñak, Kallari y Tsatsayaku por su apertura y apoyo para socializar y realizar los estudios objeto de la presente investigación. Al Gobierno Nacional de la República del Ecuador, a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), por su apoyo en el desarrollo de las actividades del Proyecto Cacao Climáticamente Inteligente (CCI).

Además agradecemos a las autoridades e investigadores de la Universidad Estatal Amazónica (UEA), la Universidad Regional Amazónica Ikiam (URAI), la Corporación para el Desarrollo Sostenible, Conservación y Cambio Climático (DSC) por sus contribuciones durante las diferentes fases de esta investigación.

Nuestro sincero agradecimiento a los revisores externos de esta publicación, por su contribución al mejoramiento de este documento: al Dr. Wilfredo Franco y Dr. Amr Radwan profesores titulares de la URAI y al Dr. Marco Robles Morillo del TNC.

**Bolier Torres**  
**Ana Karina Andrade**  
**Francisco Enríquez**  
**Marcelo Luna**  
**Marco Heredia-R**  
**Carlos Bravo**



# CAPÍTULO 1

---

## Contexto de las asociaciones productoras estudiadas y del Proyecto Cacao Climáticamente Inteligente

### 1.1 Introducción

Actualmente en Ecuador se han identificado sistemas productivos sostenibles basados en tradiciones y conocimientos ancestrales, con potencial de sostenibilidad en términos ecológicos y socioeconómicos (Pokorny et al., 2010). En la Amazonía Ecuatoriana, los sistemas agroforestales tradicionales (SAF-T) se los denominan localmente "*Chakra*", que corresponde a una tradición agrícola común y respetuosa con el ambiente, practicado por comunidades indígenas. Normalmente, este sistema agroforestal tradicional no involucra fertilizantes, pesticidas ni maquinaria pesada, con la ventaja de preservar árboles nativos maduros de regeneración natural que los productores han permitido crecer para varios propósitos. La *Chakra* se realiza en pequeñas parcelas de tierra desarrolladas en brechas forestales para satisfacer las necesidades alimentarias, que después de unos años pueden ser deliberadamente abandonadas para permitir la recuperación del bosque (Vera et al., 2019; Torres et al., 2015). Además, hoy en día se caracterizan por incluir el cultivo de productos orientados a mercados nacionales y/o internacionales, para la generación de ingresos monetarios, por ejemplo, cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L., Malvaceae), guayusa (*Ilex guayusa* Loes., Aquifoliaceae), café (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner, Rubiaceae), vainilla (*Vanilla* spp., Orchidaceae) entre otros.

En la última década, la *Chakra* ha sido analizada por varios investigadores desde distintos enfoques, por ejemplo analizando las estrategias de vida rurales y diversidad agrícola (Torres et al., 2018a; Torres et al., 2018b), observando la gestión integradora del paisaje y el desarrollo sostenible (Jarrett et al., 2017), considerando la importancia, legado cultural y social del pueblo Kichwa amazónico a través de este sistema (Zurita-Benavides et al., 2021; Coq-Huelva et al., 2017a; Co-Huelva et al., 2017b), examinando su biodiversidad y potencial para la soberanía alimentaria (Vera et al., 2019; Vera et al., 2017; Garrido-Pérez et al., 2018; Torres et al., 2015; Jadán et al., 2012), analizando el potencial de resiliencia y contribución a la adaptación y mitigación del cambio climático (Torres et al., 2015), así como también la importancia del sistema *Chakra* para promover procesos de gobernanza participativa (Torres et al., 2014), todos estos trabajos han servido para por un lado concienciar a los pequeños agricultores contemporáneos sobre las ventajas de



este sistema como alternativa productiva sostenible, así como también para atraer a la cooperación internacional interesada en fomentar sistemas sostenibles que además rescaten la cultura ancestral. Todos estos atributos, han contribuido para que el sistema *Chakra* esté en proceso para ser reconocido como parte de los *"Sistemas importantes del Patrimonio Agrícola Mundial"* (SIPAM)<sup>1</sup> de la FAO. En el año 2002, la FAO definió a los SIPAM como *"Sistemas de uso de la tierra y paisajes extraordinarios que son ricos en diversidad biológica de importancia mundial, evolucionando desde la co-adaptación de una comunidad con su ambiente y sus necesidades y aspiraciones para un desarrollo sostenible"* (Koohafkan & Altieri, 2010).

Consecuentes a la evolución del interés del sistema *Chakra*, es necesario fomentar investigaciones específicas especialmente en la *Chakra* orientada al mercado, con el fin de monitorearlas permanentemente, para poder contar con información necesaria actualizada y proponer proyectos de desarrollo, mecanismos de incentivos viables, entre otras iniciativas que garanticen la implementación de actividades de producción sostenible en términos sociales, económicos y ecológicos, asegurando al mismo tiempo el mantenimiento a largo plazo del paisaje forestal en esta importante zona.

1 <https://www.fao.org/giahs/es/>

En este marco, el presente documento tiene como objetivo dar a conocer el aporte de la *Chakra* Amazónica a la captura de carbono y su relevancia para la mitigación del cambio climático, además de publicar los resultados del estudio de medios de vida y sostenibilidad del sistema, ejecutados por el Proyecto: “Cacao Climáticamente Inteligente” en conjunto con la academia y entidades estatales involucradas. Con esta información, se espera brindar un aporte a las estrategias locales y nacionales para garantizar la seguridad alimentaria y enfrentar el cambio climático.

## 1.2 Contexto de las asociaciones Kallari, Wiñak y Tsatsayaku

La iniciativa de la generación del Proyecto “Agricultura Climáticamente Inteligente en cacao bajo sistema agroforestal en Ecuador - Cacao Climáticamente Inteligente (CCI)”, fue analizada durante el año 2014, entre el Ministerio de Transición Ecológica de Italia, el Ministerio del Ambiente de Ecuador (ahora Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, MAATE), Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador (MAG), el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo (GADPN), Academia y Organizaciones de Productores de Cacao.

El Proyecto “Agricultura Climáticamente Inteligente en cacao bajo sistema agroforestal en Ecuador” empezó su implementación el 15 de noviembre de 2019, se ejecutó en la Amazonía ecuatoriana, provincia del Napo y se enfocó en el cacao plantado en la *Chakra* Amazónica, un sistema agroforestal caracterizado por el uso sostenible de la biodiversidad y la adaptación a condiciones productivas adversas, además de ser fundamental para la reproducción cultural y social del pueblo Kichwa Amazónico.

Como su nombre lo indica, el proyecto se fundamenta en la Agricultura Climáticamente Inteligente (ACI) (CSA por sus siglas en inglés) que busca cumplir tres objetivos principales: a) Aumento sostenible de la productividad agrícola y los ingresos de los productores; b) Adaptación y resiliencia al cambio climático y, c) Reducción y/o absorción de gases de efecto invernadero. Para facilitar la ejecución del proyecto, se plasmaron tres componentes directamente relacionados con los pilares de la ACI:

- Fortalecimiento de la calidad del cacao y capacidades empresariales.
- Implementación de la conservación de la biodiversidad del cacao.
- Capacidades para la implementación de la Agricultura Climáticamente Inteligente y medición de secuestro de carbono, mejoradas.

En la Figura 1.1. se detallan los principales componentes y logros del proyecto.

# ENFOQUE DE PRODUCCIÓN - CACA

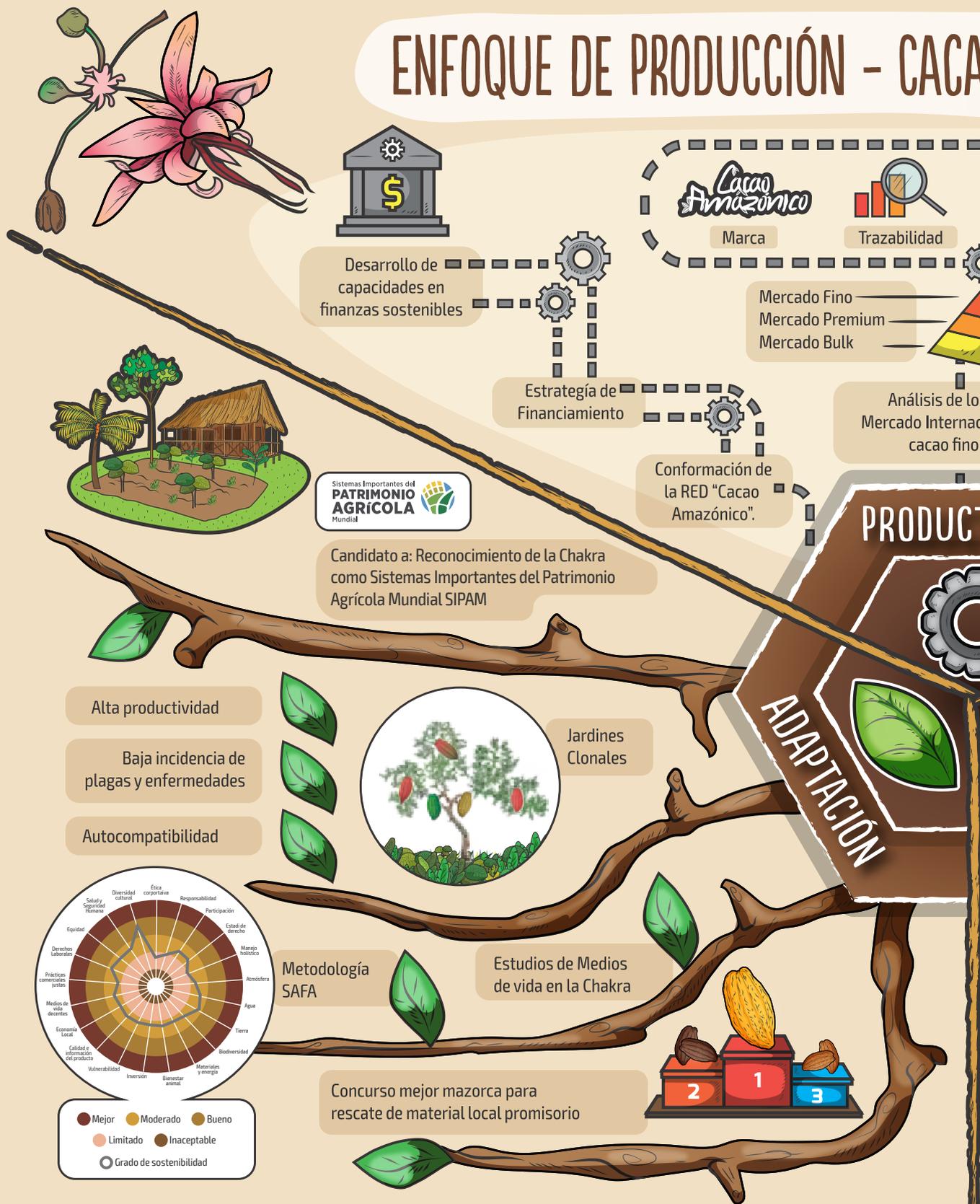
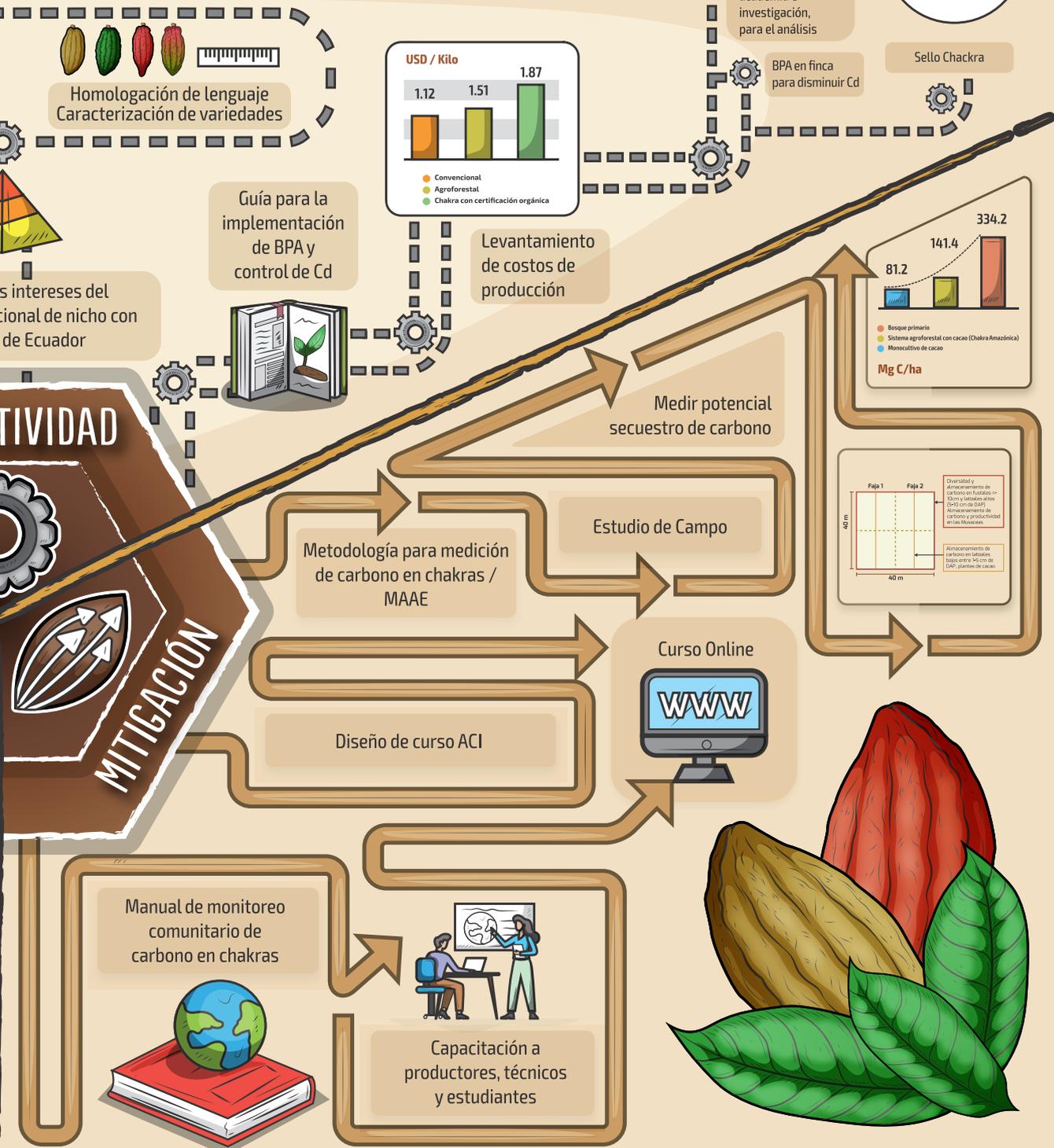


Figura 1.1. Proyecto CCI. "Enfoque de Producción – Cacao Climáticamente Inteligente". 2020.

# CAO CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE





La población objetivo fueron familias de agricultores que se dedican a la producción de cacao en el sistema *Chakra* amazónica. A través del proyecto se logró implementar el “*Sistema Participativo de Garantías Sello Chakra*”, culminando así un trabajo que inició años atrás como iniciativa de los productores, organismos internacionales y el gobierno local, con la finalidad de impulsar el sistema *Chakra* y promocionar los productos a mercados externos interesados en cacao proveniente de fincas sostenibles, que empleen sistemas agroforestales alineadas a la Agricultura Climáticamente Inteligente.

Paralelamente, el proyecto trabajó, junto con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en la recolección de mazorcas de cacao élite, para réplicas en jardines clonales, y se logró la conformación de la “*Corporación de Asociaciones de la Chakra Amazónica*”, que actualmente cuenta con 5 asociaciones adscritas.

El proyecto también identificó los servicios ecosistémicos que brinda la *Chakra* amazónica y realizó un estudio de mercado para establecer el interés de los mercados internacionales en

valorar el cacao con los conceptos diferenciadores de: sostenibilidad, origen, etnia del productor, no deforestación, entre otros.

Junto al Ministerio de Agricultura y Ganadería, se revisaron los módulos de aprendizaje comunitario de Agricultura Familiar Campesina y se apoyó en la implementación de Escuelas de Campo en la Provincia de Napo.

De manera simultánea, el proyecto trabajó con investigadores de la Universidad Estatal Amazónica (UEA), la Universidad Regional Amazónica IKIAM (URAI), la Corporación para el Desarrollo Sostenible, Conservación y Cambio Climático (DSC) y el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) para realizar el estudio del contenido de carbono en *Chakra* con cacao en la Amazonía Ecuatoriana, y comprobar su potencial de secuestro de carbono comparados con otros estudios realizados en esta misma zona en bosque nativo y monocultivos de cacao. También se ejecutaron estudios sobre medios de vida y sostenibilidad en *Chakra* con cacao.

A la par, el proyecto desarrolló un manual de monitoreo comunitario de carbono en *Chakra* basadas en el cultivo de cacao, un manual de buenas prácticas agrícolas, así como un curso e-learning sobre la aplicación de la Agricultura Climáticamente Inteligente en sistemas agroforestales<sup>2</sup>.

Además, se realizó el análisis de cadmio en suelos y mazorcas en el marco de la agenda nacional estratégica del cadmio, este trabajo en Napo bajo el liderazgo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Todas las actividades mencionadas contaron con la vinculación de técnicos y socios de las tres asociaciones de productores de cacao estudiadas y que emplean el sistema *Chakra* dentro de la provincia.

## 1.3 Materiales y métodos

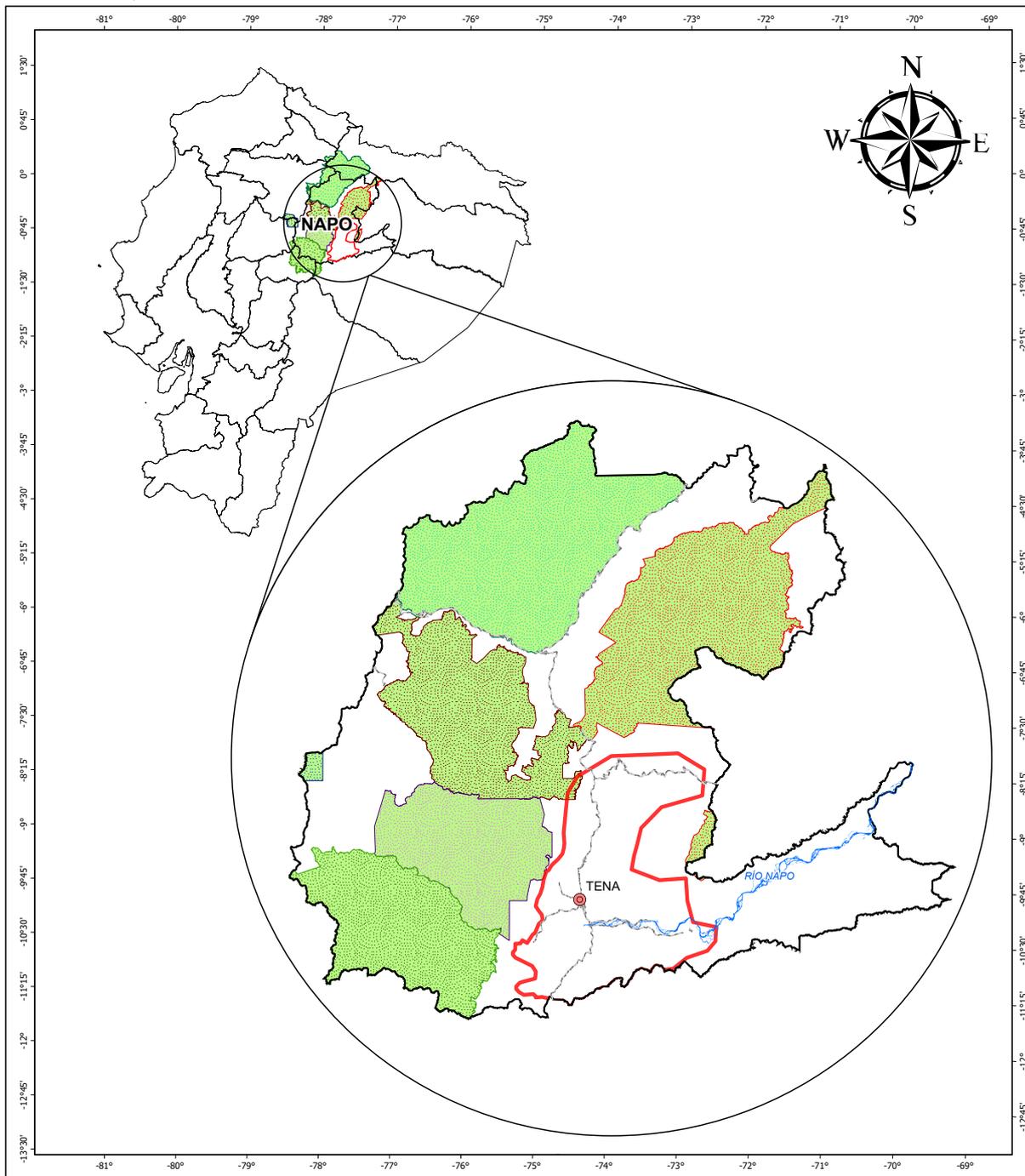
### 1.3.1 Área de intervención

El área de intervención del proyecto lo conforma la zona baja de la provincia de Napo, correspondiente a los cantones Carlos Julio Arosemena Tola, Archidona y Tena. Un área importante para la producción de cacao en sistema *Chakra*, rodeado por varias áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) del país (Figura 1.2.), con denotada importancia biológica y cultural.

2

.....  
<https://www.fao.org/in-action/capacitacion-politicas-publicas/cursos/ver/ru/c/1378473/>

ESCALA: 1:850,000



**UBICACIÓN DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS Y EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA PRODUCTIVO AGROFORESTAL CACAO-CHAKRA**

Escala gráfica: 1:850.000  
0 3 6 12 18 24 km  
1 cm equivale 8 kilómetros

**Proyecto:**  
AGRICULTURA CLIMATICAMENTE INTELIGENTE EN CACAO BAJO SISTEMA AGROFORESTAL EN ECUADOR - CACAO CLIMATICAMENTE INTELIGENTE (CCI)

**Fuentes:**  
Estratos Boscosos, MAG.  
División Político Administrativa, CONALI, 2019.  
Cartografía Base 1:25.000, MAG.

**Parámetros de Referencia Geodésicos:**  
Sistema de coordenadas Geográficas.  
Sistema de Referencia: SIRGAS - ECUADOR

Secuencia: 5 de 15

**LEYENDA**

- Zona de Influencia
- Áreas Protegidas en la Provincia de Napo
- RE Antisana
- PN Cayambe Coca
- RB Colonso Chalupas
- PN Cotopaxi
- PN Llanganates
- PN Sumaco Napo-Galeras

**UBICACIÓN DEL PROYECTO**

Ecuador  
América del sur

Esri, GEBCO  
DeLorme, NaturaVue

Figura 1.2. Mapa del Ecuador y la zona de influencia de la Chakra con cacao en la provincia de Napo.

Como antecedentes, en la Amazonía Norte del Ecuador, con el apoyo de varios organismos de cooperación nacional e internacional, se ha impulsado la asociatividad en productores de cacao en sistema *Chakra* y plataforma de diálogo multi-actoral, donde hasta el año 2014 participaron 41 actores de los sectores público, privado y social, se registraron 16 Asociaciones de productores participando activamente en la denominada “Mesa del Cacao” (Torres et al., 2015) que representaban a 12.000 productoras y productores (Torres et al., 2014), siendo el 75% indígenas y más del 80% mujeres. Dentro de este grupo, en la provincia de Napo se localizan tres de las principales asociaciones de productores de cacao en el sistema *Chakra* (Kallari, Wiñak y Tsatsayaku). El presente documento se basa en estas tres asociaciones que se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1.1.** Asociaciones de productores estudiadas en la provincia de Napo.

Cantón	Asociación	No. Socios	No. Productores
Tena	Kallari	322	1122
Archidona	Wiñak	263	909
Carlos Julio Arosemena Tola	Tsatsayaku	51	179

### 1.3.2 Contexto Asociación Kallari<sup>3</sup>

Kallari nace e inicia procesos organizativos en el periodo 1997 – 2002, con un modelo organizativo orientado en conceptos como la cadena de valor de los productos de la *Chakra* ofertados por los hogares miembros de la asociación (Hernández y Zambrano, 2019), mientras su constitución legal lo obtuvo en el 2003., localizada en el cantón Tena. Actualmente mantiene productores en 21 comunidades: APPAI, Diez de Agosto, Campo Cocha, Colonia Bolívar, Ñukanchi Kawsay, Río Blanco, Rumi Yaku, Puni Bocana, Mirador, Santa Barbara, Sumak Samay, Shandia, Serena, Ila Yaku, Jatun Yacu, Mushuk Kawsay, Bajo Talag, Nueva Jerusalén, Centro Talag, Suyu Kawsay y, Guinea Chimbana.

Actualmente, Kallari cuenta con 322 socios y está conformada por 1122 productores, el 90% pertenecientes a familias Kichwa de las comunidades mencionadas con anterioridad. Es importante resaltar que el 56% son mujeres.

Las familias producen, procesan y comercializan productos agrícolas de la *Chakra* como cacao (*Theobroma cacao* L.), vainilla (*Vanilla* spp.), guayusa (*Ilex guayusa* Loes.) y barras de chocolate, siendo los dos primeros los productos más relevantes manejados de manera sostenible, mejorando los medios de vida de los socios y conservando la biodiversidad natural y cultural.

.....  
 3 <https://www.kallari.com.ec/>

Para la asociación Kallari, la palabra "Kallari" tiene tres principios:

- Pasado: que está relacionado con la defensa del territorio y de la identidad cultural, así como el reconocimiento del sacrificio de los padres.
- Presente: comprender y defender a la naturaleza, producir en armonía.
- Futuro: vinculado a mercados especiales para el beneficio de las nuevas generaciones y dejar un legado digno para las familias.

### 1.3.3 Contexto Asociación Wiñak<sup>4</sup>

La Asociación Agro artesanal Wiñak se estableció jurídicamente en el año 2010 gracias a la demanda de los pequeños agricultores de la zona, como resultados de la lucha por los territorios y para sostener principios de la cosmovisión Kichwa.

No obstante, esta asociación es el resultado del trabajo iniciado en el año 2005, urgidos por la necesidad de mejorar las condiciones de comercialización de los productos cultivados sobre la base de los principios y la cosmovisión indígena, y para mejorar las condiciones de vida de los agricultores.

Wiñak está localizada en el cantón Archidona y mantiene productores de las comunidades Kinti Urku, 5 de octubre, Nueva Esperanza, Mondayaku, Wamak Urku, Rumiñahui, Sociedad Libre, Pushi Wayaku, Papanku, San Gregorio, Machangara, Barrio Lindo, Santa Elena, Santa Rita, Wambulla, San Vicente, Bajo Shicama, San Juan, Batancocha, Alto Shicama, San Bartolo, Kashayaku, Kuri Muyu, San Diego, Chakarumi, Nuevo Venturoso, San Rafael, San Clemente, Chaupishungo, Ayapata, Libertad, Inchillaqui, Rukullacta, Rumipamba, Caimitu Yaku, San José, San Martín, San Bernardo, Santo Domingo, San Luis, Centro Kichwa, Para Yaku, Mariposa, Centro Mamallacta, San Pablo, Awayaku, Tambayaku, Itakivilina, Nueva Estrella, Poroto Yaku, Nukuno, Alto Poroto, Lusianta, Casa Blanca, Villano, Ardilla Urku, 10 de Agosto, Wawa Sumaco, Ichu Urku, Calvario, Twinza.

La Asociación brinda capacitación, asistencia técnica y Microcrédito Productivo a sus socios y a otros pequeños productores de la localidad. Además, la mayor participación activa es de las mujeres Kichwa productoras de cacao fino de aroma bajo el sistema *Chakra* preservando la seguridad alimentaria de sus comunidades, cumpliendo así con la misión de la asociación de ofrecer productos sanos provenientes de la *Chakra* amazónica.

Su visión es convertirse en un referente del comercio justo, para lo cual tiene como políticas promover prácticas que conserven los recursos naturales y la biodiversidad manteniendo el sistema *Chakra* como medio fundamental para preservar la cultura, la identidad, las prácticas ancestrales y cosmovisión, a la vez que se promueve la participación efectiva de la mujer, para reducir la brecha de desigualdad y favorecer su autonomía social y económica en el núcleo familiar, al mismo tiempo garantizando el acceso a la educación, salud, servicios básicos y el bienestar comunitario.

4 <https://www.winak.org/>

Hasta la fecha, cuenta con 263 socios y un total de 909 productores 100% pertenecientes a población Kichwa Amazónica y, el porcentaje de participación de las mujeres es del 65%. Los principales productos que comercializan son cacao (*Theobroma cacao* L.), guayusa (*Ilex guayusa* Loes.), plátano (*Musa paradisiaca* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), barras de chocolate y guayusa molida, los tres primeros son los productos más importantes para la asociación.

Además, esta asociación de manera directa vincula a más de 600 productores comerciales (socios comerciales) que proveen de materia prima a la asociación y que se encuentran distribuidos en 91 comunidades de las provincias de Napo, Orellana y Pastaza.

### 1.3.4 Contexto Asociación Tsatsayaku<sup>5</sup>

La Asociación de productores de cacao "Tsatsayaku", ubicada en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, está registrada en la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria desde el año 2013, se compone de productores Kichwa y mestizos/colonos pertenecientes a 13 comunidades asociadas: Tzawata, Ila Alta, Ila Bajo, San Francisco de Chucapi, Flor del Bosque, San Clemente de Chucapi, Misi Urku, Luz de América, Puni Cotona, Puni Ishpingo, Nueva Esperanza, Santa Rosa, Arosemena Tola.

Actualmente, 179 productores son parte de la asociación y tiene 51 socios, se estima como beneficiarios indirectos a 500 familias (productores de otras organizaciones, transportes, proveedores, restaurantes y hoteles con lo referente a la ruta del cacao). Aproximadamente, el 85% de los productores son Kichwa Amazónicos y el 55% son mujeres.

Tsatsayaku comercializa pasta de cacao (*Theobroma cacao* L.), chocolate, y nibs de chocolate, siendo los dos primeros los productos más importantes.

Desde su creación, la Asociación Tsatsayaku ha generado espacios de gestión interinstitucional, logrando posicionarse en espacios de gobernanza territorial como en su momento la Mesa del Cacao, actualmente Mesa de la *Chakra* y otros.

## 1.4 Estructura y contenido de este libro

Este libro presenta información y datos actuales de investigaciones realizadas en tres asociaciones de productores de cacao en sistema *Chakra* en la Amazonía ecuatoriana. El propósito de esta sección introductoria (Capítulo 1) es proporcionar información de contexto para facilitar la comprensión de los resultados de la investigación. Los siguientes párrafos, muestran una breve descripción de los capítulos del texto:

.....  
5 <https://www.tsatsayaku.com/>

En el Capítulo 2, los autores muestran los: *Medios de vida de los hogares productores de cacao en sistema Chakra, Amazonía Ecuatoriana*. Este apartado muestra los resultados socioeconómicos, basados en la teoría de los capitales (humano, social, natural, físico y financiero) y los principales ingresos económicos a los medios de vida rurales en estas zonas. Para este estudio se realizó una encuesta a 343 productores de las asociaciones Wiñak, Kallari y Tsatsayaku. Uno de los resultados muestra que los ingresos de la *Chakra* pueden contribuir entre el 38% al 60% de los ingresos totales en pequeños productores de cacao en sistema *Chakra* orientada al mercado en las tres asociaciones analizadas.

En el capítulo 3 titulado: *Evaluación de la sostenibilidad en Chakra con cacao: Asociaciones Tsatsayaku, Wiñak y Kallari, Amazonía Ecuatoriana*, usando la metodología SAFA de la FAO, los autores evalúan la sostenibilidad de la *Chakra* en las cuatro dimensiones: integridad ambiental, bienestar social, resiliencia económica y buena gobernanza. Para este estudio se utilizó la misma encuesta descritas en el capítulo 2. Mostrando que en resumen la integridad ambiental y el bienestar social tienen los puntajes más elevados en las tres asociaciones.

En el capítulo 4 titulado: *Resultados del estudio de secuestro de carbono en la Chakra con cacao en la Amazonía Ecuatoriana*. Para lo cual se implementaron 36 parcelas permanentes de investigación (12 en cada Asociación). Las 36 parcelas fueron cuidadosamente establecidas en 36 fincas seleccionadas. Este capítulo muestra que el principal reservorio de carbono es el suelo, seguido de la biomasa aérea, con marcadas diferencias entre asociaciones, mostrando el rol de los diferentes compartimentos analizados sobre el mantenimiento y secuestro de carbono como elementos para mejorar el manejo, conservación de estos recursos y potenciar el sello *Chakra*.

En el capítulo 5 titulado: *Especies arbóreas y arbustivas con mayor aporte al secuestro de carbono del sistema Chakra con cacao en la Amazonía Ecuatoriana*, muestra un análisis sobre el índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) con las principales especies arbóreas de importancia para el secuestro de carbono de la biomasa.

En el Capítulo 6, en un análisis titulado: *Análisis espacial de las áreas de influencia bajo el sistema SAF con cacao en el marco del proyecto "Agricultura Climáticamente Inteligente en cacao bajo sistema agroforestal en Ecuador - Cacao Climáticamente Inteligente (CCI)"*, utilizando herramientas geográficas se muestra la zona de influencia de cada asociación, los sistemas productivos y el paisaje circundante, extrapolando los contenidos de carbono del sistema *Chakra* con cacao a nivel de paisaje.

Para cerrar el contenido del libro, en el Capítulo 7, bajo el título: *Propuesta de una Acción Nacional Apropiada de Mitigación (NAMA) en Agricultura Climáticamente Inteligente para la provincia de Napo*, se propone una Acción Nacional Apropiada de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés) para el sector agricultura en la provincia de Napo basada en los resultados, conclusiones y recomendaciones del proyecto Cacao Climáticamente Inteligente.

En conjunto, todos los capítulos de este libro ofrecen resultados actuales, de una investigación, que ha utilizado métodos cualitativos y cuantitativos para analizar varios elementos en el manejo de la *Chakra* con cacao, con el fin de proponer alternativas para mejorar en la gestión del sistema tradicional *Chakra* en la producción sostenible del cacao fino y de aroma en la Amazonía ecuatoriana.





# CAPÍTULO 2

---

## Medios de vida de los hogares productores de cacao en sistema *Chakra*, Amazonía Ecuatoriana

### 2.1 Introducción

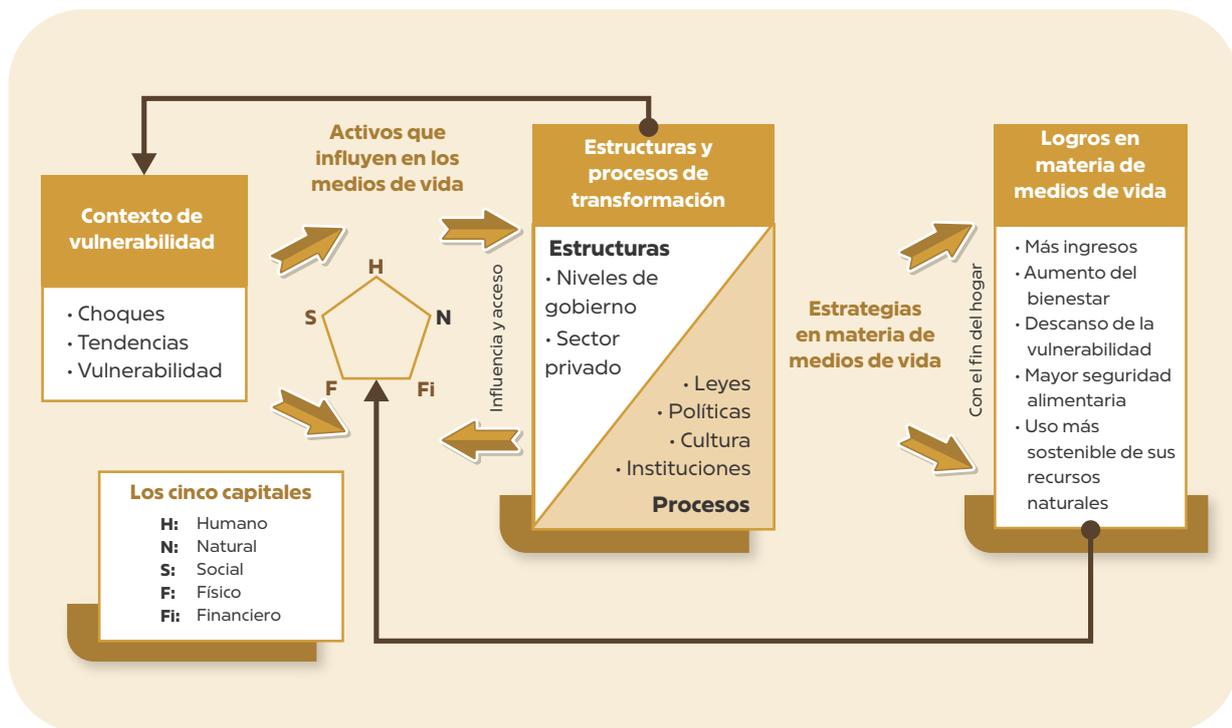
Para analizar el desarrollo sostenible y el modo en que los hogares rurales pueden influir en el uso de los recursos naturales se pueden emplear varios enfoques, uno de ellos es el enfoque convencional, que pretende aumentar principalmente la productividad, los ingresos y el empleo, pero que no toma en cuenta los medios de vida (Ellis, 2000). Otro enfoque es el marco de los medios de vida sostenibles (MVS), un importante planteamiento teórico que integra los conceptos de desarrollo y conservación (Ellis, 2000, Ellis 1999, Ellis 1998, Scoones, 1998), facilitando el análisis de los medios de vida rurales. El enfoque de los MVS fue promovido por primera vez por el Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID), un departamento gubernamental británico, a finales de la década de 1990 (Ashley y Carney, 1999). Este enfoque ha sido utilizado por varios investigadores para describir las estrategias de vida en zonas rurales (Torres et al., 2018a, Walelign, 2017, Walelign, 2016, Porro et al., 2015, Trung Thanh, 2015, Zenteno et al., 2013) especialmente a nivel de hogar.

Las poblaciones rurales de bajos ingresos y marginadas son generalmente las más afectadas cuando se reduce la disponibilidad de los recursos naturales. Los factores principales detrás de las opciones de medios de vida actuales incluyen el limitado acceso a la educación formal, oportunidades de empleos tradicionales; capacidad técnica y financiera limitada; así como también limitadas destrezas para ejecutar emprendimientos y lograr acceso a mercados locales. Las capacidades institucionales a veces también son inadecuadas para apoyar a la gente a adaptarse a las restricciones de los medios de vida vigentes (Suarez et al., 2012).

En la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) las comunidades Kichwa han logrado manejar una diversificación productiva en el sistema de producción ancestral denominado "*Chakra*", diversificación productiva que se define como el número total de diferentes cultivos dentro de la *Chakra*, donde también se encuentran la crianza de ganado, caza de animales, y productos forestales maderables y no maderables producidos por una unidad económica (*Chakra*) que forma parte y es manejada por el hogar (Bottazzi et al., 2013).

Durante las últimas dos décadas, el interés por este concepto ha crecido, como una opción productiva que puede ayudar a los pequeños agricultores a ser potencialmente más resilientes al cambio climático, cambios económicos y de mercado (ejemplo: fluctuaciones de precios en los productos debido a la liberación de los mercados o del aumento en el costo de los insumos externos como semillas, fertilizantes o mano de obra). De esta forma varios estudios presentan a los sistemas diversificados de producción como una solución real a la pobreza rural y la degradación del ecosistema, presumiblemente debido a que ayuda a cumplir con los medios de vida locales, mientras que es ecológicamente sostenible (Bottazzi et al., 2013).

Este capítulo utiliza el enfoque de los medios de vida sostenible en pequeños agricultores principalmente Kichwa Amazónicos, que manejan sistemas de producción diversificados (*Chakra*), orientado al mercado y soberanía alimentaria, es importante para comprender las posibilidades de activos que influyen en sus medios de vida y las actividades que logran realizar influenciados por estos activos o capitales (Figura 2.1.). Considerando que un medio de vida es sostenible cuando puede soportar tensiones, choques y recuperarse de los mismos, al mismo tiempo que mantienen y mejoran sus posibilidades y capitales, tanto para las presentes como para las futuras generaciones, sin deteriorar la base de sus recursos naturales existentes.



**Figura 2.1.** Diagrama del Enfoque de Medios de Vida Sostenibles (DFID, 1999).

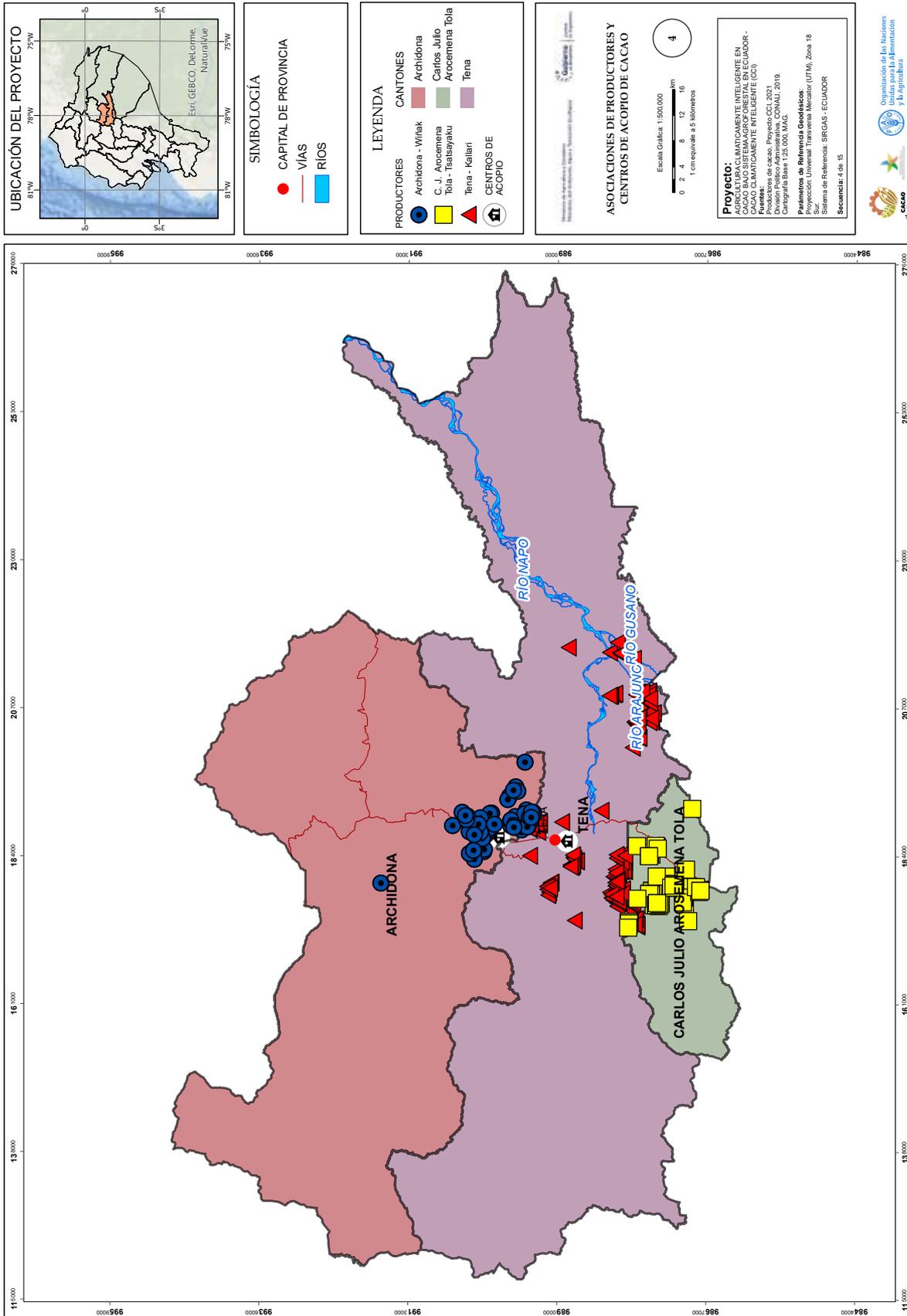
Bajo este contexto, el presente estudio proporciona información para conocer los medios de vida de los productores del sistema tradicional *Chakra* basados en el cultivo del cacao fino y de aroma, tomando como muestra hogares cacaoteros pertenecientes a las Asociaciones de productores Kallari (Tena), Wiñak (Archidona) y Tsatsayaku (Carlos Julio Arosemena Tola) en la provincia de Napo. El análisis muestra resultados de las principales variables de los capitales (humano, social,

natural, físico y financiero), a manera de contextualizar las diferencias y similitudes de la dotación de capitales en las que se encuentran los hogares de las tres asociaciones de productores estudiadas, para facilitar la comprensión de los demás resultados presentados en los subsiguientes capítulos de este texto.

## 2.2 Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó en la zona baja de la provincia de Napo, correspondiente a los cantones Carlos Julio Arosemena Tola, Archidona y Tena. Zona que forma parte de la Reserva de Biosfera Sumaco (RBS), declarada por la UNESCO a través del programa El Hombre y la Biosfera (MAB, por sus siglas en inglés) en el año 2000. Los sistemas productivos analizados se encuentran adyacentes al Parque Nacional Llanganates, Reserva Biológica Colonso Chalupas, Reserva Ecológica Antisana y Parque Nacional Sumaco Napo Galeras (Figura 2.2.). El estudio se realizó en dos fases, en la primera se realizó una recopilación de información secundaria mediante revisión bibliográfica en libros, artículos de revistas científicas, informes técnicos de proyectos, seminarios, líneas base y demás información disponible sobre el cultivo de cacao en sistema *Chakra* y medios de vida analizados en poblaciones rurales de la amazonia ecuatoriana.





**Figure 2.2.** Mapa de la zona baja de Napo y las tres zonas de estudio; Las cajas en amarillo muestran los hogares de la Asociación Tsatsayaku; los triángulos rojos representan los hogares de la Asociación Kallari y los círculos azules muestran los hogares de la Asociación Wiñak.

En una segunda fase, se recopiló información en campo a través de una encuesta a hogares adaptada desde la encuesta prototipo PEN (PEN-CIFOR, 2007), siguiendo ciertos criterios del enfoque de los medios de vida sostenible (DFID, 1999). La encuesta se realizó en los meses de octubre y noviembre de 2020. La Tabla 2.1. muestra la distribución de los 343 hogares en la tres Asociaciones de productores.

**Tabla 2.1.** Determinación de la muestra de productores del sistema *Chakra* basada en el cultivo de cacao en las asociaciones: Kallari, Wiñak y Tsatsayaku, provincia de Napo, 2020.

Asociación de productores	Cantón	Socios Productores	Encuestas realizadas
Kallari	Tena	980	168
Wiñak	Archidona	355	130
Tsatsayaku	Carlos Julio Arosemena Tola	58	45
<b>Total</b>		1393	343

Fuente: Autores

Además, se realizaron observaciones mediante recorridos en las fincas y diálogos con informantes clave a nivel local y nacional.

### **Medios de vida rurales usando la teoría de los capitales**

Se analizó los medios de vida rurales, usando las variables socioeconómicas correspondientes a los cinco capitales (humano, social, natural, financiero y físico), los detalles de las variables utilizadas se enumeran en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Temática y principales variables estudiadas en la teoría de capitales.

Temática	Variables
Capital humano	Género, edad y educación del jefe del hogar.
Capital social	Etnia, participación activa en la asociación de productores, nació en la comunidad
Capital natural	Área total de la finca, área en <i>Chakra</i> con cacao, área en bosques, diversidad agrícola, diversidad arbórea.
Capital físico	Posee bienes en el hogar, motosierra, moto guadaña, acceso a internet, teléfono celular.
Capital financiero	Acceso a créditos, recibe bono del estado, ingresos netos, ingresos de la <i>Chakra</i> , porcentaje del ingreso de la <i>Chakra</i> al ingreso total y porcentaje del ingreso por bonos al ingreso total del hogar.



## 2.3 Resultados y Discusión

Como antecedentes de este capítulo, se consideró los resultados de un estudio sobre estrategias de vida realizado en la Reserva de Biosfera Sumaco (RBS) localizada principalmente en la provincia de Napo, en esta investigación, Torres et al. (2018b) determinaron cuatro principales estrategias de vida para esta zona: a) basadas en ingresos madereros; b) basadas en la agricultura - principalmente *Chakra*; c) basadas en ganadería y; d) basadas en empleos fuera de la finca. Dentro de este mismo estudio los autores recomiendan profundizar el análisis en cada estrategia de vida, con enfoque en los diferentes portafolios de ingresos caracterizados por la composición de los capitales, con el objetivo de comprender sus implicaciones para la reducción de la pobreza y el mejoramiento en el manejo de los recursos naturales, para de esta manera contribuir con la consecución de algunos de los Objetivos para el desarrollo sostenible (ODS) (UN, 2015).

Los resultados presentados en este acápite corresponden a la estrategia de vida basada en agricultura, para este caso en pequeños agricultores que producen cacao en el sistema agroforestal tradicional *Chakra*, a efectos de contribuir al debate sobre la producción sostenible, mitigación y adaptación al cambio climático, conservación de recursos y opciones para mejorar los medios de vida rurales en esta importante zona, tomando como marco teórico la teoría de los capitales (Ellis, 2000; Scoones, 1998).

## 2.3.1 Capital humano

Al capital humano corresponden activos que básicamente se materializan en las personas pertenecientes a un hogar. En las tres asociaciones estudiadas, se encontró ciertas diferencias en la dotación del capital humano. Principalmente se encontraron diferencias dentro del acceso a la educación y niveles de alfabetización entre otros aspectos demográficos considerados relevantes. La edad promedio del jefe de hogar muestra cierta similitud en las tres asociaciones, con rangos de 50 a 58 años de edad, lo que nos indica que los jefes de hogares tienen una edad suficientemente madura para tomar decisiones sostenibles y transmitir conocimientos sobre el manejo de la *Chakra*. Sin embargo, para el tema de género del jefe de hogar, en las Asociaciones Kallari y Tsatsayaku cerca del 30% de jefes de hogares son mujeres, mientras que en la Asociación Wiñak se obtuvo que 56% los jefes de hogares es una mujer (Tabla 2.3.).

**Tabla 2.3.** Promedio de las principales variables que representan el capital humano en pequeños productores de cacao en sistema *Chakra* de la provincia de Napo, Ecuador, 2020.

Variables		Asociaciones de productores		
		Tsatsayaku	Wiñak	Kallari
<b>Miembros del hogar</b>	Número	5,4	4,9	5,3
<b>Edad del jefe de hogar</b>	Años	50,5	58,3	51,8
<b>Educación del jefe de hogar</b>	Años	7,7	7,1	8,0
<b>Jefe de hogar sabe leer y escribir</b>	Si (%)	93	87	97
	No (%)	7	13	3
<b>Género del jefe de hogar</b>	Hombre (%)	71	44	74
	Mujer (%)	29	56	26

Fuente: Autores

## 2.3.2 Capital social

En lo referente al capital social se analizó la participación activa del jefe de hogar en la asociación. Tratando el tema de los medios de vida en productores de *Chakra* con cacao, la variable etnia juega un rol importante, encontrándose que para las Asociaciones de productores Kallari (94%) y Wiñak (98%) pertenecen a la nacionalidad Kichwa, mientras que en Tsatsayaku esta variable llega al 73% de jefes de hogares Kichwa. Así mismo, el 85% de los jefes de hogar de Kallari y el 82% de Wiñak nacieron en la misma comunidad donde viven, mientras que en Tsatsayaku solo el 58% (Tabla 2.4.).

**Tabla 2.4.** Promedio de las principales variables que representan el capital social en pequeños productores de cacao en sistema *Chakra* de la provincia de Napo, Ecuador, 2020.

Variables		Asociaciones de productores		
		Tsatsayaku	Wiñak	Kallari
Etnia	Kichwa (%)	73	98	94
	Mestizo (%)	27	2	6
Ha participado en alguna capacitación de la asociación	Si (%)	66	55	44
	No (%)	34	45	56
Apoya actividades de la <i>Chakra</i>	Si (%)	100	98	97
	No (%)	0	2	3
Nació en esta comunidad	Si (%)	58	82	85
	No (%)	42	18	15

Fuente: Autores

### 2.3.3 Capital natural

El sustento de muchas poblaciones rurales depende del capital natural del cual están dotados los hogares, lo cual repercute en el eficiente uso de la tierra, que son los factores determinantes para el bienestar y prosperidad del hogar. El desarrollo de los medios de vida cobra mayor importancia con este capital, especialmente en comunidades basadas en sistemas agrícolas tradicionales (Torres et al., 2018a). La tierra y el uso de la tierra se encuentra entre uno de los capitales naturales productivos y signo de la riqueza en los hogares que lo poseen, ya que les permiten vivir con mayor tranquilidad y bienestar, debido a que la posesión de tierra sea comunitaria o privada aumentan la posibilidad al acceso de otros capitales y lograr incrementar la producción agrícola que en los medios rurales significa bienestar.

Bajo este contexto, de las tres asociaciones analizadas, los productores de la Asociación Tsatsayaku son los que tienen el tamaño de finca más grande, con promedios de 15 ha por productor, seguido por los productores de Kallari (6,1 ha) y Wiñak (3,4 ha). Sin embargo, el tamaño de la *Chakra* es relativamente homogénea con rangos promedios de entre 2,1 a 2,7 hectáreas por productor. Así mismo, los productores de Tsatsayaku también son los que poseen mayor cantidad de bosques primarios y secundarios con promedios de seis y cuatro hectáreas respectivamente, frente a los productores de Kallari y Wiñak que en general son minifundistas (Tabla 2.4.).

Este estudio también consideró la diversidad de cultivos agrícolas y diversidad arbórea dentro del área de la *Chakra* como componentes del capital natural. Así, la diversidad de cultivos agrícolas orientados al mercado tuvo un comportamiento homogéneo en las tres asociaciones de productores con promedio de cuatro productos agrícolas por hogar para generación de ingresos, que son manejados en la *Chakra*. Sin embargo, el número de máximo de productos agrícolas reportado fue siete productos: cacao, yuca, plátano, maíz, guayusa, café, vainilla entre otros, donde se reportaron varios árboles frutales.

En lo referente a la diversidad de árboles, arbustos y palmas dentro de la *Chakra* se encontraron en promedio 37 especies en Tsatsayaku, 27 especies en Wiñak y 38 especies en Kallari (Tabla 2.5.), estos valores nos muestran la alta diversidad de especies arbóreas de la *Chakra* basada en el cultivo de cacao, como los reportados por otros autores (Vera et al., 2017; Vera et al., 2019; Torres et al., 2015).

**Tabla 2.5.** Promedio de las principales variables que representan el capital natural en pequeños productores de cacao en sistema *Chakra* de la provincia de Napo, Ecuador, 2020.

Variables	Asociaciones de productores		
	Tsatsayaku	Wiñak	Kallari
Área total finca (ha)	15,5	3,4	6,1
Área <i>chakra</i> (ha)	2,7	1,9	2,1
Área bosque primario (ha)	6,4	0,5	2,0
Área bosque secundario (ha)	4,4	0,6	1,7
Diversidad de cultivos agrícolas orientados al mercado en la <i>Chakra</i> con cacao	3,9	4,0	3,8
Diversidad de árboles, palmas y arbustos en la <i>Chakra</i> con cacao	37	27	38

Fuente: Autores

### 2.3.4 Capital físico

El capital físico incluye todo lo que corresponde a infraestructura, equipos, bienes y acceso a carreteras (Ellis, 2000). Para este estudio, también se analizó el acceso a internet, encontrándose que menos del 20% de los productores en las tres asociaciones tienen acceso a internet. Sin embargo, en la referente al acceso a teléfonos celulares, en Tsatsayaku el 78% de los productores tienen acceso, mientras que los productores de Wiñak (62%) y Kallari (60%). El promedio más alto de hogares con motosierras se reporta en productores de la Asociación Tsatsayaku (40%), seguidos de Wiñak (23%) y Kallari (20%), lo cual se relaciona al capital natural donde también Tsatsayaku presenta los promedios más altos en el número de hectáreas de bosque. Sin embargo, en lo referente a la dotación de moto guadaña, el 64% de los productores de Kallari la poseen seguidos de (Tsatsayaku (49%) y Wiñak (25%), esto es importante, los productores de *Chakra* usualmente no usan pesticidas agrícolas y la moto guadaña facilita el trabajo de mantenimiento de la *Chakra*.

El acceso a celular representa un capital físico importante para la comunicación y participación en los eventos de la asociación (capital social), en este aspecto en las tres asociaciones entre el 60 y 68% de los productores poseen celular.

Para analizar la variable bienes, en este estudio se consideró, si el hogar estaba dotado de al menos (Televisión, refrigeradora y cocina); así vemos que en las tres asociaciones no más del 33% de los hogares poseen estos bienes como un indicador adicional de capital físico del hogar.

**Tabla 2.6.** Promedio de las principales variables que representan el capital físico en pequeños productores de cacao en sistema *Chakra* de la provincia de Napo, Ecuador, 2020.

Variables		Asociaciones de productores		
		Tsatsayaku	Wiñak	Kallari
Motosierra	Si (%)	40	23	20
	No (%)	60	77	80
Moto guadaña	Si (%)	49	25	64
	No (%)	51	75	36
Acceso a internet	Si (%)	16	19	12
	No (%)	84	81	88
Acceso a celular	Si (%)	78	62	60
	No (%)	22	38	40
Bienes del hogar	Si (%)	24	33	26
	No (%)	76	67	74

Fuente: Autores

## 2.3.5 Capital financiero

El capital financiero es el más versátil de los activos, ya que contribuyen y facilitan la consecución de otras formas de capital. Están conformados por el acceso a créditos, bonos, ahorros, así como también las remesas y los diferentes ingresos que percibe un hogar, para este análisis se ha considerado el ingreso de la *Chakra* como un capital financiero adicional, de importancia frente a los ingresos totales. Muchos hogares pobres disponen de un capital financiero limitado, sin embargo, sus estrategias de vida y generación de ingresos dependerán en gran medida de la cantidad y la calidad de estos activos que son propiedad del hogar.

El promedio de los ingresos totales en los hogares analizados se considera bajos y difiere de una asociación a otra. Los productores de la Asociación Tsatsayaku tienen los ingresos más altos con promedios de USD 3263 por hogar y por año, seguidos de los productores de la Asociación Kallari con USD 1871 y la Asociación Wiñak con USD 1369.

Considerando que este estudio fue dirigido a hogares cuyo principal producto es el cacao cultivado dentro del sistema agroforestal tradicional *Chakra*, se determinó que la *Chakra* contribuye con el 60% de los ingresos totales en los hogares de la Asociación Kallari, con el 55% en los productores de Wiñak y con el 38% en los de Tsatsayaku. Sin embargo, para alrededor del 30% de los productores el ingreso económico proveniente de la *Chakra* se constituye el 100% del total de sus ingresos. Esto corrobora la importancia del sistema *Chakra* para los hogares principalmente Kichwa de la Amazonía Ecuatoriana (Torres et al., 2018a).

El acceso a crédito es una fuente de financiamiento muy limitada para pequeños productores en esta zona de estudio, para productores de Tsatsayaku el 22% de los hogares tienen acceso a crédito, mientras que para Wiñak y Kallari solo el 9% y 7% tienen acceso a algún tipo de crédito bancario respectivamente. Los demás productores no cuentan con experiencia crediticia, por lo que solicitan créditos a familiares o conocidos. Muchos jefes de hogares manifestaron temor acercarse a una entidad bancaria a solicitar créditos, por sus limitadas capacidad de pago, falta de documentos de legalización de tierras, pertenecer a tierras bajo títulos comunales, o simplemente por las numerosas documentaciones requerida previo a un crédito.

Por lo descrito en el párrafo anterior, para estos productores, el bono que reciben del gobierno se constituye en un rubro importante, dado que tanto en Kallari como en Wiñak el 64% de los productores reciben este bono del gobierno, mientras que en Tsatsayaku el 44%. Estos resultados reflejan que aún es bajo el porcentaje de productores beneficiarios de este bono, considerando que los bonos del gobierno representan entre el 24 al 36% del total de los ingresos totales de los hogares en las tres asociaciones y que representan a una población de bajos ingresos orientados a sistemas agrícolas de pequeña escala.

**Tabla 2.7.** Promedio de las principales variables que representan el capital financiero en pequeños productores de cacao en sistema *Chakra* de la provincia de Napo, Ecuador, 2020.

Variables		Asociaciones de productores		
		Tsatsayaku	Wiñak	Kallari
Acceso a créditos	Si (%)	22	9	7
	No (%)	78	91	93
Reciben bonos	Si (%)	44	64	64
	No (%)	56	36	36
Total, ingresos netos	USD/año	3263	1369	1871
Ingresos de la <i>Chakra</i>	USD/año	490	493	668
Contribución <i>Chakra</i> al ingreso total	%	38	55	60
Contribución del bono al ingreso total	%	24	36	35

Fuente: Autores

## 2.4 Conclusiones y recomendaciones

Para sobrevivir y prosperar en medios de vida rurales, los hogares desarrollan un conjunto de estrategias basadas en los accesos a los capitales descritos y el entorno donde se desenvuelven. Los hogares analizados usan todos sus recursos en actividades principalmente agrícolas, dando lugar a un portafolio de productos, que en este caso particular se encuentran en la *Chakra*. Así, para los hogares cacaoteros de esta zona, el rubro cacao en sistema *Chakra* no es la única estrategia de vida, aunque este rubro representa una importante proporción del ingreso total (ver Tabla

2.5.), también se evidencia la ejecución de actividades complementarias como la producción de otros cultivos principalmente para el consumo y los empleos fuera de la finca.

Este análisis permitió observar que los hogares productores de cacao en *Chakra* de la provincia de Napo cuentan con una variada dotación de activos de medios de vida (o capitales) los cuales pueden tener efectos en el momento del manejo sostenible y generación de ingresos. Del grupo de capitales sobresalen los activos naturales (tierra, cultivos y especies forestales en la finca), donde los hogares registran la diversidad de cultivos agrícola, diversidad de árboles y arbustos en el área de la *Chakra* que son relativamente pequeñas; así como también en el área de bosques que, para este caso, todas las fincas, aún mantiene áreas de bosques nativos.

El marco de los medios de vida sostenible se constituye en un elemento esencial para analizar las características de los hogares en áreas rurales, los diversos activos de los cuales están dotados y los niveles de pobreza. Permittiéndonos entender y diseñar de mejor manera las intervenciones de asistencia técnica, asesorías y procesos de desarrollo. Se recomienda profundizar investigaciones longitudinales en el tiempo para analizar las dinámicas de los medios de vida y sus efectos en la adopción de buenas prácticas que conduzcan a la consecución de los ODS.





# CAPÍTULO 3

---

## Evaluación de la sostenibilidad en *Chakra* con cacao: Asociaciones Tsatsayaku, Wiñak y Kallari, Amazonía Ecuatoriana

### 3.1 Introducción

La sostenibilidad de los sistemas productivos tradicionales "*Chakra*" en la Región Amazónica Ecuatoriana (REA) por lo general ha sido abordada desde una perspectiva ambiental (Galford et al., 2013). Sin embargo, existen otras dimensiones de la sostenibilidad que son de importancia como: sociales, económicas y de gobernanza (FAO, 2014). La sostenibilidad es uno de los enfoques más importantes en la formulación de políticas de desarrollo agrícolas (Asimeh et al., 2020) y en la actualidad se han desarrollado varios enfoques de evaluación de la sostenibilidad (Belcher et al. 2004), que no solo proporcionan puntos de referencia para los sistemas productivos tradicionales, sino que también facilitan las directrices para los tomadores de decisiones, que ayudan a revelar los impactos de las medidas tomadas a nivel general en una región o individual en una finca (Van Calker et al., 2005).

Las evaluaciones de la sostenibilidad requieren una combinación de métodos y modelos para proporcionar información útil sobre los impactos de los cambios propuestos en los sistemas (Thornton & Herrero, 2001). Sin embargo, ningún enfoque es útil para todos los propósitos de la evaluación de la sostenibilidad (Schader et al., 2014), aunque los resultados de la evaluación de la sostenibilidad son un punto de partida para la discusión, la reflexión y el aprendizaje (De Olde et al., 2016).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) desarrolló las directrices para la Evaluación de sostenibilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas (SAFA) (FAO, 2014), que tiene como objetivo armonizar las evaluaciones de sostenibilidad y hacer que los métodos y resultados de las evaluaciones sean más transparentes y comparables. Cada una de las dimensiones de SAFA se componen de múltiples temas y subtemas con diferentes objetivos (Anexo 1). Además, SAFA cumple con principios de evaluación y medición de la sostenibilidad de Bellagio (STAMP, siglas en inglés), desarrollados en 1996 (Arulnathan et al., 2020) y que han sido aplicados por varios autores en diferentes países y escenarios (Tabla 3.1.).

**Tabla 3.1.** Escenarios de evaluación de la sostenibilidad, utilizando la metodología SAFA versión 3.0 (Evaluación de la sostenibilidad para la agricultura y la alimentación)

Escenario de Evaluación	País	Pueblos indígenas y/o pequeños productores	Referencias
Producción Ganadera	España	No	Angón et al. (2016)
Producción de ganado vacuno	Indonesia	Sí	Gayatri et al. (2016)
Sistema alimentario urbano	Suiza	No	Landert et al. (2017)
Agricultura Orgánica	Italia – Emiratos Árabes Unidos	Sí	Butti et al. (2018)
Agricultura convencional	Ecuador	No	Bonisoli et al. (2019)
Agroindustria, agricultura campesina e indígena, producción ganadera	Paraguay	Sí	Soldi et al. (2019)
		No	Weiler et al. (2019)
Agricultura campesina	Uganda	Sí	Ssebunya et al. (2019)
Agricultura indígena y convencional (colonos migrantes)	Ecuador	Sí	Heredia-R et al. (2020a) Heredia-R et al. (2020b) Heredia-R et al. (2020c) Heredia-R et al. (2020d)
Agricultura campesina	Brasil	Sí	Colombo y Watanabe (2020)
Agricultura tradicional y convencional	Ecuador	Sí	Heredia-R et al. (2022) Cayambe et al. (2021)

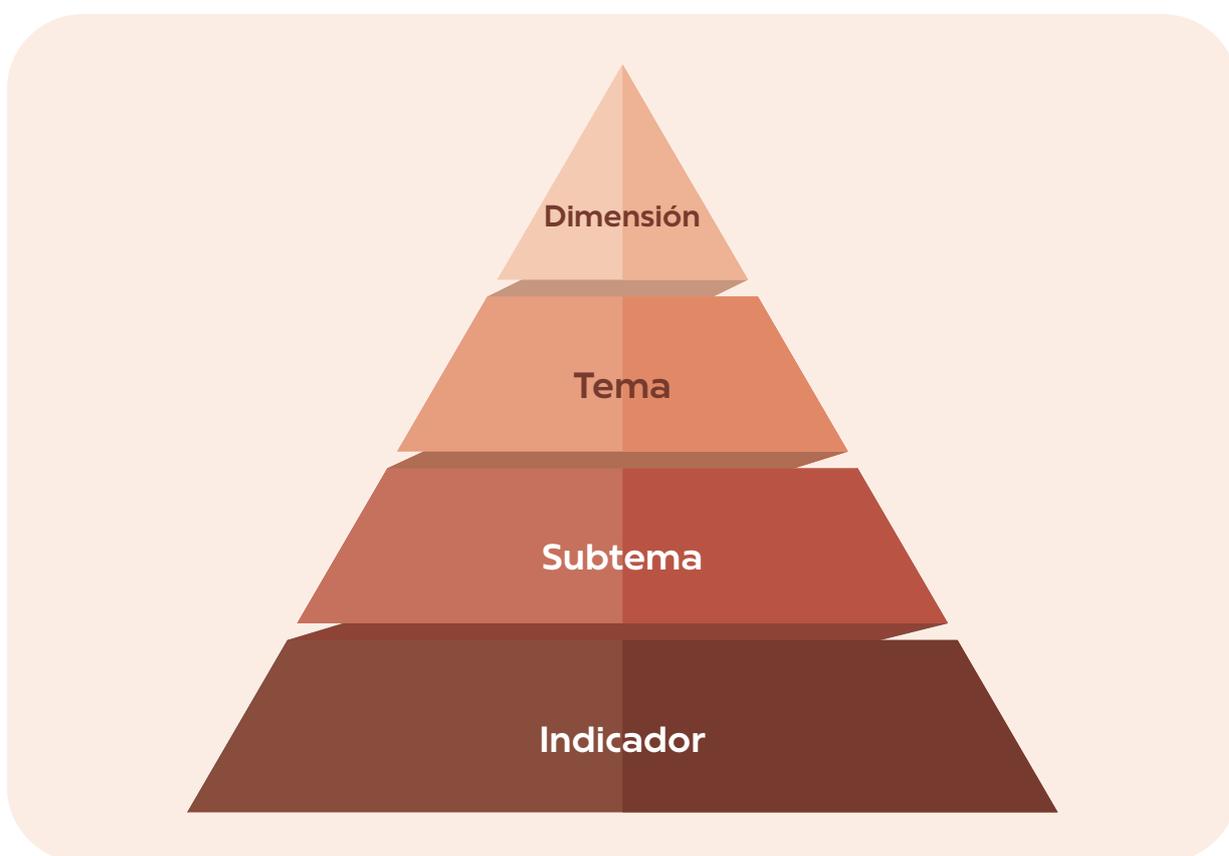
La solidez científica de SAFA se ha evaluado a partir de los siguientes subcriterios: 1) Un concepto de sostenibilidad bien definido, proporciona una base sólida para definir que indicadores son necesarios para la evaluación (Sathaye et al., 2007; VanLoon et al., 2005), 2) el enfoque metodológico de indicadores, está muy bien desarrollado ya que puede recibir aportes de las partes interesadas y de los expertos (Fraser et al., 2006; Reed et al., 2006); 3) ofrece la justificación para la selección de indicadores, lo que es importante para comprender la dinámica de selección y para su replicabilidad; 4) SAFA puede utilizar fuentes de datos primarios y secundarios (Talukder and Blay-Palmer, 2017), 5) validación de indicadores, cada indicador de SAFA está diseñado científicamente, la información que proporciona es relevante (Bockstaller and Girardin, 2003), 6) considera procedimientos de certificación y herramientas de asesoramiento. SAFA tiene una estructura sencilla y fácil de entender y los resultados describen el estado los sistemas productivos tradicionales, en términos de problemas de sostenibilidad y pueden utilizarse para apoyar la formulación de políticas y programas de desarrollo (Talukder and Blay-Palmer, 2017). Bajo este contexto, el presente capítulo busca: a) evaluar el grado de sostenibilidad de los sistemas tradicionales (*Chakra*) en tres asociaciones de productores de la RAE; b) determinar la dinámica de las dimensiones de sostenibilidad a nivel de los sistemas tradicionales (*Chakra*) y, c) establecer el grado de la sostenibilidad por asociación en unidades simplificadas.

## 3.2 Metodología

La información para la evaluación de la sostenibilidad se recopiló a través de una encuesta específica para este análisis. La encuesta se ejecutó en el mismo periodo y con la misma muestra determinada y descrita en el Capítulo 2.

### 3.2.1 Evaluación de la sostenibilidad para la agricultura y la alimentación (SAFA)

Se utilizó la herramienta SAFA para evaluar la sostenibilidad de los recursos naturales. SAFA es multidimensional ya que puede ser usado a nivel individual de hogar y comunal, fue desarrollado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) en 2012 (FAO, 2012). SAFA tiene niveles jerárquicos: dimensiones, temas, subtemas e indicadores como se muestra en la Figura 3.1. (FAO, 2013) incluye cuatro dimensiones de sostenibilidad: Buen Gobierno, Integridad Ambiental, Resiliencia Económica y Bienestar Social. Comprende 21 temas de sostenibilidad, definidos por 58 subtemas. En un nivel más específico, cada subtema incluye varios indicadores, para un total de 116, que pueden medirse con una puntuación de rendimiento en una escala del 1 al 5 (FAO, 2013) Con umbrales de sostenibilidad: inaceptable (rojo), limitado (naranja), moderado (amarillo), bueno (verde claro) y mejor (verde oscuro).



**Figura 3.1.** Niveles de evaluación de la sostenibilidad de acuerdo a la FAO.

La evaluación de la sostenibilidad mediante la metodología SAFA se desarrolla en cuatro etapas: mapeo, contextualización, indicadores y reporte o informe final, como se muestra en la Figura 3.2. (FAO, 2014). Cada una de las etapas puede volver a ser ejecutada o evaluada a lo largo del proceso siendo una metodología dinámica que se retroalimenta con la información obtenida en cada una de las etapas.



**Figura 3.2.** Procedimiento de SAFA (versión 2.4.1)

En el software SAFA versión 2.4.1 (Figura 3.3.) se enumeran las herramientas métricas y los estándares para la recopilación de datos, que determinan el nivel de calidad de los datos mediante la atribución de un puntaje. La evaluación del puntaje de precisión puede variar de 1 a 3, donde 1 corresponde a datos de baja calidad, 2 corresponde a datos de calidad moderada y 3 corresponde a datos de alta calidad (FAO, 2013).





**Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas**

Inicio > Carga > Guardar como > Guardado rápido > En Una carpeta > Manual > Cierre

Bienvenida > Mapeo > Contextualización > Indicadores > Informes

### BIENVENIDO A LA HERRAMIENTA GRATUITA SAFA PARA SISTEMAS ALIMENTARIOS Y AGRÍCOLAS

La herramienta para las Evaluaciones de la Sostenibilidad de los Sistemas de Alimentación y Agricultura (SAFA) proporcionada de forma gratuita por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) se creó para apoyar la implementación de las directrices de SAFA a lo largo de las diversas cadenas de suministro de alimentos y agricultura que se pueden encontrar en todo el mundo, el mundo.

Las directrices subyacentes se desarrollaron como una propuesta de trabajo para evaluar el impacto de las operaciones alimentarias y agrícolas. La visión rectora de SAFA es que los sistemas alimentarios y agrícolas en general se caracterizan por las cuatro dimensiones de la sostenibilidad: buena gobernanza, integridad ambiental, resiliencia económica y bienestar social. Los indicadores de esta versión se basan en las directrices SAFA 3.0 publicadas el 18 de octubre de 2013.

La información ingresada en la herramienta de evaluación se almacena haciendo clic en "Guardar rápido" en la esquina superior izquierda en un archivo con la extensión ".xml". Se puede encontrar en la carpeta de la aplicación SAFA-tool (predeterminada "SAFAtool"). Si desea guardarlo en otra carpeta, haga clic en "Guardar como". Haga clic en "Cargar" y abra el archivo correspondiente para continuar con un SAFA iniciado anteriormente.

Tenga en cuenta que si la empresa evaluada consta de más de una entidad, se debe realizar una sola evaluación para cada entidad. Use el paso "Mapeo" para definir los derechos que necesita cubrir para un SAFA integral.

Para poder comparar en una etapa posterior los títulos de una o varias empresas, no se debe cambiar la contextualización por razones de compatibilidad. Para almacenar una contextualización, realice el paso "contextualización" y use el ".xml" resultante como base para la evaluación de todas las entidades que desea comparar más adelante.

[Leer marco <](#)

**VERSION FINAL**

Este Programa se probó durante la primera mitad del 2014. Los comentarios se integraron en esta versión final. Cualquier otro comentario en bienvenida en las preguntas frecuentes. Por favor, utilice el cuadro de comentarios al final del informe.



**Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas**

Inicio > Carga > Guardar como > Guardado rápido > En Una carpeta > Manual > Cierre

Bienvenida > Mapeo > Contextualización > **Indicadores** > Informes

[Pregunta anterior <](#) > [Contextualizar este indicador](#) > [Pregunta siguiente >](#)

**G - Buena Gobernanza** > **G1 - Ética Corporativa** > **G 1.1 - Declaración de la misión**

**G 1.1.1**

**G 1.1.1 - Misión Explícita**

Pregunta INFORMACIÓN DEL INDICADOR ⓘ

¿La misión de empresa esta articulada en todos los informes de la empresa y entendida por todos los empleados o miembros? INFO ⓘ

Calidad del dato INFO ⓘ

Datos de alta calidad Max 1 - 2 años

Calificación

- El 100% de los empleados o miembros de un grupo de pequeños productores, son capaces de explicar la misión de la empresa e identificar como influyen en el trabajo que realizan.
- bueno
- moderado
- limitado

Figura 3.3. Interface del programa SAFA versión 2.4.1

## 3.2.2 Aplicación del algoritmo de entrelazado o fórmula de área gaussiana

Para determinar la superficie ( $u^2$ ) de los polígonos resultantes de la evaluación de sostenibilidad de los recursos naturales se aplicó el algoritmo de Lazada o fórmula de área gaussiana (1) que se utiliza para el cálculo de áreas de polígonos simples que tienen característica de Euler, donde sus vértices se describen como un conjunto de coordenadas en un plano (Sommariva & Vianello, 2009).

$$A = \frac{1}{2} [\sum_{i=1}^{n-1} x_i y_{i+1} + x_n y_1 - \sum_{i=1}^{n-1} x_{i+1} y_i - x_i y_n] \quad (1)$$
$$= \frac{1}{2} |x_1 y_2 + x_2 y_3 + \dots + x_{n-1} y_n + x_n y_1 - x_2 y_1 - x_3 y_2 - \dots - x_n y_{n-1} - x_1 y_n|$$

Donde,

$A$ , es el área del polígono

$n$ , es el número de lados del polígono

$(x_i, y_i) \ i = 1, 2, \dots, n$  son los vértices del polígono

Para la aplicación de la ecuación (1) se utilizó el sistema de algebra computacional y de geometría dinámica Geogebra (Hohen-warter Jones, 2007), es un sistema operativo de acceso libre (Demir, 2012), permite entender la dinámica de sistemas productivos en unidades simplificadas (Heredia et al., 2020), contribuye a la resolución de problemas, permite una exploración dinámica de un conjunto de datos y facilita el planteamiento de estrategias y métodos de resolución (Kidd, 2020).

GeoGebra es un elemento mediador entre el investigador y el conocimiento matemático, objeto de estudio, esta relación puede describirse mediante la tríada investigador-GeoGebra-contenido. Este no es solo un recurso didáctico para aplicar o comprobar lo aprendido, sino también, para descubrir nuevos conocimientos bajo la guía del investigador (Azizah et al., 2021).

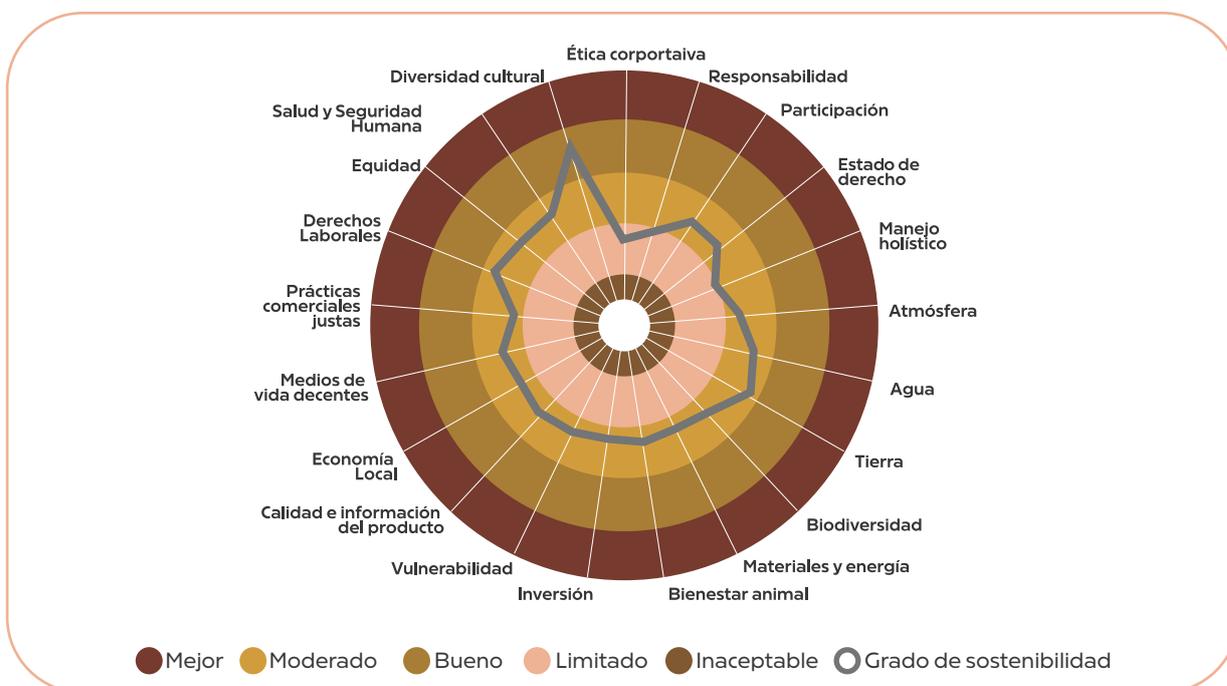
## 3.3 Resultados y Discusión

### 3.3.1 Sostenibilidad *Chakra* - Asociación Tsatsayaku

En la asociación Tsatsayaku, el puntaje de sostenibilidad en la mejor dimensión resultante fue: Bienestar social con un puntaje de 2,7; las dimensiones intermedias fueron: Integridad Ambiental y Resiliencia económica con 2,5 y 2,4 respectivamente; mientras la dimensión Buen Gobierno obtuvo el puntaje más bajo (2,0). En términos globales el grado de sostenibilidad de la asociación Tsatsayaku se encuentra en el umbral Limitado (Figura 3.4.).

Puntajes de sostenibilidad por dimensiones y por tema de mayor a menor son: a) Dimensión Bienestar Social: Diversidad Cultural (3,6), Derechos Laborales (2,7), Salud y Seguridad Humana

(2,6), Equidad y Medios de vida decentes (2,5), Prácticas comerciales justas (2,2); b) Integridad Ambiental: Tierra (2,8), Agua (2,6), Materiales y energía, Biodiversidad y Bienestar animal (2,4), Atmósfera (2,3); c) Resiliencia Económica: Calidad e información del producto, Vulnerabilidad y Economía Local (2,4) e Inversión (2,3); d) Buen Gobierno: Estado de derecho (2,4), Participación (2,3), Manejo holístico (1,9), Responsabilidad (1,8), Ética corporativa (1,6).

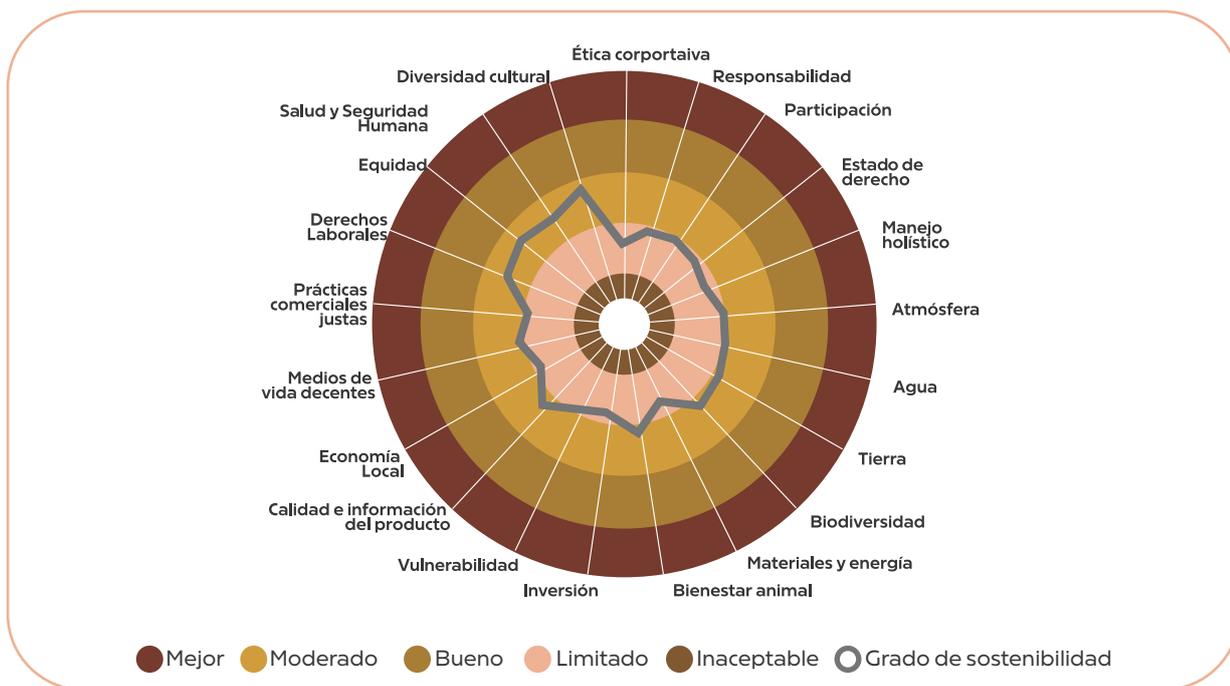


**Figura 3.4.** Grado de sostenibilidad de la Chakra en la asociación de productores Tsatsayaku.

### 3.3.2 Sostenibilidad Chakra - Asociación Wiñak

En la asociación Wiñak, el puntaje de sostenibilidad en la mejor dimensión resultante fue: Bienestar social con un puntaje de 2,3; la dimensión intermedia: Integridad Ambiental 2,1; y las dimensiones con puntajes similares son: Resiliencia económica y Buena gobernanza con 1,8. El grado de sostenibilidad de la asociación Wiñak es limitado (Figura 3.5.).

Puntajes de sostenibilidad por dimensiones y por tema de mayor a menor son: a) Bienestar Social: Diversidad Cultural (2,7), Equidad (2,5), Salud y Seguridad Humana y Derechos Laborales (2,4), Medios de vida decentes (2,1) y Prácticas comerciales justas (1,9); b) Integridad Ambiental: Biodiversidad, Tierra y Bienestar animal (2,3), Agua (2,2), Atmósfera (2,1) y Materiales y energía (1,8); c) Resiliencia Económica: Calidad e información del producto (2,3), Vulnerabilidad e Inversión (1,9), Economía Local (1,8); d) Buen Gobierno: Participación y Estado de derecho (1,9), Responsabilidad y Manejo holístico (1,8) y Ética corporativa (1,5).

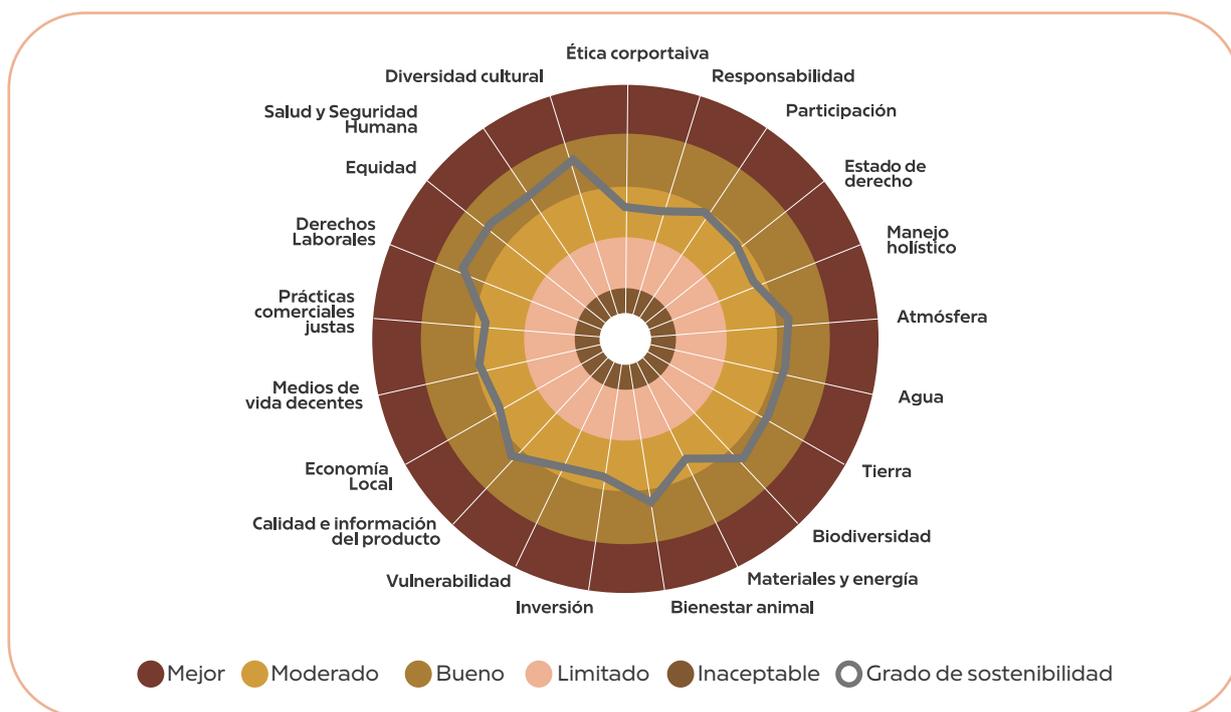


**Figura 3.5.** Grado de sostenibilidad de la *Chakra* en la asociación de productores Wiñak.

### 3.3.3 Sostenibilidad *Chakra* - Asociación Kallari

En la asociación Kallari, el puntaje de sostenibilidad en las mejores dimensiones fue: Integridad Ambiental y Bienestar Social con 3,2, respectivamente; la dimensión con puntaje intermedio fue: Resiliencia Económica con un valor de 3 y la dimensión con un puntaje menor fue: Buen Gobierno con un valor de 2,6. El grado de sostenibilidad de la asociación es Moderado (Figura 3.6.).

Los puntajes de sostenibilidad por dimensiones y por tema de mayor a menor son: a) Integridad Ambiental: Biodiversidad y Bienestar animal (3,4), Tierra, Atmósfera y Agua (3,2) y Materiales y energía (2,7); b) Bienestar Social: Diversidad Cultural (3,5), Derechos Laborales y Equidad (3,4), Salud y Seguridad Humana (3,2), Medios de vida decentes (2,9) y Prácticas comerciales justas (2,7); c) Resiliencia Económica: Calidad e información del producto (3,3), Vulnerabilidad, Inversión y Economía Local (2,9); Buen Gobierno: Participación y Estado de derecho (2,8), Manejo holístico (2,7), Responsabilidad y Ética corporativa (2,4).

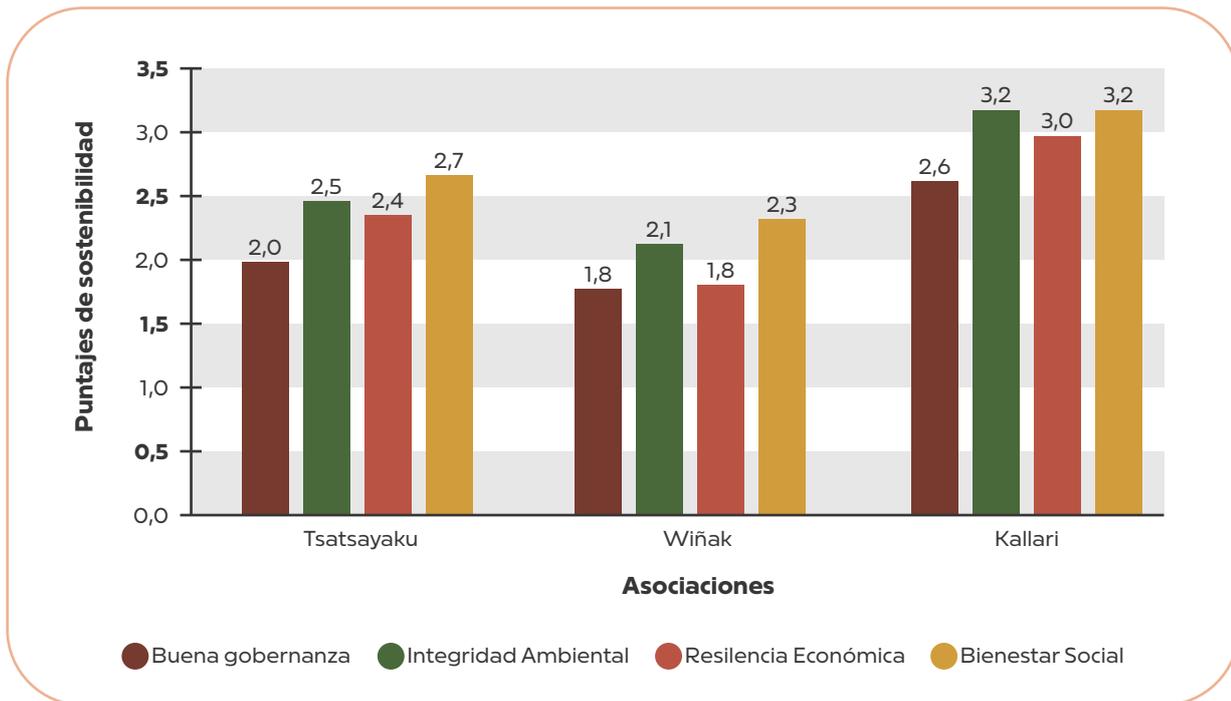


**Figura 3.6.** Grado de sostenibilidad de la *Chakra* en la asociación de productores Kallari.

### 3.3.4 Grado de sostenibilidad por dimensiones

En términos de Buena gobernanza, la asociación Kallari obtuvo el mejor puntaje de sostenibilidad, con una diferencia de 0,6 y 0,8 entre Tsatsayaku y Wiñak, respectivamente; con relación a la dimensión integridad ambiental en menor puntaje tiene la asociación Wiñak, con una diferencia de 0,4 y 10,1 entre Tsatsayaku y Kallari. En la dimensión Resiliencia económica la asociación Wiñak obtuvo 0,6 puntos menos en relación con Tsatsayaku y 14 puntos menos con la asociación Kallari. En relación con Bienestar social, la asociación Kallari obtuvo un puntaje superior con valores de 0,5 y 0,9, respecto a las asociaciones Wiñak y Tsatsayaku (Figura 3.7.).

Los valores globales del grado de sostenibilidad se identifican que la asociación Kallari tiene un puntaje de 3, considerado como limitado; la asociación Tsatsayaku tiene un puntaje de sostenibilidad de 2,4 y Wiñak con un valor de 2, consideradas dentro del lumbral de Limitado.



**Figura 3.7.** Valores de sostenibilidad por dimensiones entre asociaciones Tsatsayaku, Wiñak y Kallari.

### 3.3.5 Dinámica de la sostenibilidad por asociación en unidades simplificadas ( $u^2$ )

La asociación Kallari obtuvo la puntuación más alta en términos de sostenibilidad  $26,6 u^2$ , las asociaciones Tsatsayaku y Wiñak obtuvieron valores de  $9,1$  y  $13,9 u^2$ , respectivamente; menores a la asociación Kallari (Tabla 3.2.).

**Tabla 3.2.** Unidades simplificadas ( $u^2$ ) de sostenibilidad en las asociaciones

	Asociaciones		
	Tsatsayaku	Wiñak	Kallari
Unidades simplificadas ( $u^2$ )	17,5	12,7	26,6
Desviación estándar	0,29	0,41	0,32
Máximo	19,8	17,8	32,3
Mínimo	11,06	8,6	15,7

## 3.4 Conclusiones y recomendaciones

La asociación Kallari obtuvo el mejor grado de sostenibilidad categorizado como moderado, mientras que Tsatsayaku y Wiñak están en la categoría de limitado, por lo cual es indispensable considerar un programa de fortalecimiento de capacidades a nivel de *Chakra* y de manera asociativa. A nivel de dimensiones la asociación Kallari, obtuvo los mejores puntajes de sostenibilidad, donde la dimensión bienestar social obtuvo el mejor puntaje entre dimensiones y asociaciones en términos generales. Es recomendable socializar estos resultados a niveles de asociaciones, actores locales y tomadores de decisiones para formar escuelas de campo e impulsar que los puntajes de sostenibilidad a media y largo plazo se potencialicen.





# CAPÍTULO 4

---

## Secuestro de carbono en *Chakra* con cacao en la Amazonía Ecuatoriana

### 4.1 Introducción

Los cantones de Tena, Archidona y Carlos Julio Arosemena Tola en la provincia de Napo son los productores más importantes de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo el sistema agroforestal tradicional (SAF-T) denominado "*Chakra*", principalmente usado por poblaciones Kichwa amazónicas (Coq-Huelva et al., 2017a; Torres et al., 2014). Para este capítulo, la *Chakra* es considerado un policultivo con altos niveles de diversidad (Vera et al., 2017) que repercuten en la cantidad de carbono almacenado del sistema, donde el principal producto comercial es el cacao, que crece junto a otras plantas utilizadas para la medicina, rituales espirituales, fabricación de artesanías y otros fines de consumo (Coq-Huelva et al., 2017b) y es un espacio donde el conocimiento tradicional ha sido transmitido de generación en generación (Torres, 2018a).

Existe evidencia de que los sistemas agroforestales juegan un papel importante en la prestación de servicios ambientales, ya que aproximadamente 20% de la población mundial, sobre todo en zonas rurales y urbanas de países en desarrollo, dependen directamente de los productos agroforestales (Casanova et al., 2016).

Los sistemas agroforestales, como la *Chakra* Amazónica, pueden proporcionar múltiples servicios ecosistémicos (ES), en parte debido a su alta (agro) biodiversidad y una amplia gama de servicios ecosistémicos reguladores y de apoyo como el ciclo biogeoquímico, regulación del clima local, mantenimiento de la fertilidad del suelo, almacenamiento de carbono, mantenimiento de la diversidad genética y control biológico (Andreotti et al., 2018; Mortimer et al., 2018). La adopción de sistemas agroforestales contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono y metano), disminuye la presión sobre los ecosistemas vulnerables y mejora las condiciones de vida de las comunidades rurales (Casanova et al., 2016).

Cuando se usan como parte de un paisaje integrado, los sistemas agroforestales ofrecen una estrategia para alcanzar simultáneamente objetivos de adaptación y mitigación del cambio climático, seguridad alimentaria y alivio de la pobreza (Mortimer et al., 2018).



Entre los servicios ecosistémicos de la *Chakra* se encuentra el secuestro de carbono, que implica la eliminación y el almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros (en este caso vegetación y suelo) a través de procesos físicos o biológicos, cuyo potencial de participación en el mercado de carbono podría ayudar a mantener otros componentes del sistema que producen otros servicios ecosistémicos asociados, la mayoría sin valor de mercado (Torres et al., 2015), es así que, la incorporación de árboles o arbustos en estos sistemas agroforestales tradicionales puede aumentar la cantidad de carbono secuestrado en comparación con un campo de monocultivo agrícola o pastizales; es decir, el potencial de los sistemas agroforestales

para secuestrar carbono varía dependiendo principalmente del tipo de sistema, composición de especies, edad de las especies que la componen, ubicación geográfica, factores ambientales y prácticas de manejo (Shibu, 2009).

En el presente capítulo, se detallan los resultados obtenidos de la medición de captura de carbono en 36 parcelas permanentes establecidas por el Proyecto Cacao Climáticamente Inteligente en los SAF-T *Chakra* de los cantones Tena, Archidona y Carlos Julio Arosemena Tola de la provincia de Napo, Amazonía Ecuatoriana.

## 4.2 Metodología

Los datos de campo fueron recopilados durante el segundo semestre del año 2020, cumpliéndose con los protocolos de seguridad sanitaria frente al COVID-19. Para el levantamiento de información en campo. Se utilizó como base el "*Manual de campo para las estimaciones de biomasa y carbono en clases de uso de la tierra diferentes de bosque Nativo*", desarrollado por la FAO y el Ministerio del Ambiente en el año 2014, que fue elaborado para ampliar el levantamiento de información de línea base de los sistemas forestales hacia otras clases de uso de la tierra (CUT), para lo cual se establecieron los procedimientos técnicos y metodológicos más adecuados, basados en las directrices internacionales como las del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (MAE & FAO, 2015).

Con la finalidad de que la metodología se adapte a las características propias de la *Chakra* amazónica, se revisaron estudios realizados en estos sistemas en la provincia del Napo y varias publicaciones al respecto, entre los cuáles resaltan los siguientes:

**Tabla 4.1.** Estudios previos realizados en *Chakra* Amazónicas de Napo

Nombre	Autor/es	Lugar
Influencia del uso de la tierra sobre almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco. <i>Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología</i> . Vol. 1(3):173-186. 2012.	Oswaldo Jadán, Bolier Torres y Sven Günter	Reserva de Biosfera Sumaco (RBS), en la Provincia de Napo, Amazonía ecuatoriana
Variación en el almacenamiento de carbono, conservación de la biodiversidad y productividad en dos sistemas productivos, comparados con bosques primarios en la Amazonía ecuatoriana. IUFROLAT. Costa Rica. 2013	Bolier Torres, Sven Günter, Oswaldo Jadán, Max Kiekbusch y Lisa Ehrmantraut	Zona baja de Reserva de la Biosfera Sumaco, provincia de Napo, Amazonía ecuatoriana - cantones Tena y Archidona
Influence of tree cover on diversity, carbon sequestration and productivity of cacao systems in the Ecuadorian Amazon. <i>Journal: Bois et Forêts des Tropiques</i> Vol. 325 2015.	Oswaldo Jadán, Miguel Cifuentes, Bolier Torres, Daniela Selesi, Darío Veintimilla y Sven Günter	Reserva de Biosfera Sumaco (RBS), en la Provincia de Napo, Amazonía ecuatoriana
The Contribution of Traditional Agroforestry to Climate Change Adaptation in the Ecuadorian Amazon: The <i>Chakra</i> System. In: Leal Filho Walter (Ed.), <i>Handbook of Climate Change Adaptation</i> . Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1973-1994 pp. 2015.	Bolier Torres, Oswaldo Jadán, Patricia Aguirre, Leonith Hinojosa y Sven Günter	Reserva de Biosfera Sumaco, provincia de Napo, cantones Tena, Archidona y Arosemena Tola
Adapting Indigenous Agroforestry Systems for Integrative Landscape Management and sustainable Supply Chain Development in Napo, Ecuador. F. Montagnini (ed.), <i>Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty</i> , Advances in Agroforestry 12. 2017.	Christopher Jarrett, Ian Cummins, and Eliot Logan-Hines	Reserva de Biosfera Sumaco (RBS), en la Provincia de Napo, Amazonía ecuatoriana
Lecciones ecológicas de la historia amazónica: impacto diferencial del uso del suelo en las estructuras y biomasa aérea de bosques secundarios en Napo, Ecuador. 2018	Edgardo Garrido-Pérez, Katia Laura Sidali, Jamil Rojas-Salvatierra, David Tella-Ruiz, Ángel Cajas, María Sol Peña	Este estudio se realizó en los alrededores de Atacapi, comunidad de indígenas Kichwa en Muyuna, Cantón Tena, Napo, Ecuador

Posteriormente, se realizó un taller con representantes del Ministerio del Ambiente y Agua y Transición Ecológica (MAATE), el equipo del proyecto Cacao Climáticamente Inteligente de FAO e investigadores de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) para revisar la metodología propuesta, misma que fue adaptada a las realidades locales. Finalmente, se la validó con miembros oficiales del MAATE en el año 2020. De esta manera también se acordó realizar un muestreo total de 36 parcelas permanentes de monitoreo de 40 m. x 40 m. (Figura 4.1.).

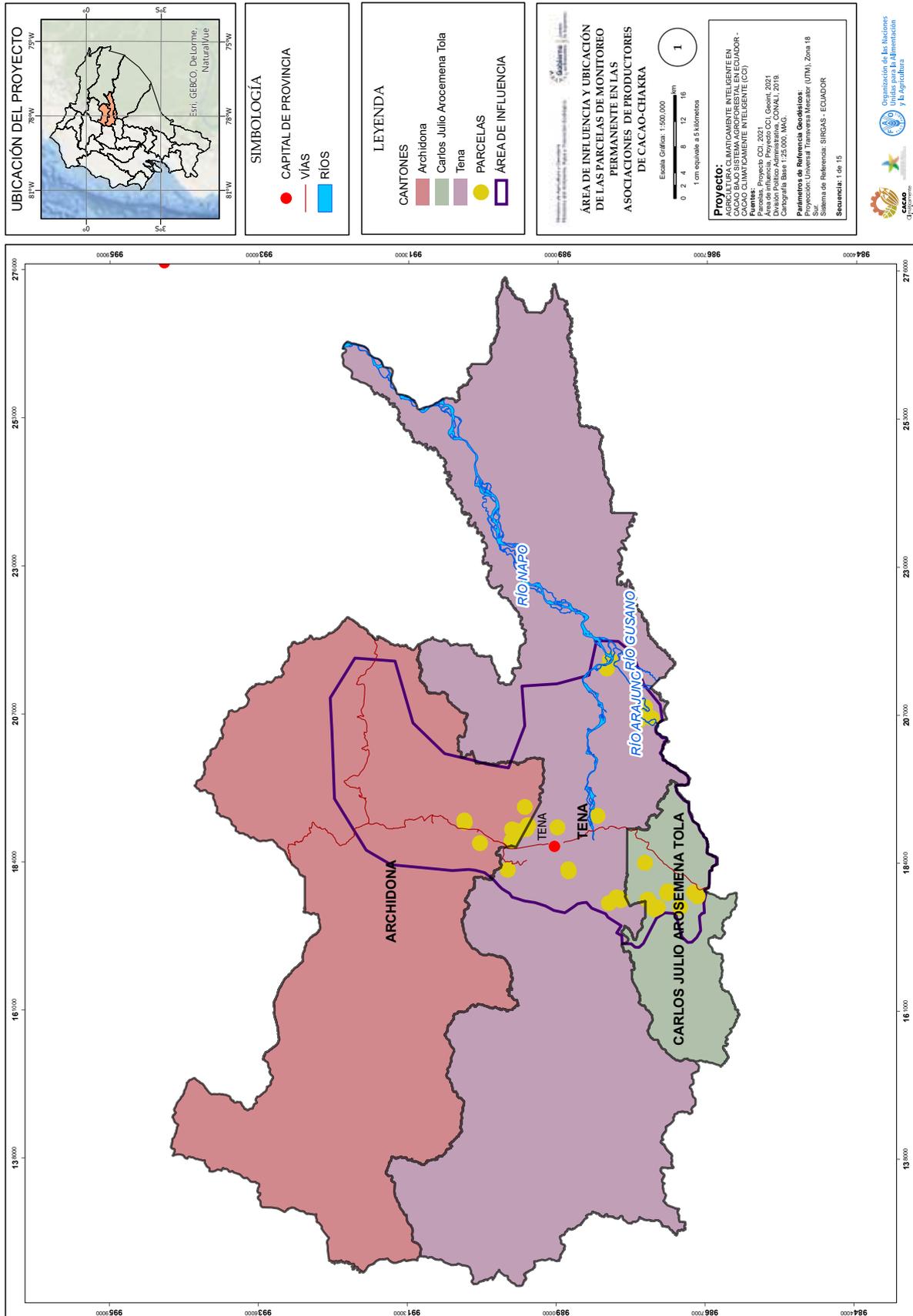
## 4.2.1 Muestreo

La selección de la muestra se realizó en dos etapas: primero se analizó las bases de datos de las tres asociaciones (Kallari, Wiñak y Tsatsayaku), que contenían datos generales de cada socio productor, incluyendo la ubicación geográfica, tamaño de la finca y de la *Chakra*, tipo de producción y principales cultivos, con lo cual se realizó una preselección de los sitios de estudio. En una segunda etapa, se realizaron recorridos exploratorios y entrevistas con los dueños de los predios preseleccionados para obtener el consentimiento libre, previo e informado (CLPI) de dar acceso y participar en este proceso de levantamiento de datos de campo en sitio.

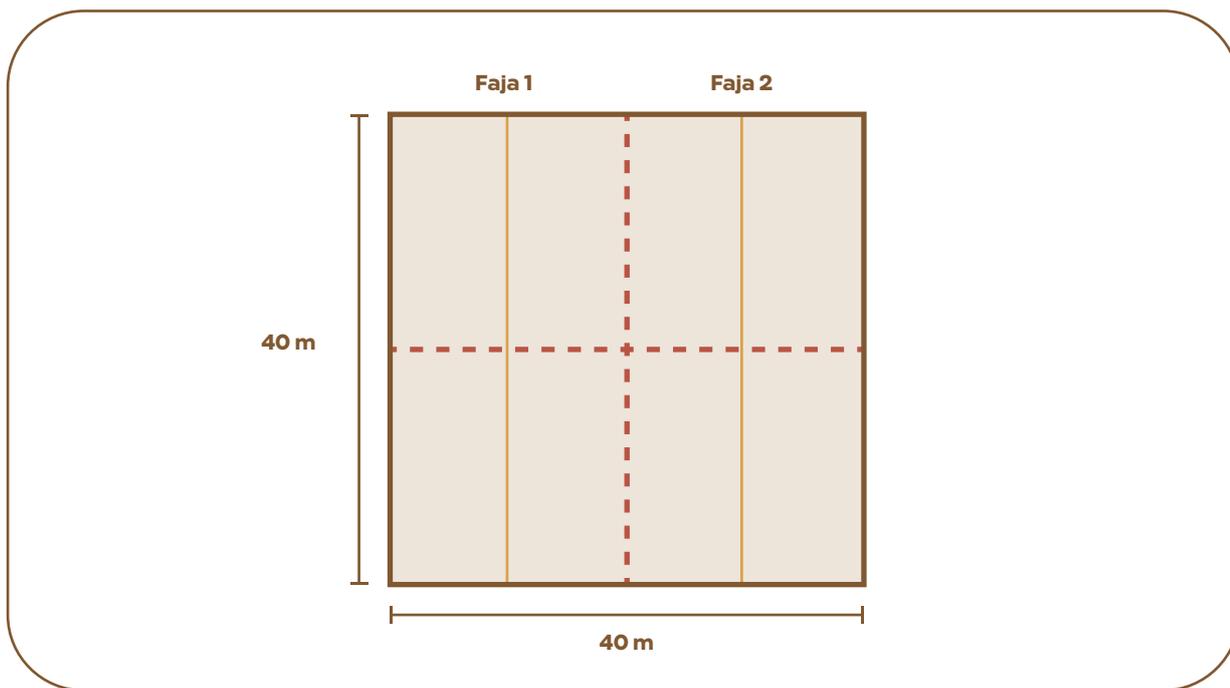
El levantamiento de información se desarrolló bajo un sistema de muestreo sistemático, en las tres asociaciones de productores estudiadas, se seleccionaron 12 fincas por asociación, y en cada una se estableció una parcela de monitoreo permanente, en total se cuenta con 36 parcelas. Se estableció un esquema de muestreo de suelo y vegetación que cubra toda la variabilidad espacial en cada parcela permanente seleccionado.

Para el estudio se utilizó como unidad de muestreo (UM) una parcela dentro de cada finca para las estimaciones de biomasa y carbono. La dimensión de la parcela difiere de lo establecido en el Inventario Nacional Forestal. Como se mencionó anteriormente, en el estudio de carbono en *Chakra*, las parcelas tienen una dimensión de 40 x 40 m (Figuras 4.1 y 4.2), definida en función de los estudios previos en *Chakra* donde se utilizaron parcelas de 1000 m<sup>2</sup> y 1600 m<sup>2</sup>, en los cuales se determinó que es un tamaño apropiado para captar la biodiversidad. La composición interna de la *Chakra* es diversa y el rango de tamaño de cada finca oscila entre 4 y 1,2 ha de acuerdo a los datos entregados por las asociaciones. Por lo que, el tamaño de 1600 m<sup>2</sup> es suficiente, mismo que fue avalado por el Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador (MAATE) en el año 2020.

Los criterios para considerar una finca específica para instalar las parcelas como unidad de muestreo fueron: a) La aceptación de los productores para la instalación de parcelas de muestreo permanente en *Chakra*; b) facilidad del acceso a las fincas; c) edad del cultivo de cacao; d) en este caso se determinó un rango de edad establecido de entre 7 y 15 años; e) el área de la *Chakra* dentro de la finca (en las asociaciones seleccionadas las áreas de la *Chakra* son relativamente homogéneas).



**Figura 4.1.** Mapa de la zona baja de la provincia de Napo y ubicación geográfica de las 36 parcelas permanentes para el monitoreo de composición florística y secuestro de carbono en *Chakra* con cacao en tres asociaciones de productores de cacao de los cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.



**Figura 4.2.** Representación gráfica de la parcela para el inventario y el sub-diseño de fajas para facilitar el establecimiento en campo y medición.

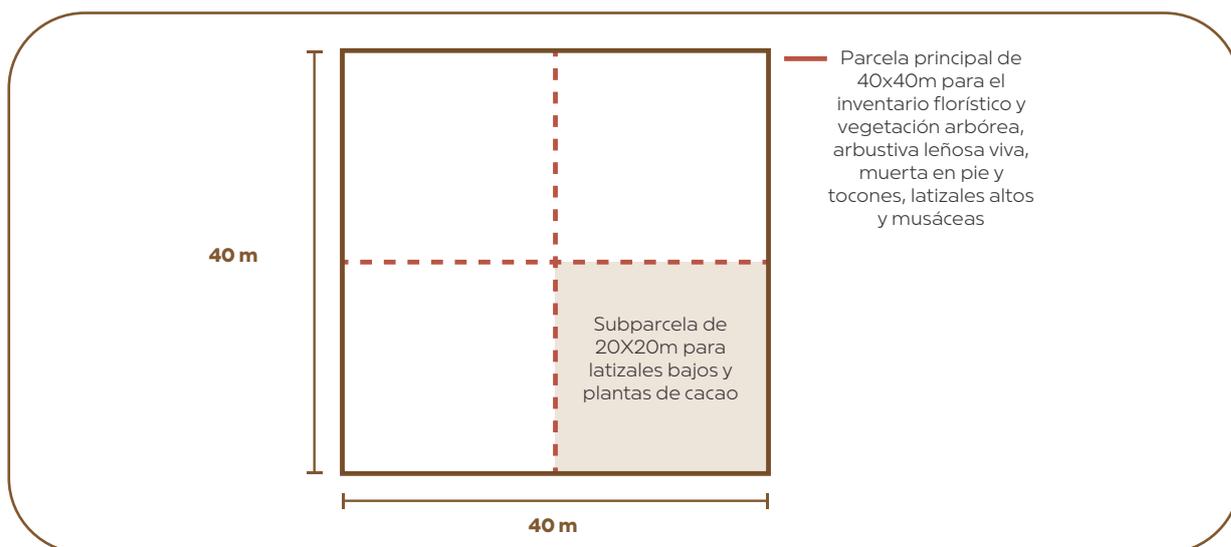
En las 36 parcelas de monitoreo permanente establecidas por el proyecto Cacao Climáticamente Inteligente, se colectó información para determinar la composición florística y el secuestro de carbono en la biomasa aérea y subterránea, así como también en la hojarasca, y suelo. Se recolectaron muestras para calcular la captura de carbono en los siguientes reservorios recomendados por el IPCC:

- Biomasa aérea y subterránea
- Materia orgánica muerta (hojarasca)
- Suelo (materia orgánica del suelo):

Luego de acordar los protocolos de investigación, se realizaron varios talleres virtuales de capacitación sobre la metodología validada a los miembros del equipo de campo, lo cual fue factible por cuanto se seleccionó a profesionales junior que ya habían realizado sus tesis de pregrado y maestría en estos temas con los investigadores de la UEA.

## 4.2.2 Componente sobre el suelo – biomasa aérea

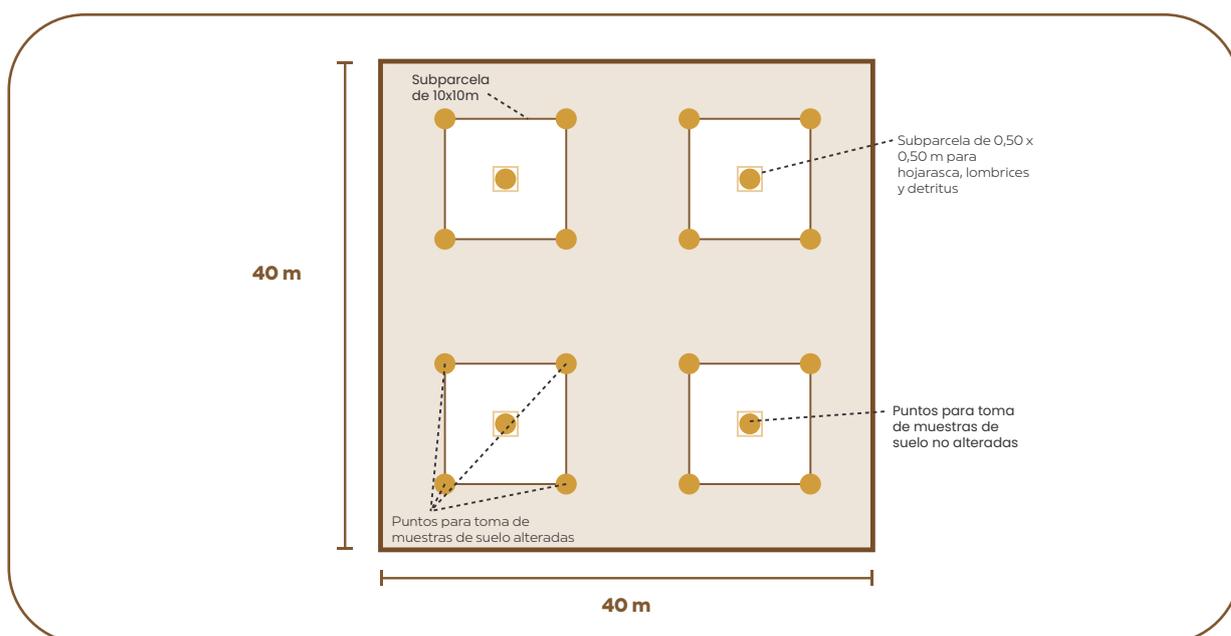
El carbono almacenado ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) en el SAF-T *Chakra* se evaluó en el componente arbóreo considerando las especies registradas con  $\text{DAP}_{1,30\text{m}} \geq 10 \text{ cm.}$ , en las musáceas encontradas y en las plantas de cacao en cada una de las tres asociaciones de productores estudiadas, usando un modelo de parcela anidada de 40 m x 40 m y una subparcela de 20 m x 20 m (Figura 4.3.).



**Figura 4.3.** Representación gráfica de las parcelas permanente de monitoreo para evaluar la composición florística y sequestro de carbono en biomasa aérea.

### 4.2.3 Componente suelo y hojarasca

Para la toma de muestras de suelo y hojarasca se procedió de la siguiente manera: a) se determinó en cada parcela permanente (40 x 40 m) cuatro puntos de muestreo, de manera equidistante; b) se estableció una subparcela de 10 x 10 m en cada punto de muestreo (P1, P2, P3 y P4), en la cual se recolectaron cuatro submuestras de suelo a tres profundidades (0-10, 10-30 y de 30-60 cm). Dichas muestras conformaron la muestra compuesta por punto y se usaron para la evaluación de parámetros químicos; c) en la parte central de la subparcela se colocó un cuadrante de 0,50x 0,50 m donde se tomó la muestra de hojarasca, y las muestras no alteradas para análisis de densidad aparente y raíces finas a tres profundidades (0-10,10-20 y 20-30 cm) y otros parámetros físicos (Figura 4.4.).



**Figura 4.4.** Esquema de muestreo de suelo y hojarasca.

El procedimiento técnico de toma de muestras de suelo, hojarasca y biomasa aérea se realizó siguiendo el *Manual de campo para estimaciones de biomasa y carbono en clases de uso de la tierra diferentes de bosque nativo* (MAE & FAO, 2015). Con la finalidad de registrar la metodología desarrollada en esta investigación de manera detallada, el proyecto Cacao Climáticamente Inteligente desarrolló el documento: *“Metodología de levantamiento de información para la medición del secuestro de carbono en Chakra Amazónicas”*.

## 4.2.4 Cálculo del carbono capturado por reservorio

### Carbono de la biomasa aérea

Las reservas de carbono de la biomasa de los árboles  $DAP_{1,30m} \geq 10$  cm arriba del suelo fueron estimadas mediante el uso de ecuaciones alométricas, con la cual se estimó la cantidad de biomasa seca por árbol. Se utilizó ecuaciones alométricas generales para bosques tropicales generadas por Chave et al. (2005), para la biomasa sobre del suelo del cacao se utilizó la generada por ANECAFE (2008) y las de musáceas por (Ordóñez et al. 2011), (Tabla 4.1.). Estas ecuaciones requirieron el uso de las variables DAP (cm) y densidad de la madera ( $\rho = g/cm^3$ ). Se utilizaron valores específicos de densidad de la madera (Baker et al., 2004; Chave et al. 2006).

**Tabla 4.2.** Ecuaciones alométricas utilizadas en la estimación de biomasa aérea en los árboles, frutales, palmas, plantas de cacao y musáceas; y para los componentes del suelo.

Compartimento	Ecuación	R2	Autor
<b>Componente sobre el suelo</b>			
$BSS_{\text{árbol}} =$	$(\rho * \exp(-1.499 + (2.148 * \ln(DAP))) + (0.207 * \ln(DAP)^2) - (0.0281 * \ln(DAP)^3))$	0.99	Chave et al. (2005)
$BSS_{\text{cacao}} =$	$AGB_{\text{Theobroma cacao}} = 1.040 * \exp^{0.0736 * d}$		ANACAFE (2008)
$BSS_{\text{musáceas}} =$	$AGB_{\text{Musa paradisiaca}} = 185.1209 + (881.9471 * \ln(H/H2))$		Ordóñez et al. (2011)
<b>Componente suelo</b>			
CH =	MS * FC		Huera et al. (2020)
SCS $Mg\ ha^{-1} =$	Da * (COT/100) * P * 10000 $m^2$		Huera et al. (2020)
CRF =	MS * FC		López-Santiago et al., 2019

BSS: biomasa sobre el suelo, BBS: biomasa bajo el suelo. Notas: R<sup>2</sup> ajustado; dap: diámetro a la altura de pecho (cm); d: densidad básica de la madera;  $d_{30}$ : diámetro tomado desde la base a 30 cm; h: altura (m); exp: potencia de base e; Log<sub>10</sub>: logaritmo base 10; Ln: logaritmo natural (base e), CH: carbono de la hojarasca, MS: materia seca, FC: factor de conversión 0.5, SCS: secuestro de carbono en el suelo, Da: densidad aparente de suelo, COT: % de Carbono orgánico total, P: profundidad, CRF: carbono de raíces finas.

### **Carbono orgánico del suelo**

Como primer paso se determinó la densidad aparente ( $D_a$ ) usando el método del cilindro (Blake & Hartge, 1986). Para ello, se usaron cilindros de 7 cm de altura x 7 cm de diámetro recolectados con toma muestra tipo Uhland, y posteriormente se colocaron en estufa a 105°C por 24 horas para obtener el peso seco (Pla, 2010). El carbono orgánico total (COT) se determinó mediante el método de digestión húmeda Walkley y Black (Nelson y Sommer, 1982). Con el valor de la densidad aparente ( $Mg\ m^{-3}$ ), el valor del carbono y la profundidad de cada intervalo de muestreo (0-10; 10-30 y 30-60 cm), se cuantificaron la cantidad total de carbono almacenado en el compartimiento suelo (Huera et al., 2020).

### **Carbono de la hojarasca**

La hojarasca comprende todos los residuos orgánicos (hojas, ramas, frutos y semillas) sobre la superficie del suelo. Para cuantificar este componente se pesó todo el material vegetal encontrado y la toma de una muestra para determinar la humedad a 70 °C y poder reportar los valores con base en peso seco.

Para determinar el carbono de la hojarasca, se calculó la biomasa de hojarasca (BH) y dentro de las subparcelas de 10 x 10 m se usó un cuadrante de 0.25 m<sup>2</sup>; en el cual se recogió todo el material correspondiente a restos vegetales muertos. El material recolectado se pesó y se colocó en bolsas para secar a 105 °C durante 24 h, hasta obtener un peso constante. El contenido de carbono almacenado en la biomasa de hojarasca se estimó considerando que el 50 % de total de la biomasa se corresponde con carbono (FC 0.5), utilizando la ecuación propuesta por Huera et al. (2020).

### **Carbono de raíces finas**

Para cuantificar el contenido de raíces finas se utilizaron los cilindros de 7 cm de altura x 7 cm de diámetro usados para la determinación de la densidad aparente ( $D_a$ ) (Blake & Hartge, 1986). Para ello, se colocaron en estufa a 105°C por 24 horas y luego el suelo seco fue tamizado para separar las raíces finas. Posteriormente, el valor del peso seco de las raíces finas fue multiplicado por 0,5 para estimar la reserva de carbono (López-Santiago et al., 2019).

## **4.3 Resultados y Discusión**

Generalmente, las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> se estiman sobre la base de los cambios en las existencias de carbono del ecosistema. Éstos incluyen la biomasa aérea, la materia orgánica muerta (a saber, la madera muerta y la hojarasca) y la materia orgánica del suelo (IPCC, 2006). El presente estudio muestra los resultados del carbono almacenado en los siguientes reservorios: a) **Biomasa aérea y subterránea:** En este caso la biomasa aérea está constituida por árboles, frutales, cacao y musáceas. La biomasa vegetal, incluyendo sus partes aéreas, constituye uno de los principales medios de absorción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera; b) **Materia orgánica muerta (ho-**



**jarasca):** En algún momento, la mayor parte de la biomasa contenida en el material vegetal vivo se transfiere a depósitos de materia orgánica muerta (MOM), para este estudio se consideró a la hojarasca. Parte de la MOM se descompone rápidamente y devuelve el carbono a la atmósfera, pero hay una parte retenida durante meses hasta años o décadas, c) **Suelo (materia orgánica del suelo):** A medida que se fragmenta y se descompone, la materia orgánica muerta se transforma en materia orgánica del suelo (MOS). En el presente estudio se consideró el carbono almacenado en el suelo hasta 60 cm de profundidad. Las existencias de carbono orgánico se ven influenciadas por las actividades de gestión y manejo de la tierra que afectan la velocidad de formación de hojarasca y de pérdida de materia orgánica del suelo.

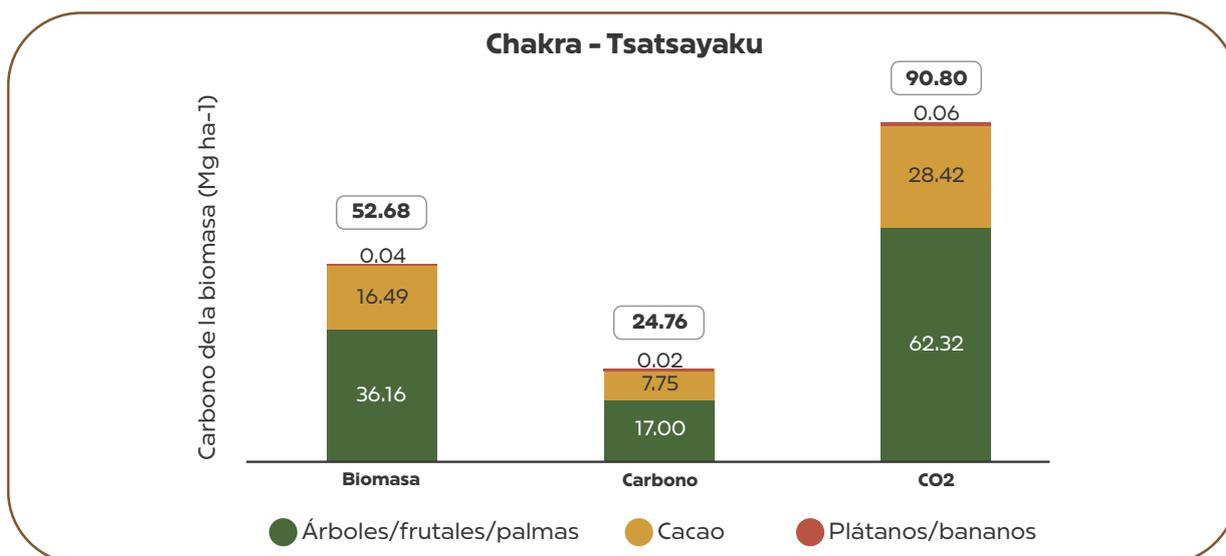
### 4.3.1 Secuestro de carbono en el sistema *Chakra* – Asociación Tsatsayaku (cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Napo)

#### 4.3.1.1 Biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> del componente sobre el suelo

Para el sistema *Chakra* de los productores de la Asociación Tsatsayaku, los resultados del carbono almacenado en la biomasa aérea considerando árboles, frutales, palmas, cacao y musáceas indican que, los árboles/frutales/palmas almacenan alrededor del 68,7% del carbono presente en la biomasa aérea, mientras que el cacao captura aproximadamente el 31% del carbono. El aporte de las musáceas es mínimo con 0,1%. (ver Tabla 4.3.). El promedio de la biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en árboles, frutales y palmas del sistema *Chakra* en la Asociación Tsatsayaku se muestran en la Figura 4.5.

**Tabla 4.3.** Stock de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> sobre el suelo, en diferentes componentes del sistema “*Chakra*” de la Asociación Tsatsayaku, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

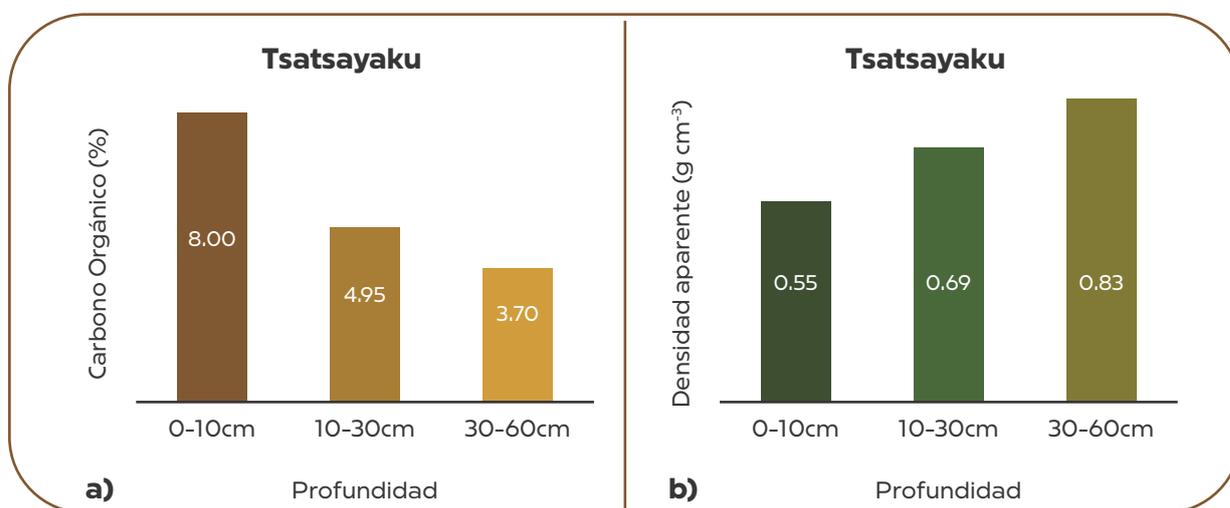
Componente	Biomasa Mg ha-1	C Mg ha-1	CO <sub>2</sub> Mg ha-1
Árboles/frutales/palmas	36.16	17.00	62.32
Cacao	16.49	7.75	28.42
Musáceas	0.04	0.02	0.06
<b>Total</b>	<b>52.68</b>	<b>24.76</b>	<b>90.80</b>



**Figura 4.5.** Carbono de la biomasa aérea en  $\text{Mg ha}^{-1}$  en árboles, plantas de cacao y musáceas, del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Tsatsayaku, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

#### 4.3.1.2 Carbono del suelo, hojarasca y raíces

Para determinar el secuestro de carbono en el suelo, es necesario conocer la densidad aparente, el porcentaje del carbono orgánico total en cada profundidad y el espesor de cada horizonte. En este estudio se seleccionaron tres profundidades con espesores diferentes (Figura 4.6a y 4.6b), lo cual influyó en la cantidad de carbono almacenado en cada uno de los diferentes intervalos considerados.



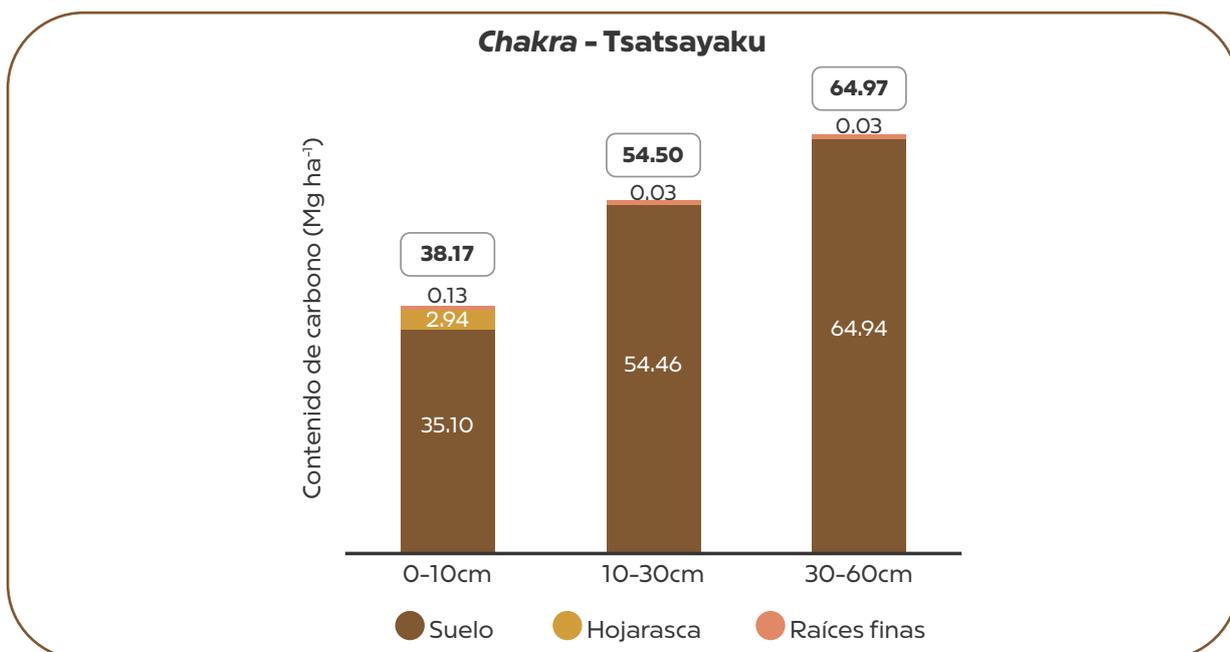
**Figura 4.6.** a) Carbono orgánico (%) y b) densidad aparente del suelo a diferentes profundidades del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Tsatsayaku, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

Como se puede apreciar en la Figura 4.6a, el valor promedio del porcentaje de COT fue superior en el horizonte superficial y disminuyó con la profundidad, lo cual influyó en los valores de la densidad aparente del suelo que se incrementaron con la profundidad (Figura 4.6b), indicando una relación inversa entre ambas variables, tal como ha sido señalado por Bravo et al. (2021).

Respecto al carbono almacenado en suelo, los resultados indican que, del total, el 42% se encuentra de 30 a 60 cm de profundidad, el 35% se almacena de 10-30 cm; y finalmente de 0 – 10 cm se encuentra el 23% (Tabla 4.4.; Figura 4.7), cuyas diferencias proporcionalmente están relacionadas con el incremento de la Da y el espesor usado para el cálculo del carbono almacenado. Los resultados en todas las profundidades reflejan la importancia del suelo como reservorio del carbono que se extiende más allá del horizonte superficial. Si bien, el carbono almacenado en la materia orgánica muerta, en este caso hojarasca, y en la biomasa subterránea (raíces), representa un mínimo porcentaje en comparación con el suelo, son considerados compartimentos muy importantes, ya que también contribuyen con la incorporación de materia orgánica al suelo, con los procesos de reciclaje de nutrientes y el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo (Bravo et al., 2017).

**Tabla 4.4.** Stock del carbono orgánico del suelo en diferentes profundidades, de la hojarasca y raíces finas del sistema "Chakra" de la Asociación Tsatsayaku, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

Componente	Mg C ha <sup>-1</sup>
Suelo 0 - 10 cm	35.10
Suelo 10 - 30 cm	54.46
Suelo 30 - 60 cm	64.94
Hojarasca	2.94
Raíces finas	0.19
<b>Total, carbono del suelo</b>	<b>157.64</b>



**Figura 4.7.** Carbono del suelo en Mg ha<sup>-1</sup> en diferentes profundidades, hojarasca y raíces finas del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Tsatsayaku, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

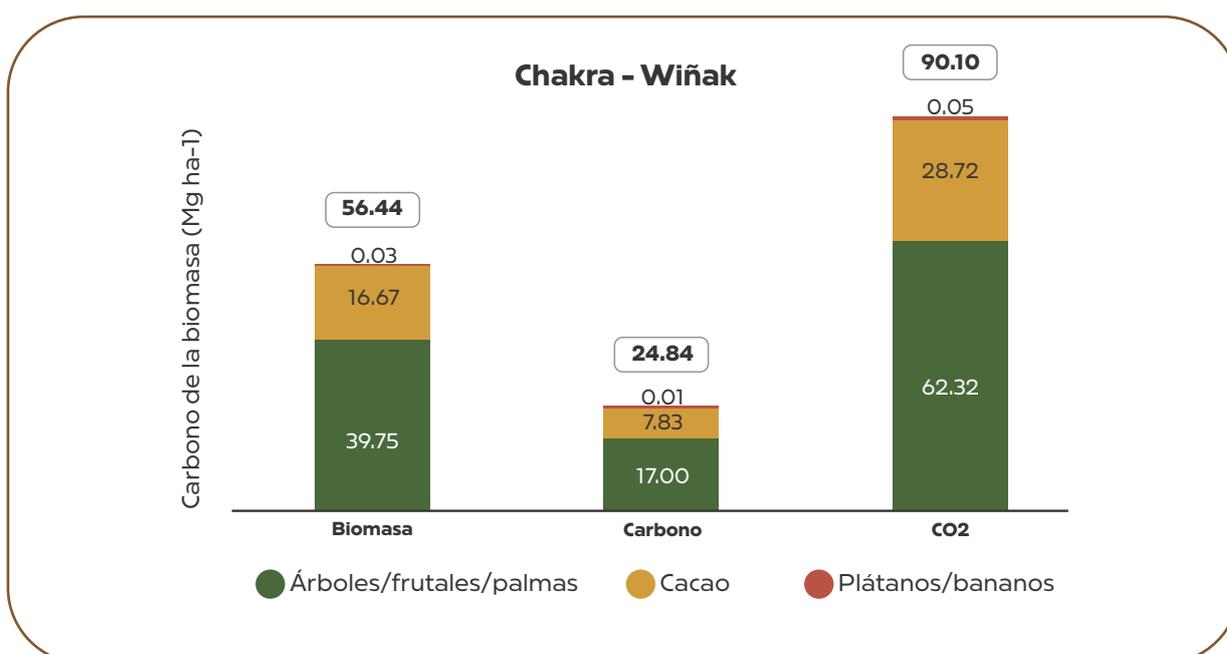
## 4.3.2 Secuestro de carbono en el sistema *Chakra* – Asociación Wiñak (cantón Archidona, Napo)

### 4.3.2.1 Biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> del componente sobre el suelo

Similar a la Asociación Tsatsayaku, los resultados indican que en las fincas de la Asociación Wiñak los árboles/frutales/palmas almacenan alrededor del 68,4% del carbono presente en la biomasa aérea, mientras que el cacao captura aproximadamente 31,5%. El aporte de las musáceas es mínimo con 0,04% (Tabla 4.5.). El promedio de la biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en árboles, frutales y palmas del sistema *Chakra* en la Asociación Wiñak se muestran en la Figura 4.8.

**Tabla 4.5.** Stock de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> sobre el suelo, en diferentes componentes del sistema "*Chakra*" de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.

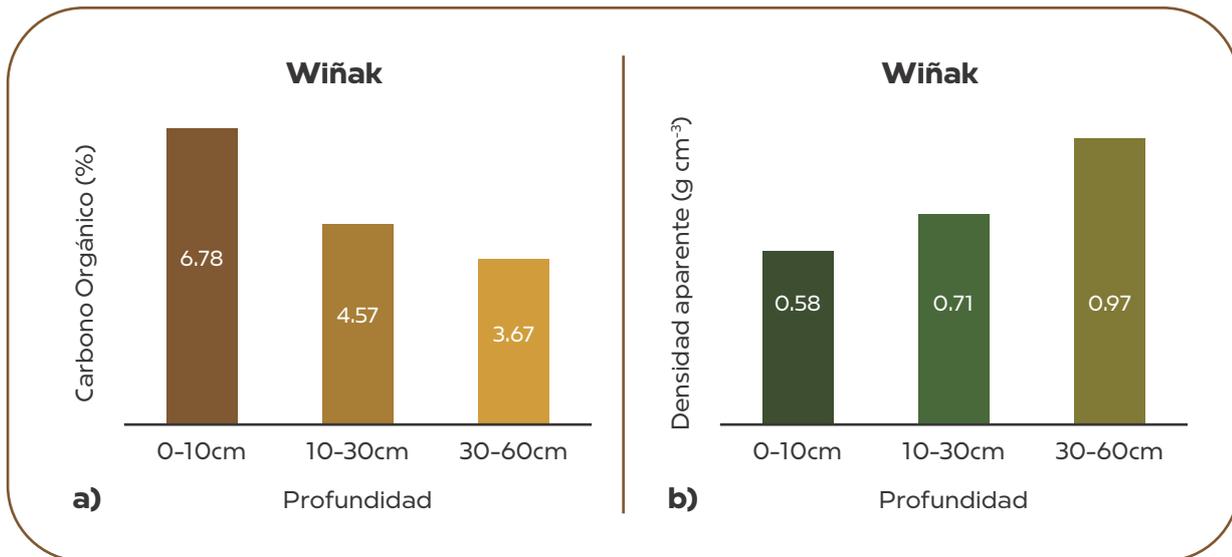
Componente	Biomasa Mg ha <sup>-1</sup>	C Mg ha <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub> Mg ha <sup>-1</sup>
Árboles/frutales/palmas	39.75	17.00	62.32
Cacao	16.67	7.83	28.72
Musáceas	0.03	0.01	0.05
<b>Total</b>	<b>56.44</b>	<b>24.84</b>	<b>91.10</b>



**Figura 4.8.** Carbono de la biomasa aérea en Mg ha<sup>-1</sup> en árboles, plantas de cacao y musáceas, del sistema Agroforestal tradicional "*Chakra*" de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.

### 4.3.2.2 Carbono del suelo

Al igual que el territorio de los productores de Tsatsayaku, en las fincas de los productores de la Asociación Wiñak el valor promedio del porcentaje de COT fue superior en el horizonte superficial y disminuyó con la profundidad (Figura 4.9a), lo cual influyó en los valores de la densidad aparente del suelo que se incrementaron con la profundidad (Figura 4.9b), indicando una relación inversa entre ambas variables, tal como ha sido señalado por Bravo et al. (2021).



**Figura 4.9.** a) Carbono orgánico (%) y b) densidad aparente del suelo a diferentes profundidades del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.

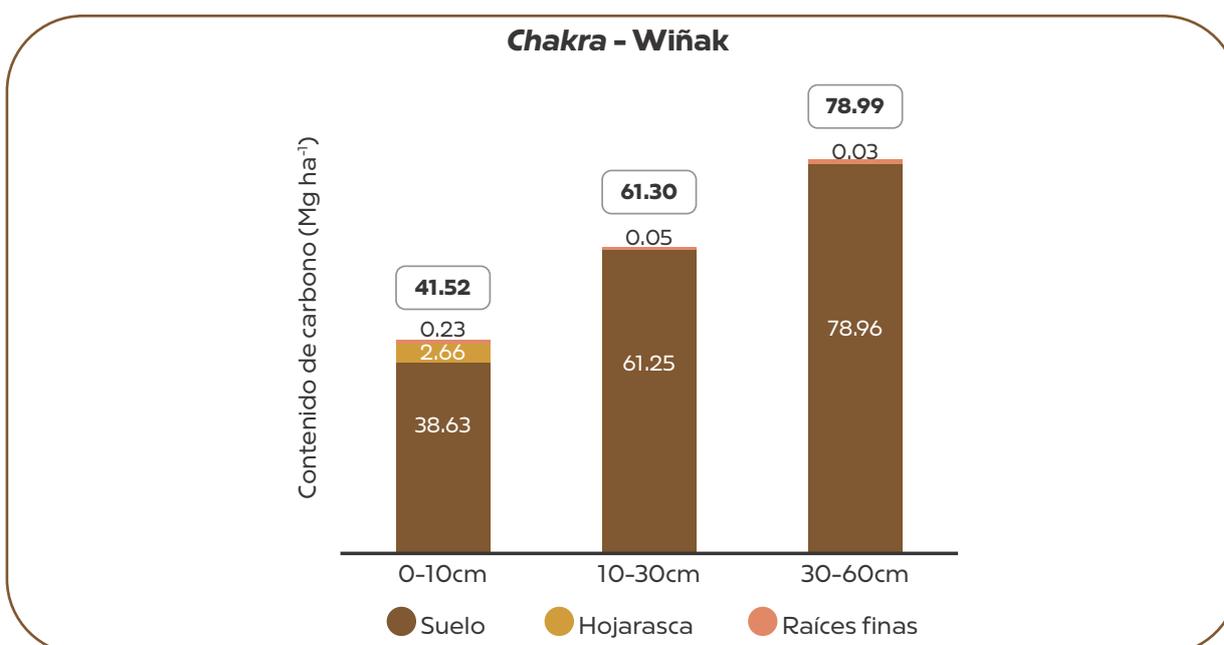
Respecto al carbono almacenado en suelo se observó un comportamiento proporcionalmente similar con respecto a la zona de Tsatsayaku, es decir del valor total (181 Mg C ha<sup>-1</sup>) el 44% se encuentra de 30 a 60 cm de profundidad, el 34% se almacena de 10-30 cm; y finalmente de 0 – 10 cm se encuentra el 24% (Tabla 4.6., Figura 4.10.).



Es importante destacar que a pesar de que los valores del porcentaje de Carbono orgánico total fueron menores que los de Tsatsayaku se registraron mayores valores de densidad aparente en el suelo, lo cual pudiera estar asociado a cambios texturales con mayor presencia de materiales gruesos como las arenas, que inciden en el cálculo del carbono total almacenado. Los resultados en esta zona y en todas las profundidades pone en evidencia el papel del recurso suelo como reservorio del carbono que también se extiende más allá del horizonte superficial e incluso tiene mayores reservas que la aportada por la biomasa aérea. Los otros dos compartimentos evaluados como el carbono almacenado en la materia orgánica muerta (hojarasca), representa un mínimo porcentaje en comparación con el suelo, sin embargo, además de reservorio como carbono, en su proceso de descomposición aportan materia orgánica, liberan nutrientes para suplir las necesidades de las plantas y mejora las propiedades físicas y biológicas del suelo.

**Tabla 4.6.** Stock del carbono orgánico del suelo en diferentes profundidades, de la hojarasca y raíces finas del sistema "Chakra" de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.

Componente	Total, Mg C ha <sup>-1</sup>
Suelo 0 - 10 cm	38.63
Suelo 10 - 30 cm	61.25
Suelo 30 - 60 cm	78.96
Hojarasca	2.66
Raíces finas	0.31
<b>Total, carbono del suelo</b>	<b>181.81</b>



**Figura 4.10.** Carbono del suelo en Mg ha<sup>-1</sup> en diferentes profundidades, hojarasca y raíces finas del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.

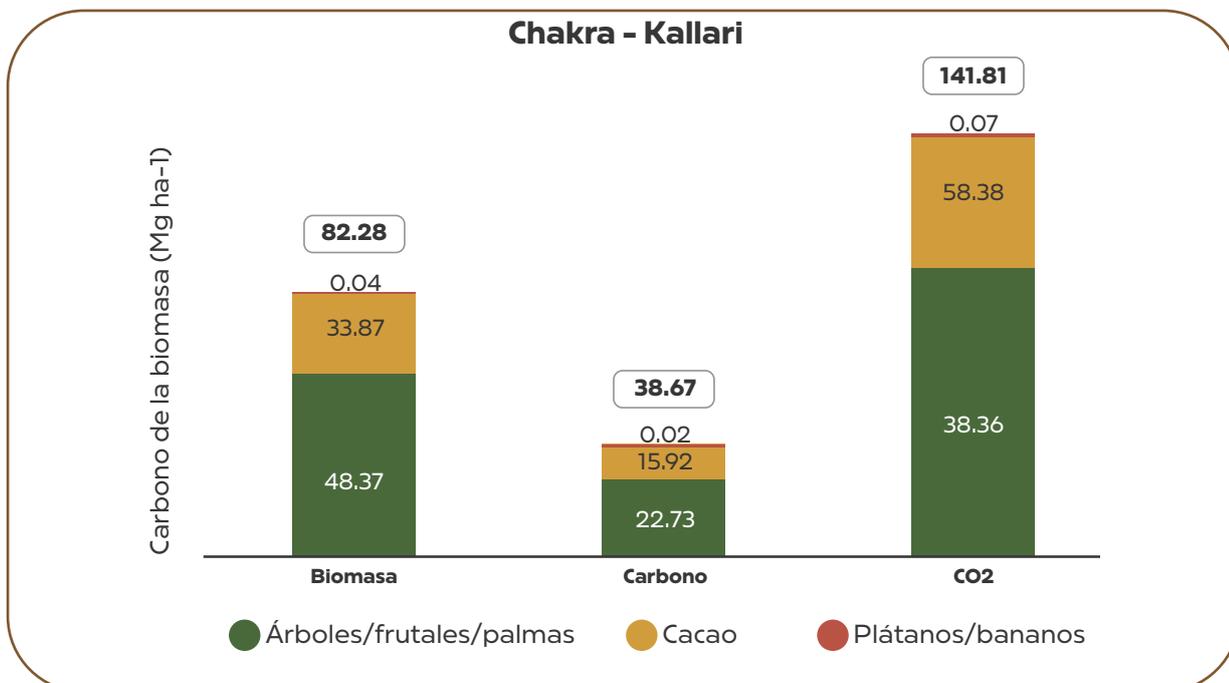
### 4.3.3 Secuestro de carbono en el sistema *Chakra* – Asociación Kallari (cantón Tena, Napo)

#### 4.3.3.1 Biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> del componente sobre el suelo

Los resultados indican que en las fincas de los productores de la Asociación Kallari los árboles/frutales/palmas almacenan alrededor del 58,8% del carbono presente en la biomasa aérea, mientras que el componente cacao captura aproximadamente el 41,2%. El aporte de las musáceas es mínimo con 0,1% (Tabla 4.7). El promedio de la biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> en árboles, frutales y palmas del sistema *Chakra* en la Asociación Kallari se muestran en la Figura 4.11.

**Tabla 4.7.** Stock de biomasa, carbono y CO<sub>2</sub> sobre el suelo, en diferentes componentes del sistema “*chakra*” de la Asociación Kallari, Tena, Napo, Ecuador.

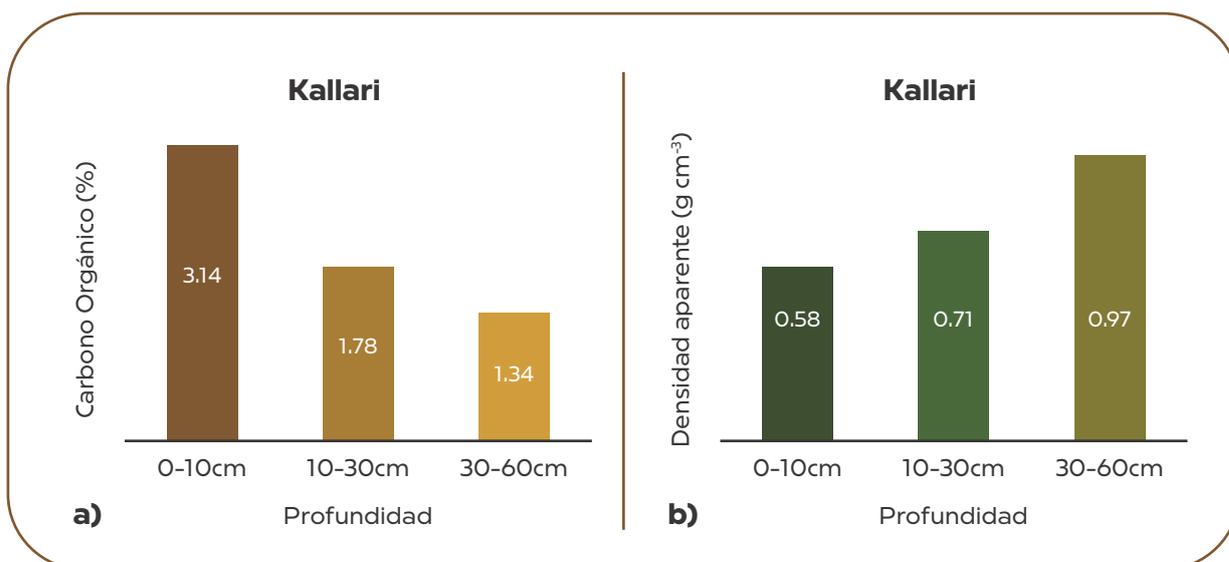
Componente	Biomasa Mg ha <sup>-1</sup>	C Mg ha <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub> Mg ha <sup>-1</sup>
Árboles/frutales/palmas	48.37	22.73	83.36
Cacao	33.87	15.92	58.38
Musáceas	0.04	0.02	0.07
<b>Total</b>	<b>82.28</b>	<b>38.67</b>	<b>141.81</b>



**Figura 4.11.** Carbono de la biomasa aérea en Mg ha<sup>-1</sup> en árboles, plantas de cacao y musáceas, del sistema Agroforestal tradicional “*Chakra*” de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Ecuador.

### 4.3.3.2 Carbono del suelo

En contraste con los suelos donde se encuentran las *Chakra* de los productores de las Asociaciones Tsatsayaku y Wiñak, en los suelos de los productores de la Asociación Kallari el valor promedio del porcentaje de COT fue bajo en todas las profundidades (Figura 4.12a) pero también superior en el horizonte superficial y disminuyó con la profundidad, lo cual influyó en los valores de la densidad aparente del suelo que se incrementaron con la profundidad (Figura 4.12b), indicando una relación inversa entre ambas variables, tal como ha sido señalado por Bravo et al. (2021).

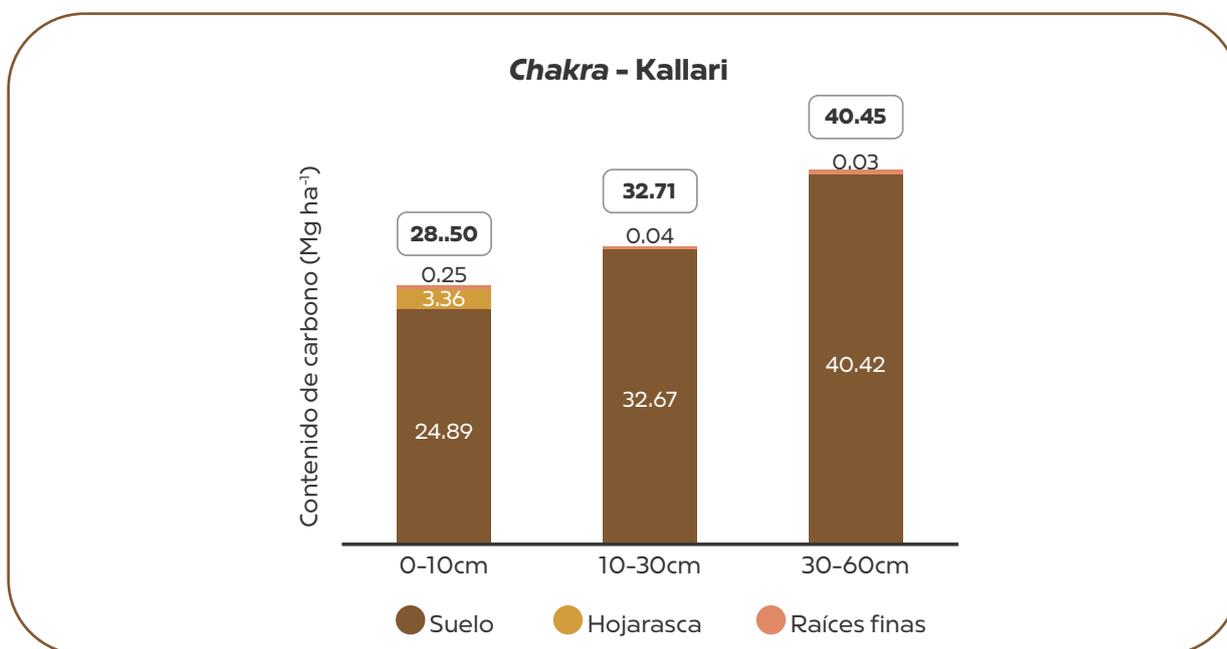


**Figura 4.12.** Carbono orgánico (%) y densidad aparente del suelo a diferentes profundidades del sistema Agroforestal tradicional “*Chakra*” de la Asociación Kallari, Tena, Napo, Ecuador.

Esta particularidad del bajo porcentaje de carbono orgánico probablemente influyó en los resultados del carbono almacenado en suelo con valores menores a las cantidades registradas para los SAF-T *Chakra* de Tsatsayaku y Wiñak, sin embargo, en términos relativos mostró proporciones en un orden similar, el 41% se encuentra de 30 a 60 cm de profundidad, el 33% se almacena de 10-30 cm; y finalmente de 0 – 10 cm se encuentra el 25% (Tabla 4.8.; Figura 4.13.). Los menores valores con respecto a las otras zonas probablemente están asociados al menor aporte de a biomasa aérea, dada que es una zona que ha sido más intervenida, sin embargo, las cantidades de carbono almacenado en el suelo igualmente son consideradas muy importantes debido al papel mitigador del efecto del cambio climático y de las otras funciones que desempeña el suelo como proveedor de nutrientes, junto con la hojarasca y las raíces finas. También en esta zona el carbono almacenado en la materia orgánica muerta, en este caso hojarasca, representa un mínimo porcentaje en comparación con el suelo.

**Tabla 4.8.** Stock del carbono orgánico del suelo en diferentes profundidades, de la hojarasca y raíces finas del sistema "Chakra" de la Asociación Kallari, Tena, Napo, Ecuador.

Componente	Total, Mg C ha <sup>-1</sup>
Suelo 0 - 10 cm	24.89
Suelo 10 - 30 cm	32.67
Suelo 30 - 60 cm	40.42
Hojarasca	3.36
Raíces finas	0,32
<b>Total, carbono del suelo</b>	<b>101.66</b>



**Figura 4.13.** Carbono del suelo en Mg ha<sup>-1</sup> en diferentes profundidades, hojarasca y raíces finas del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Kallari, Archidona, Napo, Ecuador.

#### 4.3.4 Carbono total del sistema "Chakra"

El carbono total comprende cuatro componentes de almacenamiento: carbono de la biomasa aérea, biomasa subterránea (raíces), hojarasca, y del suelo (de 0-10, 10-30, 30-60 cm de profundidad). El carbono de la biomasa aérea se clasificó de acuerdo con sus principales componentes: árboles madereros, árboles frutales, árboles de cacao, musáceas y palmas. El carbono que se encuentra por debajo del suelo y sobre el suelo se estimó mediante ecuaciones alométricas.

De los SAF-T *Chakra* muestreadas, se observa que en las tres asociaciones el principal reservorio de carbono es el suelo, seguido de la biomasa aérea, hojarasca y finalmente biomasa subterránea (raíces). En este mismo tema, considerando todos los compartimentos de almacenamiento de car-

bono, la asociación Wiñak tiene *Chakra* con mayor contenido de carbono, seguido de Tsatsayaku y finalmente Kallari, esto podría ser debido al grado de intervención y a las características asociadas a la historia del manejo, así como a las características geológicas y de formación del suelo.

Sin embargo, en cuanto al carbono almacenado en biomasa aérea, en promedio, la *Chakra* de la Asociación Kallari presenta los resultados más altos con 38,67 Mg C ha<sup>-1</sup>, seguido de Wiñak y finalmente Tsatsayaku (ver tabla 4.9).

**Tabla 4.9.** Stock del carbono total almacenado en la biomasa aérea, subterránea, hojarasca, suelo y raíces del sistema "*Chakra*" en las asociaciones Tsatsayaku, Wiñak y Kallari, Napo, Ecuador.

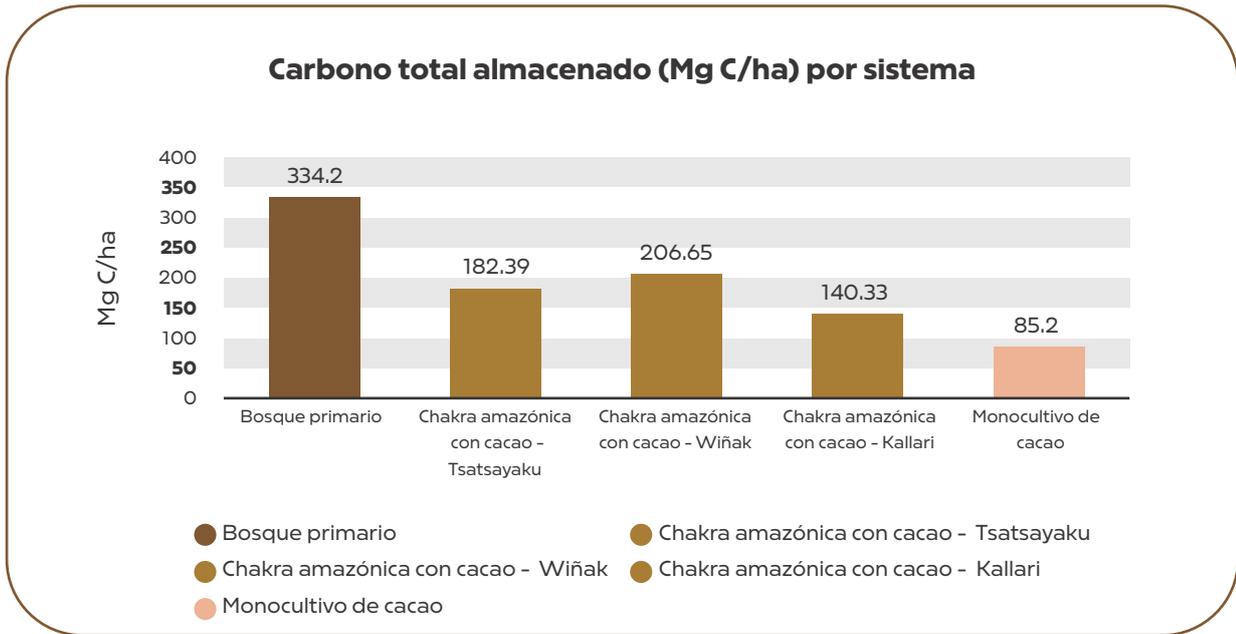
Captura de carbono en <i>Chakra</i> Amazónica (muestra de 36 parcelas)					
Asociación	Mg C ha <sup>-1</sup> (promedio)				Mg C ha <sup>-1</sup>
	Suelo	Hojarasca	Raíces finas	Biomasa aérea	Total
Tsatsayaku	154.51	2.94	0.19	24.76	182.40
Wiñak	178.84	2.66	0.32	24.84	206.66
Kallari	97.98	3.36	0.32	38.67	140.33

Respecto al carbono almacenado en suelo, la asociación Wiñak tiene los resultados más altos, seguido de Tsatsayaku y finalmente Kallari. Es importante destacar que el carbono almacenado en cacao es mayor en Kallari que en Tsatsayaku y Wiñak.

**Tabla 4.10.** Stock del carbono almacenado en los diferentes compartimentos del suelo en el sistema "*Chakra*" de las asociaciones Tsatsayaku, Wiñak y Kallari, Napo, Ecuador

Asociación	Mg C ha <sup>-1</sup> (promedio)									
	Suelo				Hojarasca	Raíces finas				Biomasa aérea
	0-10 cm	10 - 30 cm	30 - 60 cm	Total		0-10 cm	10 - 30 cm	30 - 60 cm	Total	
Tsatsayaku	35,10	54,46	64,94	154,50	2,94	0,13	0,03	0,03	0,19	24,76
Wiñak	38,63	61,25	78,96	178,84	2,66	0,23	0,05	0,03	0,31	24,84
Kallari	24,89	32,67	40,42	97,98	3,36	0,25	0,04	0,03	0,32	38,67

Finalmente, es posible comparar el contenido de carbono de la *Chakra* amazónica en relación con el bosque primario y monocultivo de cacao de la zona de estudio (valores obtenidos en estudios previos de Jadán, Torres y Günter, 2012). De esta manera, considerando que el sistema *Chakra* de las tres asociaciones en promedio capturan 176,46 Mg C ha<sup>-1</sup> y, que el bosque primario de la zona captura 334,2 Mg C ha<sup>-1</sup> (Jadán et al., 2012) podríamos decir, que la *Chakra* amazónica almacena aproximadamente el 52,80% del carbono contenido en el bosque primario. Mientras que, al compararla con el carbono almacenado en monocultivo de cacao reportados también por Jadán et al. (2012), el cultivo de cacao en sistema *Chakra* amazónica almacena 207,11% más carbono.



**Figura 4.14.** Comparación del carbono total almacenado entre el bosque primario, la *Chakra* amazónicas y el monocultivo de cacao.

Nota: Los valores de captura de carbono en bosque primario y monocultivos corresponde al estudio de Jadán, Torres y Günter (2012), donde se evaluó el carbono del suelo hasta 30 cm.

## 4.4 Conclusiones y recomendaciones

Mediante los resultados obtenidos se pudo comprobar que el SAF-T *Chakra* Amazónica de la provincia del Napo, representa un importante sumidero de carbono almacenado en suelo, biomasa aérea y hojarasca de un sistema productivo tradicional, cuya importancia se hace más notoria al compararlo con un monocultivo de cacao y el bosque primario.

El reservorio más importante es el suelo (hasta 60 cm), seguido de la biomasa aérea, hojarasca y finalmente raíces finas. Esta característica de la *Chakra* amazónica es especialmente relevante para la mitigación del cambio climático. En este caso, al mantener el sistema *Chakra* y evitar el cambio de uso de suelo a monocultivo, se previenen emisiones de dióxido de carbono por pérdida de la cobertura vegetal y también por la degradación del suelo.

El suelo al ser un importante almacén de carbono también podría entrar en la cuantificación de emisiones evitadas por deforestación y en los programas de pago por resultados para este tipo de sistemas agroforestales.

Las diferencias en el almacenamiento de carbono entre las tres asociaciones podrían analizarse a detalle haciendo un estudio específico en el que se identifique la relación entre las prácticas agrícolas aplicadas, las características edafológicas del área donde se asientan los SAFT *Chakra*, patrones climáticos de la zona, diversidad y abundancia de especies, entre otras variables de interés para los investigadores en este importante tema.





# CAPÍTULO 5

---

## Especies arbóreas y arbustivas con mayor aporte al secuestro de carbono del sistema *Chakra* con cacao en la Amazonía Ecuatoriana

### 5.1 Introducción

Existe evidencia científica de que el calentamiento global es uno de los mayores problemas que enfrenta el planeta y, uno de los principales causantes son las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por diversas actividades antropogénicas. Esta realidad nos advierte la necesidad de realizar acciones de mitigación y adaptación. Como parte de la respuesta, se conoce que los bosques y sus árboles contribuyen a mitigar los efectos del calentamiento global porque en su ciclo de vida almacenan carbono tanto en sus componentes leñosos como en el suelo donde se encuentran. De la misma forma, los sistemas agroforestales a más de secuestrar carbono en el componente arbóreo también proveen otros servicios ecosistémicos como la provisión de alimentos y plantas medicinales entre otros. Sin embargo, es necesario profundizar estudios para conocer las especies dominantes en el secuestro de carbono en los diferentes usos del suelo.

En lo relacionado con el carbono almacenado en la biomasa aérea, en un reciente estudio realizado en la provincia de Napo, en un bosque siempreverde piemontano se encontró que este tipo de bosques almacenan entre 123 a 160 Mg C ha<sup>-1</sup> (Torres et al., 2019). Estos mismos autores afirman que dos especies de palmas (*Iriartea deltoidea* y *Oenocarpus bataua*), reconocidas por su abundancia en estos ecosistemas (ter Stegee et al. 2013) y un grupo de especies menos abundantes (*Sterculia* sp., *Nectandra* sp., *Ficus* sp., *Inga* sp.) contribuyen de manera significativa al secuestro de carbono, el primer grupo por su abundancia y el segundo grupo por el área basal considerable en estas especies. Esta información en el mismo tipo de bosque donde se encuentran la mayoría de los productores de las asociaciones estudiadas nos permite argumentar la importancia de conocer las especies forestales presentes en los sistemas agroforestales, que mayormente contribuyen al secuestro de carbono, a fin de servir como opciones al momento de buscar alternativas para mitigar el cambio climático y al mismo tiempo fortalecer los sistemas productivos locales.

Bajo este contexto, el SAF-T *Chakra* es un sistema agroforestal específico que no se puede entender sin considerar sus altos niveles de integración ecológica (Vera et al., 2019), social y cultural (Zurita-Benavides et al., 2021; Coq-Huelva et al., 2017a). Así, desde el punto de vista ecológico, la

*Chakra* puede ser considerada como un estadio en la evolución de la húmeda selva amazónica. De hecho, el bosque todavía está presente en la mayoría de las fincas que manejan la *Chakra* amazónica como principal sistema productivo, en estas fincas el bosque representa alrededor del 40% de la superficie total (Vasco et al., 2018, Torres et al., 2018b). Además, las *Chakra* es un ejemplo destacado de coevolución socio ecológica (Vera et al. 2019) y, está relacionada mayormente con plantas que sirven para la seguridad alimentaria del pueblo indígena Kichwa (Zurita-Benavides et al., 2021). Por aquello, se considera que la *Chakra* también promueve la conservación de la biodiversidad dependiendo de su estructura, manejo, arreglo del paisaje, aunque no en la misma medida que los bosques (Mortimer et al., 2018).

Este capítulo muestra la importancia de las principales especies arbóreas, frutales y palmas que contribuyen al almacenamiento de carbono en el sistema *Chakra*. Considerando que el reemplazo de especies arbóreas de bosques maduros a sistemas agroforestales (SAF) pueden influir en el balance de carbono. En este escenario, las nuevas especies dominantes y de crecimiento rápido del SAF-T *Chakra* como la *Ochroma pyramidale*, *Piptocoma discolor*, *Cordia alliodora*, *Inga sp.*, etc., pueden tener un rol importante como sumidero de carbono durante las etapas iniciales de la restauración de paisajes. Por lo tanto, el sistema *Chakra* puede considerarse como una alternativa agrícola para mitigar el cambio climático (Torres et al., 2015; Vera et al., 2019).

## 5.2 Metodología

El levantamiento de información se realizó en las 36 parcelas de monitoreo permanente establecidas por el proyecto Cacao Climáticamente Inteligente descritas en el Capítulo 4. Para identificar las especies de árboles, arbustos y palmas que mayormente contribuyen al secuestro de carbono en la biomasa aérea, se usó el índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) propuesto por Torres et al. (2019), que fue calculado mediante la siguiente fórmula:  $(N + AB + BSS) / 3$ , donde N es la densidad relativa, AB es el área basal en términos relativos y BSS los valores relativos de la biomasa sobre el suelo.

Primero se estimaron las reservas de carbono de la biomasa de los árboles con  $DAP_{1,30m} \geq 10$  cm sobre el suelo, utilizando la ecuación alométrica generada para bosques tropicales por Chave et al. (2005), para la biomasa sobre del suelo del cacao se utilizó la ecuación generada por ANECAFE (2008) y las de musáceas por (Ordóñez et al. 2011), (Tabla 5.1.). los detalles de la operatividad de estas ecuaciones se encuentran en la sección metodológica del Capítulo 4.

**Tabla 5.1.** Ecuaciones alométricas utilizadas en la estimación de biomasa aérea en los árboles, frutales, palmas, plantas de cacao y musáceas.

Compartimento	Ecuación	R <sup>2</sup>	Autor
<b>Componente sobre el suelo</b>			
BSS <sub>árbol</sub> =	$(p * \exp(-1,499 + (2,148 * \ln(DAP))) + (0,207 * \ln(DAP)^2) - (0,0281 * \ln(DAP)^3))$	0,99	Chave et al. (2005)
BSS <sub>cacao</sub> =	$AGB_{Theobroma\ cacao} = 1,040 \times \exp^{0,0736 \times d}$		ANACAFE (2008)
BSS <sub>musáceas</sub> =	$AGB_{Musa\ paradisiaca} = 185,1209 + (881,9471 \times \ln H / H^2)$		Ordóñez et al. (2011)
BBS <sub>raíces</sub> =	$\exp(-1,0587 + 0,8836 \times \ln Bt)$	0,84	Pearson et al. (2007)

BSS: biomasa sobre el suelo, BBS: biomasa bajo el suelo. Notas: R<sup>2</sup> ajustado; Bt: biomasa aérea total (kg árbol<sup>-1</sup>); dap: diámetro a la altura de pecho (cm); d: densidad básica de la madera; d<sub>30</sub>: diámetro tomado desde la base a 30 cm; h: altura (m); exp: potencia de base e; Log<sub>10</sub>: logaritmo base 10; Ln: logaritmo natural (base e).

## 5.3 Resultados y discusión

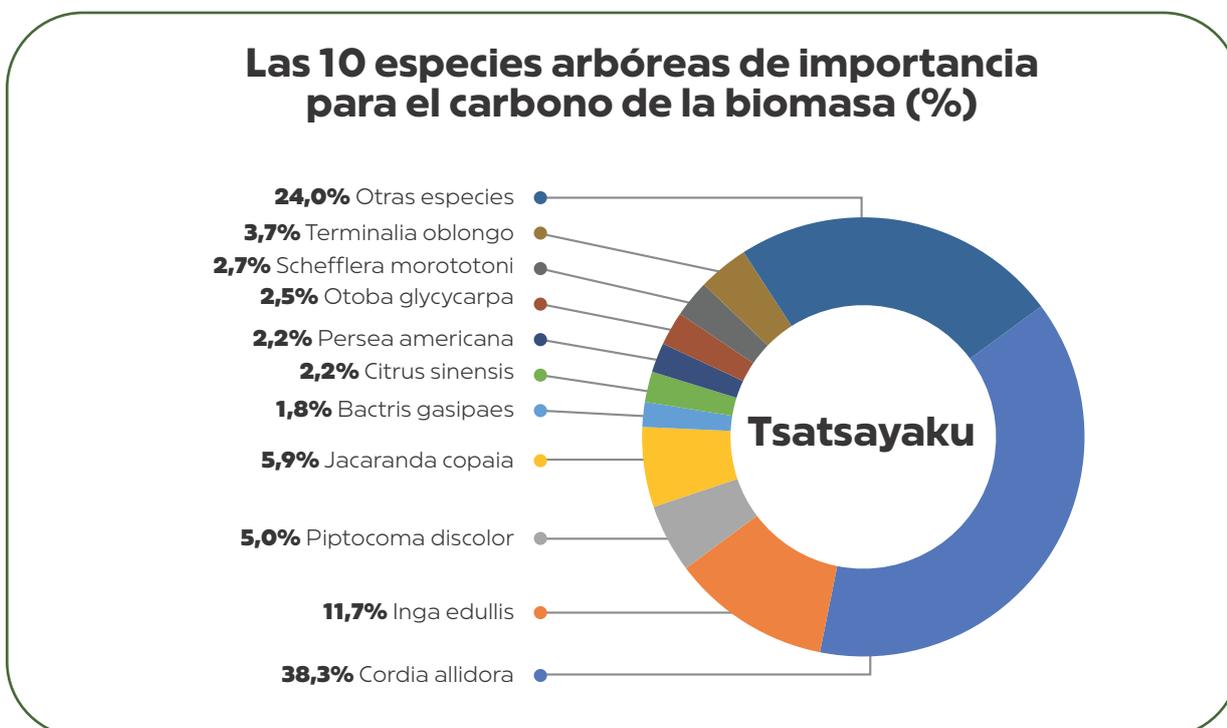
### 5.3.1 Especies importantes para el secuestro de carbono de la Chakra – Tsatsayaku

De acuerdo con el cálculo del índice de valor de importancia del carbono de la biomasa (IVIB) en función de la densidad, área basal y biomasa sobre el suelo en términos porcentuales, los resultados mostraron que el laurel (*Cordia alliodora*) es la especie con el más alto IVIB (37,18%) en la Asociación Tsatsayaku, Carlos Julio Arosemena Tola, seguido de una especie frutal como la guaba de bejuco (*Inga edulis*) con 13,96%. Luego con valores inferiores se encuentran las especies maderables como: pigüe (*Piptocoma discolor*), Jacaranda (*Jacaranda copaia*), doncel (*Otoba glycy-carpa*), fósforo (*Schefflera morototoni*), yunyun (*Terminalia oblonga*); especies frutales: naranja (*Citrus sinensis*) y aguacate (*Persea americana*); y una especie de palma, chonta duro (*Bactris gasipaes*) (Tabla 5.2. y Figura 5.1.).

**Tabla 5.2.** Densidad, área basal, biomasa sobre el suelo e Índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) de los árboles, frutales y palmas más importantes en el SAF-T *Chakra* de la Asociación Tsatsayaku, Carlos Julio Arosemena Tola, Napo, Amazonía Ecuatoriana.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	N (%)	AB (%)	BSS (%)	IVIB (%)
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	34.32	38.96	38.28	37.18
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba de bejuco	17.71	12.50	11.65	13.96
Compositae	<i>Piptocoma discolor</i>	Pigüe	9.96	6.71	5.04	7.24
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	Jacaranda	2.21	6.45	5.89	4.85
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	Chonta duro	4.80	2.87	1.83	3.17
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	4.80	2.24	2.24	3.09
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	2.58	2.06	2.17	2.27
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i>	Doncel	1.48	2.83	2.49	2.26
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Fósforo	1.11	2.63	2.74	2.16
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i>	Yunyun	0.37	1.92	3.71	2.00
<b>Subtotal</b>			<b>79.34</b>	<b>79.17</b>	<b>76.05</b>	<b>78.19</b>

Considerando la importancia de la BSS, la Figura 5.1. muestra los valores porcentuales de BSS de las diez especies arbóreas, frutales y palmas que más contribuyen al stock de carbono. Esta información muestra el interés de la población local en estas especies orientadas al mercado de la madera, a la seguridad y soberanía alimentaria.



**Figura 5.1.** Las diez especies arbóreas, frutales y palmas de mayor importancia para el almacenamiento de carbono de la biomasa (%) del sistema Agroforestal tradicional “*Chakra*” de la Asociación Tsatsayaku, cantón Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

## 5.3.2 Especies importantes para el secuestro de carbono de la *Chakra* – Wiñak

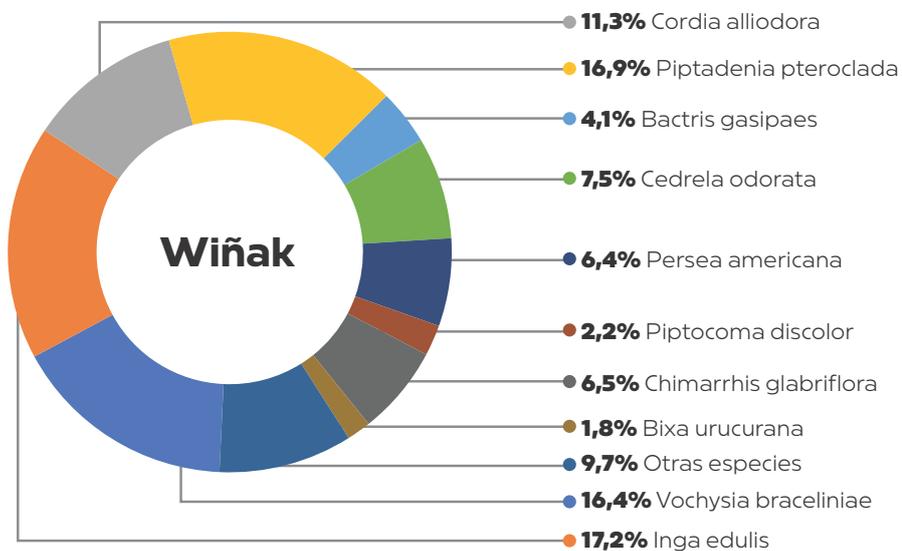
Para la Asociación Wiñak del cantón Archidona, los resultados mostraron que el tamburo (*Vochysia bracheliinae*) es la especie con el más alto IVIB (23,94%), seguido de una especie frutal como la guaba de bejuco (*Inga edulis*) con 15,66%; seguido de dos especies maderables laurel (*Cordia alliodora*) con un índice de 9,19% y guarango (*Piptadenia pteroclada*) 9,04%. Con valores inferiores se encuentran las especies como: chonta duro (*Bactris gasipaes*), cedro (*Cedrela odorata*), aguacate (*Persea americana*), pigüe (*Piptocoma discolor*), intachik (*Chimarrhis glabriflora*) y achiote de monte (*Bixa urucurana*), (Tabla 5.3. y Figura 5.2.).

**Tabla 5.3.** Densidad, área basal, biomasa sobre el suelo e Índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) de los árboles, frutales y palmas más importantes en el SAF-T *Chakra* de la Asociación Wiñak, Archidona, Napo, Amazonía Ecuatoriana.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	N (%)	AB (%)	BSS (%)	IVIB (%)
Vochysiaceae	<i>Vochysia bracheliinae</i>	Tamburo	30.48	24.97	16.39	23.94
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba de bejuco	14.29	15.52	17.19	15.66
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	6.19	10.12	11.26	9.19
Fabaceae	<i>Piptadenia pteroclada</i>	Gurango	1.90	8.33	16.90	9.04
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	Chonta duro	12.86	6.84	4.05	7.92
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	7.14	9.07	7.47	7.90
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	5.71	5.98	6.45	6.05
Compositae	<i>Piptocoma discolor</i>	Pigüe	8.10	3.55	2.25	4.63
Rubiaceae	<i>Chimarrhis glabriflora</i>	Intachik	0.48	3.27	6.54	3.43
Bixaceae	<i>Bixa urucurana</i>	Achiote de monte	0.48	1.97	1.76	1.40
<b>Subtotal</b>			<b>87.62</b>	<b>89.63</b>	<b>90.26</b>	<b>89.17</b>

De acuerdo a la importancia de la BSS, la Figura 5.2. muestra los valores porcentuales de BSS de las diez especies arbóreas, frutales y palmas que más contribuyen al stock de carbono. Esta información muestra el interés de la población local de esta asociación en estas especies orientadas al mercado de la madera en su mayoría y a la seguridad y soberanía alimentaria.

### Las 10 especies arbóreas de importancia para el carbono de la biomasa (%)



**Figura 5.2.** Las diez especies arbóreas, frutales y palmas de mayor importancia para el almacenamiento de carbono de la biomasa (%) del sistema Agroforestal tradicional "Chakra" de la Asociación Wiñak, cantón Archidona, Napo, Ecuador.

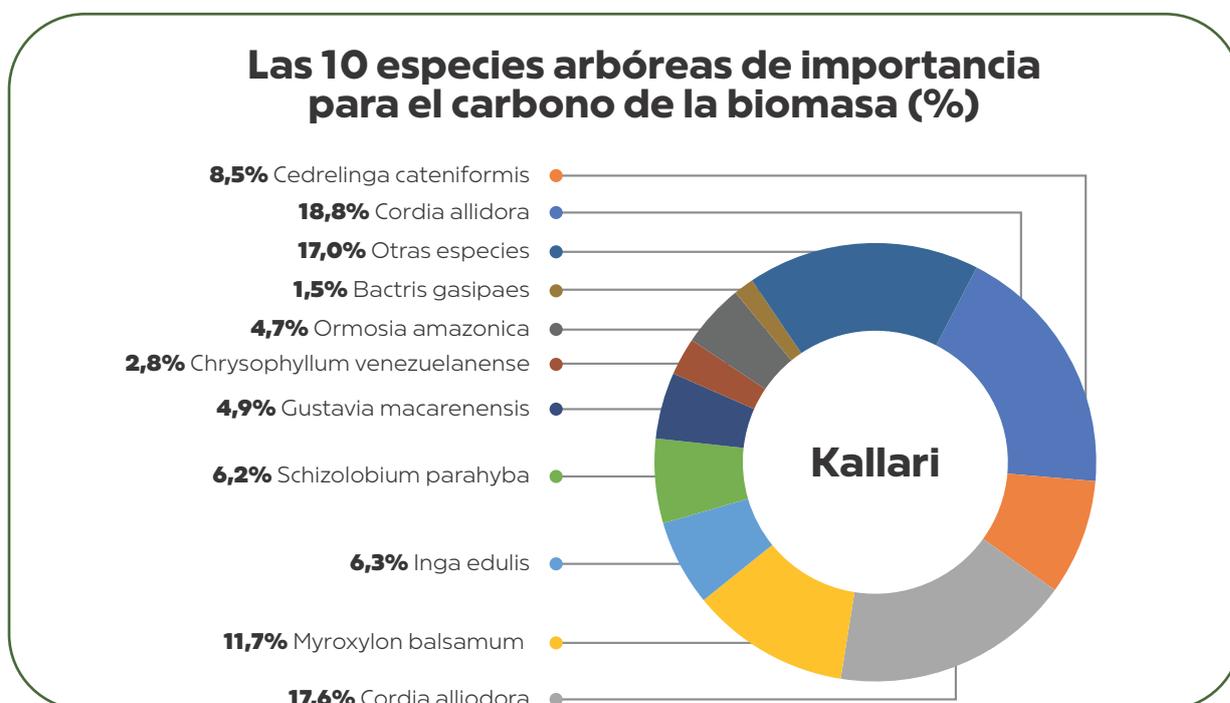
### 5.3.3 Especies importantes para el secuestro de carbono de la Chakra de Kallari

Para la Asociación Kallari del cantón Tena, los resultados mostraron que cuatro especies forestales de alto valor comercial e interés en el mercado obtuvieron el IVIB más alto: cedro (*Cedrela odorata*) (20,80%), seguido del chuncho (*Cedrelinga cateniformis*) (16,76%), Laurel (*Cordia alliodora*) (16,64%), y bálsamo (*Myroxylon balsamum*) (3,39), seguida de una especie frutal como la guaba de bejuco (*Inga edulis*). Con valores inferiores se encuentran las especies: pachaco (*Schizolobium parahyba*), pasu (*Gustavia macarenensis*), caimitu (*Chrysophyllum venezuelanense*), chuco wiruro (*Ormosia amazónica*) y chonta duro (*Bactris gasipaes*) (Tabla 5.4. y Figura 5.3.).

**Tabla 5.4.** Densidad, área basal, biomasa sobre el suelo e Índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) de los árboles, frutales y palmas más importantes en el SAF-T *Chakra* de la Asociación Kallari, Tena, Napo, Amazonía Ecuatoriana.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	N (%)	AB (%)	BSS (%)	IVIB (%)
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	21.95	21.65	18.79	20.80
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Chuncho	28.86	12.90	8.52	16.76
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	13.82	18.48	17.61	16.64
Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i>	Bálsamo	1.63	5.88	11.67	6.39
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba de bejuco	3.25	5.58	6.34	5.06
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i>	Pachaco	0.81	6.46	6.22	4.50
Lecythidaceae	<i>Gustavia macarenensis</i>	Pasu	1.63	3.45	4.89	3.32
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	Caimitu	2.85	2.35	2.76	2.65
Fabaceae	<i>Ormosia amazonica</i>	Chuco/wiruro	0.41	2.82	4.69	2.64
Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	Chonta duro	3.66	2.47	1.49	2.54
<b>Subtotal</b>			<b>78.86</b>	<b>82.03</b>	<b>82.98</b>	<b>81.29</b>

De acuerdo a la importancia de la BSS, la Figura 5.3. muestra los valores porcentuales de BSS de las diez especies arbóreas, frutales y palmas que más contribuyen al stock de carbono. Esta información muestra el interés de la población local de esta asociación en estas especies orientadas al mercado de la madera en su mayoría y a la seguridad y soberanía alimentaria.



**Figura 5.3.** Las diez especies arbóreas, frutales y palmas de mayor importancia para el almacenamiento de carbono de la biomasa (%) del sistema Agroforestal tradicional "*Chakra*" de la Asociación Kallari, cantón Tena, Napo, Ecuador.

## 5.4 Conclusiones y recomendaciones

En las tres asociaciones la composición florística de la *Chakra* es variada, sin embargo, se observa que la mayor cantidad de carbono capturado se concentra generalmente en un promedio de 10 especies, que también varían entre asociaciones.

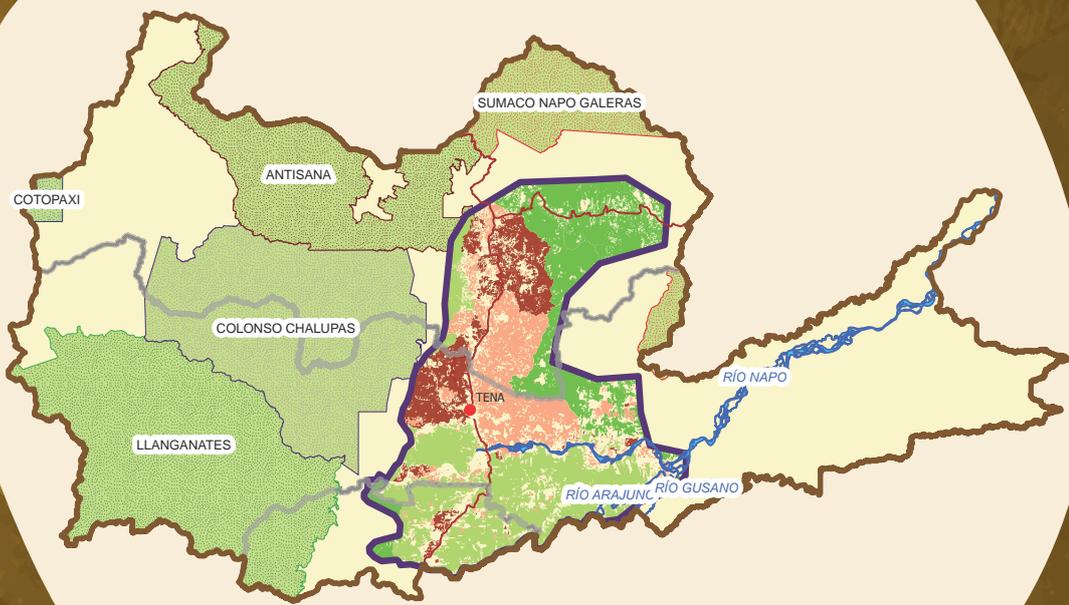
Los sistemas agroforestales tradicionales como la *Chakra* amazónica son una herramienta complementaria para la conservación y deben ser incorporados en el manejo de los paisajes para conservar y proteger los fragmentos de bosque remanentes, aumentar la cobertura arbórea en las fincas y amortiguar y conectar las áreas protegidas (Beer et al., 2003).

Dentro de la *Chakra* la diversidad de especies y la combinación entre árboles frutales, plantas de cacao, árboles maderables y otros, tienen una importancia especial en la captura de carbono sobre el suelo. Con los datos obtenidos, también será posible analizar en un estudio más específico ciertos parámetros que permitan mejorar el manejo de las *Chakra*, incrementando su diversidad y a la vez la captura de carbono. Por ejemplo, sería factible hacer una aproximación del número mínimo de árboles, arbustos y palmas que se debe tener en el sistema productivo para ser considerado sistema *Chakra*.

A partir de los resultados obtenidos, también se corrobora la importancia de la *Chakra* amazónica para la conservación de especies y ecosistemas, a la vez que se garantiza la seguridad y soberanía alimentaria de las familias Kichwa y de la población local.

Cabe considerar que la investigación en sistemas agroforestales de cacao respecto a la conservación de la biodiversidad debería centrarse en el rol de estos sistemas en la conectividad del paisaje. Las evaluaciones de biodiversidad deben incluir comparaciones con los bosques naturales para que el valor de la biodiversidad no se sobreestime (Mortimer, Saj & David, 2018). Los sistemas agroforestales de cacao no representan un sustituto de los bosques naturales en términos de conservación de especies, sino que más bien son sistemas donde se toman decisiones día a día sobre la armonización de paisajes y construcción de procesos de adaptación al cambio climático (Torres et al., 2015), por eso su contribución a la conservación debería ser considerada en la escala de paisaje (Jadán et al., 2016).





# CAPÍTULO 6

---

## Uso del suelo y estimación de carbono en áreas de influencia bajo el sistema "Chakra" en la zona baja de la provincia de Napo

### 6.1 Introducción

La representatividad de variables del entorno del uso del suelo en un proyecto siempre constituye un desafío para la investigación tradicional. Definir un territorio desde el punto de vista de una comunidad no siempre es entendida como el conocimiento del entorno local que se constituye en un activo fundamental de los pueblos indígenas y los habitantes del bosque, por lo que se necesita un enfoque que garantice que esta sabiduría colectiva y participación incida en la capacidad de planificar y gestionar los recursos naturales de sus territorios.

Considerando como punto de partida a los miembros de la comunidad como principal actor del uso del suelo, que se hace presente mediante e interactúa usando su propio lenguaje y la representación simbólica de sus sistemas de producción como en este caso la "Chakra", se ha tratado de crear una mejor comprensión de las posibilidades que encierra la cartografía participativa para empoderar a los grupos de productores de las comunidades pertenecientes a las asociaciones Tsatsayaku, Kallari y Wiñak, con el fin de que gestionen de manera sostenible sus recursos, con enfoque territorial, permitiendo efectuar una aplicación más sistémica de las actividades y programas apoyados por los proyectos.

### 6.2 Metodología

#### 6.2.1 Delimitación espacial de la zona de estudio

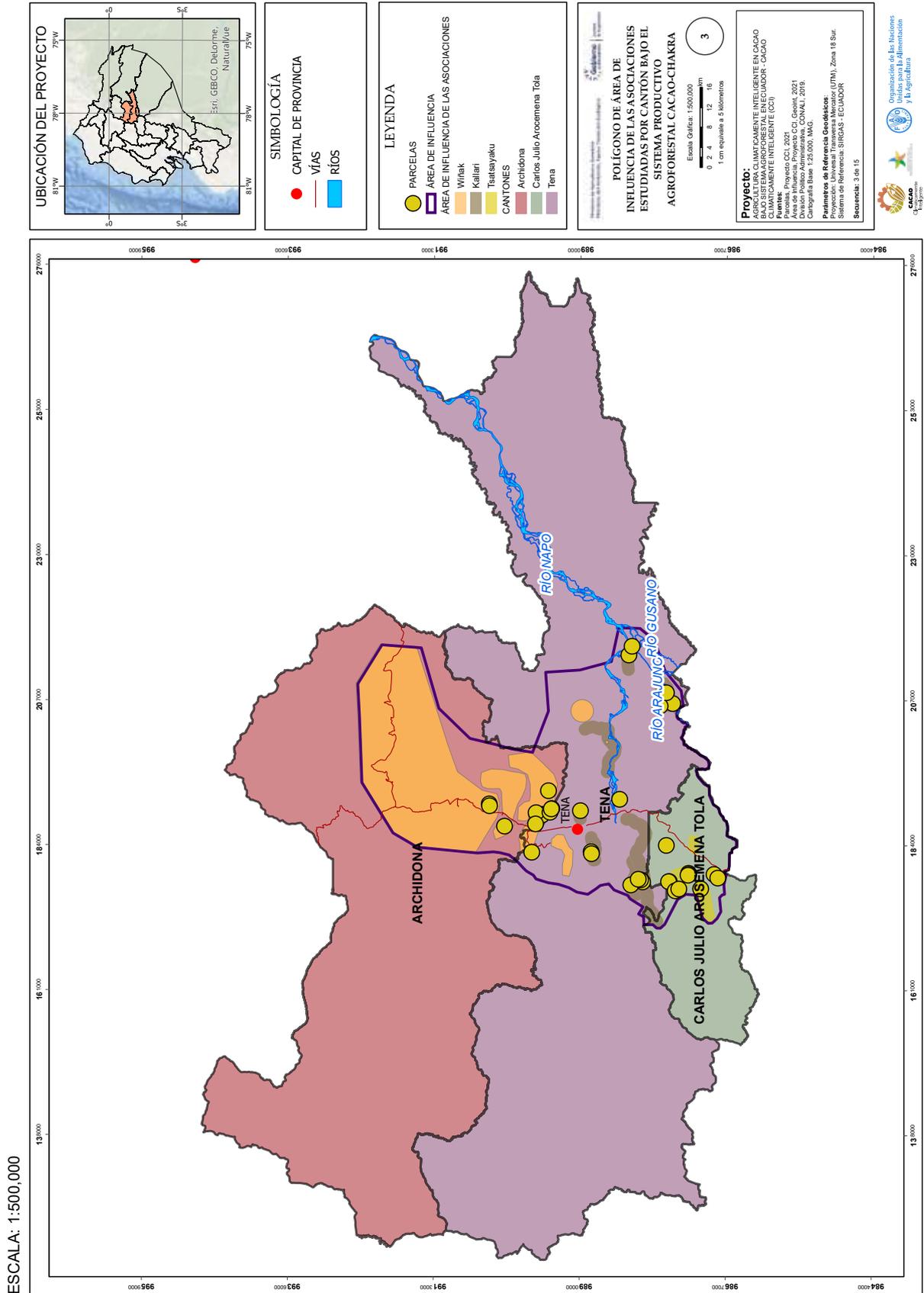
Como proceso metodológico se escogió la "Cartografía Participativa" para definir, restituir cartográficamente y caracterizar espacialmente las posibles áreas de expansión territorial de las Chakra que han sido identificadas para cada asociación. Esta primera parte se llevó a cabo a través de un taller participativo con los representantes de cada asociación de productores de cacao. Luego, con la participación de autoridades (presidentes), equipos técnicos de las asociaciones y socios de cada una de las organizaciones se llevaron a cabo talleres de carto-

grafía participativa para la definición de las zonas de influencia para el cultivo de cacao bajo la denominación de *Chakra*. En cada comunidad se proporcionó información relevante sobre la ubicación de las parcelas de investigación que mantiene el sistema; uso del suelo, ayuda de sensores remotos y de imágenes satelitales de alta resolución, así como también de la información básica de ríos, vías y centros poblados. De este modo, los criterios de priorización de áreas fueron:

- Productores de la Asociación Wiñak: se definieron polígonos de áreas de atracción cubriendo vastas zonas más allá de sus límites territoriales y ubicación de socios aislados. (Figura 6.1.).
- Productores de la Asociación Kallari: En función a las rutas comerciales de recolección de cacao, se definió un buffer, resultante de los ejes viales a 1km alrededor de la ruta de recolección los cuales constituyeron luego polígonos de análisis, bajo el criterio de ubicación promedio de las fincas productoras al punto de recolección del cacao y zona de influencia en la comunidad. (Figura 6.1.).
- Productores de la Asociación Tsatsayaku: Al ser la asociación menos numerosa en cuanto a socios, se realizó una selección del área total de fincas proveedoras y se construyeron polígonos abarcando territorios de posible expansión. (Figura 6.1.).

Con base en la información generada se propuso una zona de influencia general de las tres asociaciones con sus comunidades, restituyendo definitivamente estudios multitemporales y de posible expansión del concepto *Chakra*, en la zona de estudio.

Cartográficamente las parcelas permanentes de monitoreo se encuentran repartidas en las comunidades de Wiñak, Kallari y Tsatsayaku, en los cantones Archidona, Tena y Carlos Arosemena Tola de la provincia de Napo (Figura 6.1.). Se digitalizaron y espacializaron 36 parcelas de monitoreo permanente (detalladas en el capítulo 4) en las asociaciones de productores de cacao, cuyo sistema de producción se lo ha reconocido como "*Chakra*", en dichas parcelas, se levantó información concerniente a suelos, en especial referentes a la fertilidad de las tierras, carbono y contaminación con cadmio.



**Figura 6.1.** Mapa del área de influencia y ubicación de las parcelas permanentes de monitoreo en las asociaciones de productores de cacao – Chakra, ubicados en la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola

Se consideraron también otras parcelas de producción bajo la modalidad de *Chakra* que son parte de las asociaciones, cuyas coordenadas fueron proporcionadas por las asociaciones.

## 6.2.2 Determinación de las zonas para el fomento del sistema "*Chakra*"

La caracterización tanto de las parcelas de investigación como de sus áreas de influencia se consideró crucial para la identificación de las zonas para el fomento del sistema de producción. Una vez restituidos los polígonos y la zona de influencia de cada asociación de productores se procedió a la espacialización, tratando de agrupar las zonas de influencia particular, con lo cual se propuso trazar una zona territorial que unifique criterios técnicos, ambientales y socioeconómicos que posibiliten la localización de proyectos para ser desarrollados por los agricultores y garantizar la continuidad del concepto del sistema de producción agroforestal tradicional, cuyo principio es la convivencia con la naturaleza, seguridad alimentaria y conservación de las especies vegetales propias de la región.

### **Uso del suelo y cobertura vegetal**

Se analizaron los tipos o categorías de Uso de la Tierra, estableciéndose diez categorías: bosque nativo, bosque intervenido, bosque degradado, páramo, vegetación arbustiva herbácea, pastos, cuerpos de agua, otras tierras, zonas antrópicas y cultivos especialmente de ciclo corto a los que se les ha agrupado en el modelo de producción denominado como categoría "*Chakra - Cultivos*" (mosaico agropecuario en donde se combinan una serie de cultivos con diversos usos como alimentación, medicina, etc.). Existe una justificación para esta jerarquización de la cobertura vegetal y uso del suelo, la misma que se centra en la riqueza de la información y la escala que en muchos de los análisis fue superior a la Escala 1:10.000, llegando en algunos casos a tener información detallada a pesar de que la zona se halla permanentemente cubierta de nubes lo que dificulta el análisis espacial por medio de sensores remotos.

El mosaico territorial identificado en el estudio se caracteriza por la presencia de remanentes boscosos intercalados con cultivos y pastos con poca carga animal, el tamaño de la parcela también es un factor que se consideró para la definición de la zona en estudio.

Con fines propios de este estudio se han establecido diferentes categorías como:

- **Bosque nativo o bosque primario**, donde la superficie boscosa conserva inalterables sus características naturales; esto quiere decir que se trata de bosques que no han sido alterados o modificados por la presencia de seres humanos mediante acciones de explotación de sus recursos, ampliación de la frontera agrícola, reemplazo por cultivos comerciales o agroindustriales. También han sido reconocidos como aquellas formaciones que presentan un paisaje forestal intacto, no fragmentado y libres de impactos visuales humanos.

- **Bosque secundario:** Estos bosques pueden ser homogéneos y mixtos. Más del 60% (en ciertos casos se puede considerar un rango de 25 al 75%) de su cobertura ha sido alterada e intervenida por acción humana y otras causas.
- **Bosque degradado:** Son definidos como aquellas formaciones remanentes de una "sobre – explotación forestal" (puede llegar a una explotación que supere el 80% de las formaciones boscosas), se trata de bosques en el que se ha eliminado la mayor parte o la totalidad de la madera comercial, mediante procesos de tala convencional o venta de árboles ("en pie"), sin aplicar principios de aprovechamiento forestal sostenible, estos son sitios donde la tala de árboles supera la capacidad de regeneración natural de las especies.

### **Existencias de carbono a nivel cantonal**

Las estimaciones para definir la captura de carbono a nivel cantonal se realizaron utilizando los siguientes datos: a) Existencias de carbono por estrato boscoso estimados por la Evaluación Nacional Forestal (ENF), y la captura de carbono en cada estrato boscoso ubicado en los tres cantones; b) Existencia de carbono promedio en la *Chakra* amazónica por cada cantón. Este valor se obtuvo de los resultados de las 36 parcelas de monitoreo permanente ubicadas en los cantones Tena, Archidona y Carlos Julio Arosemena Tola (ver Capítulo 4).

## **6.3 Resultados y Discusión**

### **6.3.1 Uso del suelo y cobertura vegetal**

La mayor parte del territorio que cubre los cantones de Archidona, Tena y Carlos Julio Arosemena Tola, y por consiguiente a las organizaciones de productores de cacao Wiñak, Kallari y Tsatsayaku, se encuentra cubierto por bosques húmedos, nativos, intervenidos, degradados, matorrales, vegetación herbácea, páramos y una variedad de cultivos asociados especialmente de productos propios de la zona: maíz, yuca, frutales, café, cacao y muchos más, tanto nativos (papa china, naranjilla, arazá), como exóticos y cultivos promisorios como la vainilla y otros propios del bosque.

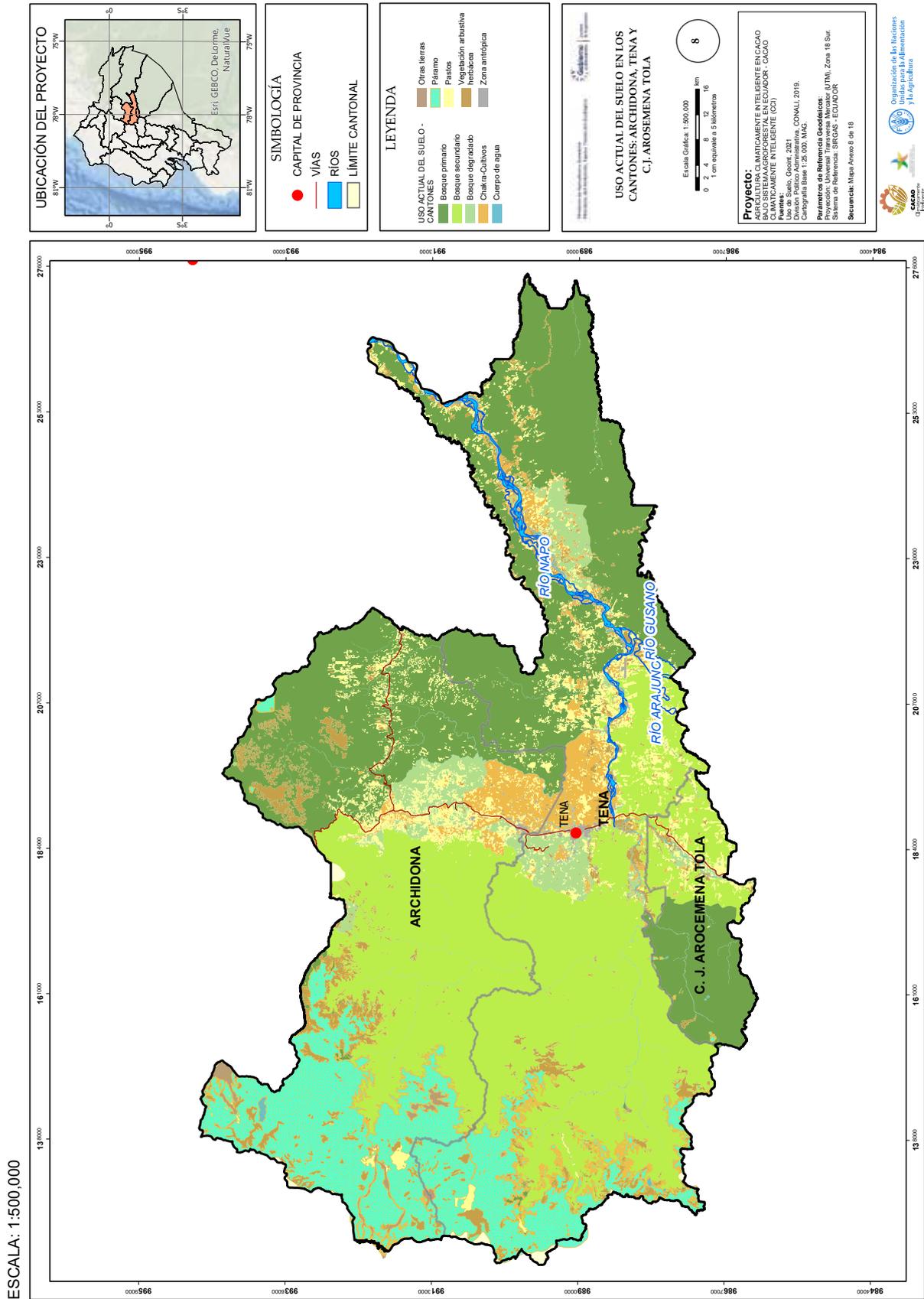
De las 745.393 hectáreas que cubren los tres cantones motivo de estudio (Archidona, Tena y Arosemena Tola), el bosque secundario ocupa la mayor superficie con el 34.5 % (257.030 ha), seguido del bosque nativo con el 30.2% (225.077 ha), mostrando que todavía en la zona existe una buena cantidad de bosque que tiene que ser conservado o evitar su deterioro en especial el bosque secundario, motivo por el cual se deberá promocionar el sistema de producción agroforestal (arreglo de tecnologías de uso de la tierra en la que se mezclan plantas arbóreas, con cultivos agrícolas unificados en un sistema dinámico y ecológico ) para evitar así la deforestación en las zonas de estudio (Tabla 6.2.; Figura 6.2.).



Las superficies de *Chakra* (4,16%), pastos (5,47%) y bosque degradado (3,57%) al sumarse se podrían considerar para desarrollar programas de fomento productivos dentro del concepto de SAF-T u otros sistemas sostenibles, con una superficie de alrededor de las 98.422 ha, considerando solo el uso del suelo actual en la zona de estudio a nivel de los tres cantones (Tabla 6.1.).

Si bien la superficie y su ubicación pueden ser prometedoras, se deberá tener en cuenta la calidad de los suelos, pendientes, regímenes de humedad y temperatura para cada zona ecológica que se quiera fomentar, profundidad efectiva de los perfiles de suelo, pH y riesgos de toxicidad por aluminio, las prácticas agrícolas deberán estar acorde a los sistemas de producción.

Los ecosistemas más amenazados son los colindantes a la zona agrícola, corredores viales y periferia de las zonas pobladas, en aquellas cubiertas con bosques intervenidos en la zona de estudio se podría considerar a los corredores ubicados entre los 500 y 300 msnm, localizados en el franco oriental de la cordillera, que si bien es cierto el paisaje colinado y en ciertos casos abrupto del territorio impiden el avance, razones comerciales como la demanda de madera y ampliación de la frontera agrícola atentan permanentemente a estas zonas.



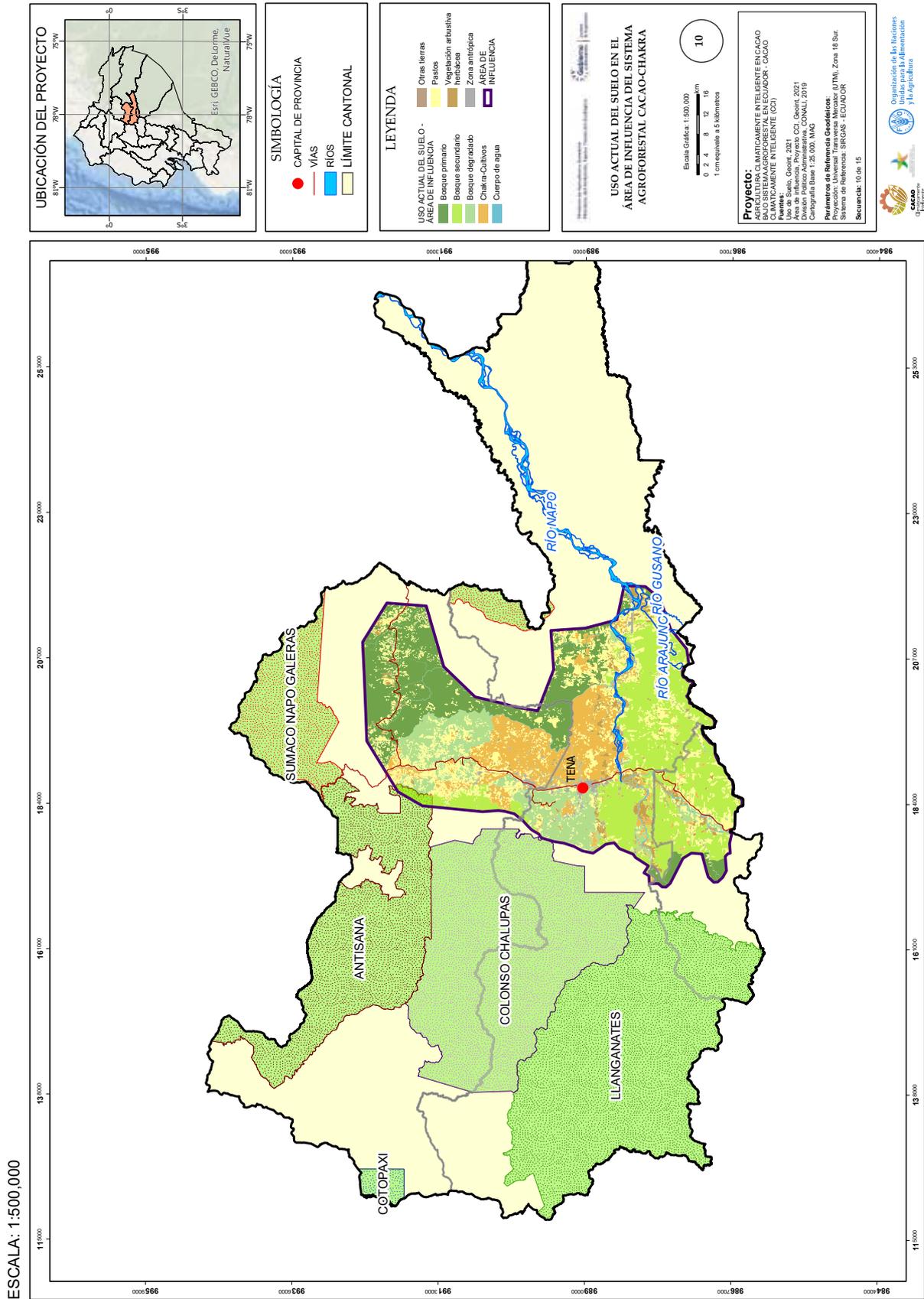
**Figura 6.2.** Mapa del uso de suelo de la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.

**Tabla 6.1.** Distribución del uso de suelo en la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.

<b>CATEGORÍAS DE USO DEL SUELO EN LA ZONA BAJA – PROVINCIA DE NAPO</b>				
<b>Nro.</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>%</b>
1	Bosque degradado	BD	26.608,24	3,57
2	Bosque secundario	BI	257.030,66	34,48
3	Bosque primario	BN	225.077,93	30,20
4	<i>Chakra</i>	CHA	31.022,70	4,16
5	Cuerpo de agua	W	8.682,61	1,16
6	Otras tierras	OT	6.079,61	0,82
7	Páramo	PR	110.534,78	14,83
8	Pastos	PS	40.791,33	5,47
9	Vegetación arbustiva y herbácea	VAH	36.136,55	4,85
10	Zona antrópica	ZA	3.429,44	0,46
<b>TOTAL (ha)</b>			<b>745.393,86</b>	<b>100,00</b>

**Uso del suelo en el área de influencia Chakra-cacao de las tres asociaciones evaluadas**

Al igual que en la identificación del uso de suelo en los cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola, se analizó el uso del suelo y las formaciones vegetales en la zona de influencia general e influencia directa en cada Asociación de productores Wiñak, Kallari y Tsatsayaku (Figura 6.3.).



**Figura 6.3.** Mapa de categorías de uso de suelo y formaciones vegetales del área de influencia de la *Chakra* con cacao, en la zona baja de la provincia de Napo: Asociación Wiñak (cantón Archidona), Asociación Kallari (cantón Tena) y Asociación Tsatsayaku (cantón Arosemena Tola)

Al igual que a nivel cantonal, la formación bosques secundarios representan el mayor porcentaje en las zonas de influencia directa de las tres asociaciones analizadas, con el 27,13% de la superficie de la zona (43.973 hectáreas); seguido por la formación bosque primario 22,11% (35.829 hectáreas); pastos 16,57%; cultivos 14,97% y bosques degradados 11,32%, estos usos del suelo representan valores superiores al 10 por ciento de la superficie de la zona (Tabla 6.3.).

De manera similar a la de los cantones, existe una superficie igual a 69.466 hectáreas en la zona de influencia representado por las categorías *Chakra*, pastos y bosques degradados, para desarrollar programas y proyectos de fomento de los sistemas agroforestales SAF-T, que podrían garantizar la permanencia y fortalecimiento del sistema.

**Tabla 6.2.** Distribución del uso de suelo a nivel de área de influencia directa de la *Chakra* con cacao, en la zona baja de la provincia de Napo: Asociación Wiñak (cantón Archidona), Asociación Kallari (cantón Tena) y Asociación Tsatsayaku (cantón Arosemena Tola).

CATEGORIAS DE USO DE SUELO EN LA ZONA DE INFLUENCIA - CHAKRA				
Nro.	CATEGORÍAS	SÍMBOLO	SUPERFICIE (ha)	%
1	BOSQUE DEGRADADO	BD	18.342,30	11,32
2	BOSQUE SECUNDARIO	BS	43.973,04	27,13
3	BOSQUE PRIMARIO	BP	35.829,28	22,11
4	CHAKRA	CHA	24.264,40	14,97
5	CUERPO DE AGUA	W	3.087,40	1,90
6	OTRAS TIERRAS	OT	457,40	0,28
7	PASTOS	PS	26.859,73	16,57
8	VEGETACIÓN ARBUSTIVA HERBÁCEA	VAH	6.339,81	3,91
9	ZONA ANTRÓPICA	ZA	2.929,43	1,81
<b>TOTAL (ha)</b>			<b>162.082,79</b>	<b>100,00</b>

### **Uso del suelo y formaciones vegetales en áreas de influencia de cada asociación de productores**

Las tres asociaciones junto con sus áreas de influencia (buffer) suman una superficie de 71.957 hectáreas, repartidas en nueve formaciones de uso del suelo y formaciones vegetales, que a diferencia de los casos anteriores, la formación de Bosques Primarios representa la mayor superficie con 23.744 hectáreas (33,0%); seguida de la formación Pastos con 13.256 hectáreas (18,42%); la formación *Chakra* con el 15,83% igual a 11.388 hectáreas; Bosque Degradado con 9.514 hectáreas igual al 13,22% y dentro de este grupo de dos dígitos de porcentaje a la formación Bosque Secundario con 8.877 hectáreas.

Las formaciones Vegetación Arbustiva (3,55%), Cuerpos de agua (1,82%), Zonas Antrópicas (1,69%), Otras Tierras (0,14%) equivalen a 5.175 hectáreas. Cada zona de influencia tiene su particularidad al igual que los modelos de gestión, autoridad e intereses de cada asociación y más que todo, su visión de futuro básicamente en lo concerniente a la producción y comercialización de cacao y demás productos que se dan en la zona de intervención.

**Tabla 6.3.** Categorías de uso del suelo en las zonas de influencia directa de las asociaciones: Wiñak (cantón Archidona), Kallari (cantón Tena) y Tsatsayaku (cantón Arosemena Tola).

CATEGORIA DE USO DEL SUELO										
ASOCIACION			KALLARI		TSATSAYAKU		WIÑAK		TOTAL	
Nro.	CATEGORIAS	SIMBOLO	SUPERFICIE (ha)	%	SUPERFICIE (ha)	%	SUPERFICIE (ha)	%	SUPERFICIE (ha)	%
1	BOSQUE DEGRADADO	BD	695,31	5,75	13,83	0,37	8.805,10	15,69	9.514,24	13,22
2	BOSQUE SECUNDARIO	BI	3.735,62	30,89	2.183,78	58,09	2.958,25	5,27	8.877,65	12,34
3	BOSQUE PRIMARIO	BN	514,01	4,25	746,82	19,86	22.483,74	40,08	23.744,57	33,00
4	CHAKRA	CHA	1.980,44	16,37	124,13	3,30	9.284,03	16,55	11.388,60	15,83
5	CUERPO DE AGUA	W	812,40	6,72	61,29	1,63	435,77	0,78	1.309,47	1,82
6	OTRAS TIERRAS	OT	8757	0,72	2,75	0,07	11,11	0,02	101,43	0,14
7	PASTOS	PS	2.045,74	16,91	533,62	14,19	10.677,34	19,03	13.256,69	18,42
8	VEGETACIÓN ARBUSTIVA HERBÁCEA	VAH	1.744,19	14,42	81,93	2,18	726,17	1,29	2.552,30	3,55
9	ZONA ANTRÓPICA	ZA	479,12	3,96	11,41	0,30	722,02	1,29	1.212,56	1,69
<b>TOTAL (ha)</b>			<b>12.094,41</b>	<b>100,00</b>	<b>3.759,55</b>	<b>100,00</b>	<b>56.103,54</b>	<b>100,00</b>	<b>71.957,50</b>	<b>100,00</b>

ESCALA: 1:160.000

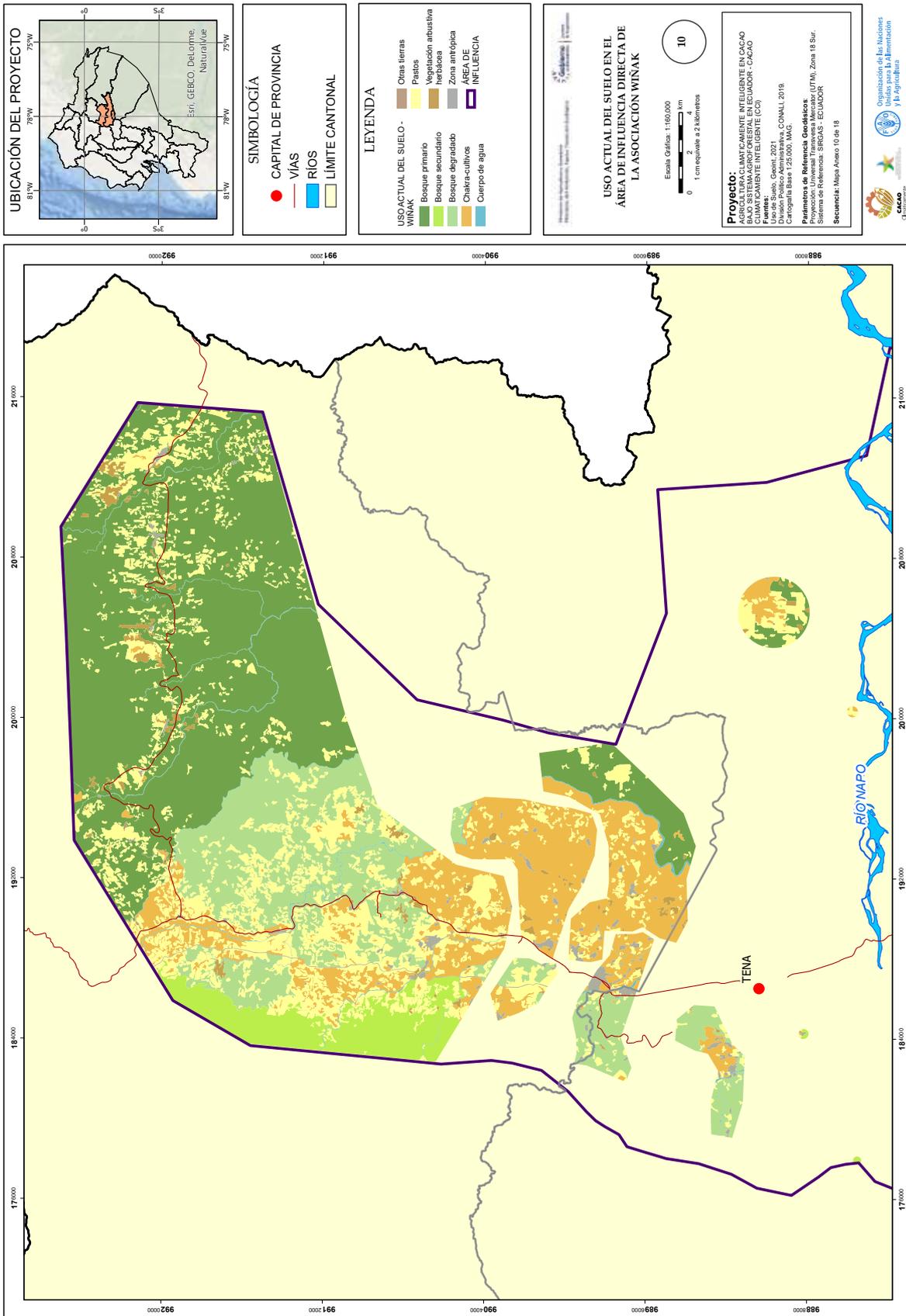
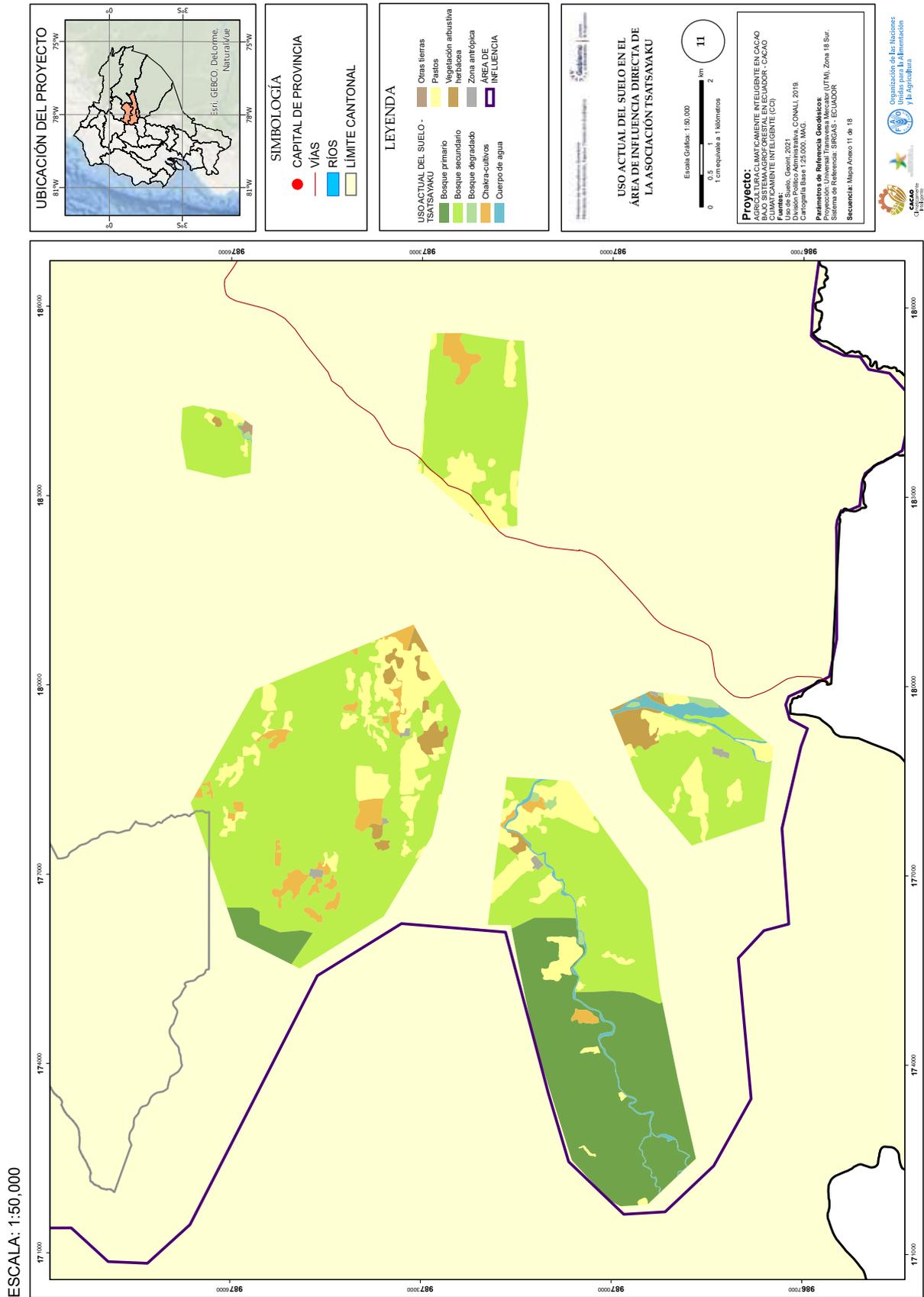


Figura 6.4. Mapa de las categorías de usos del suelo en el área de influencia de la asociación Wiñak



**Figura 6.5.** Mapa de categorías de usos del suelo en el área de influencia de la asociación Tsatsayaku

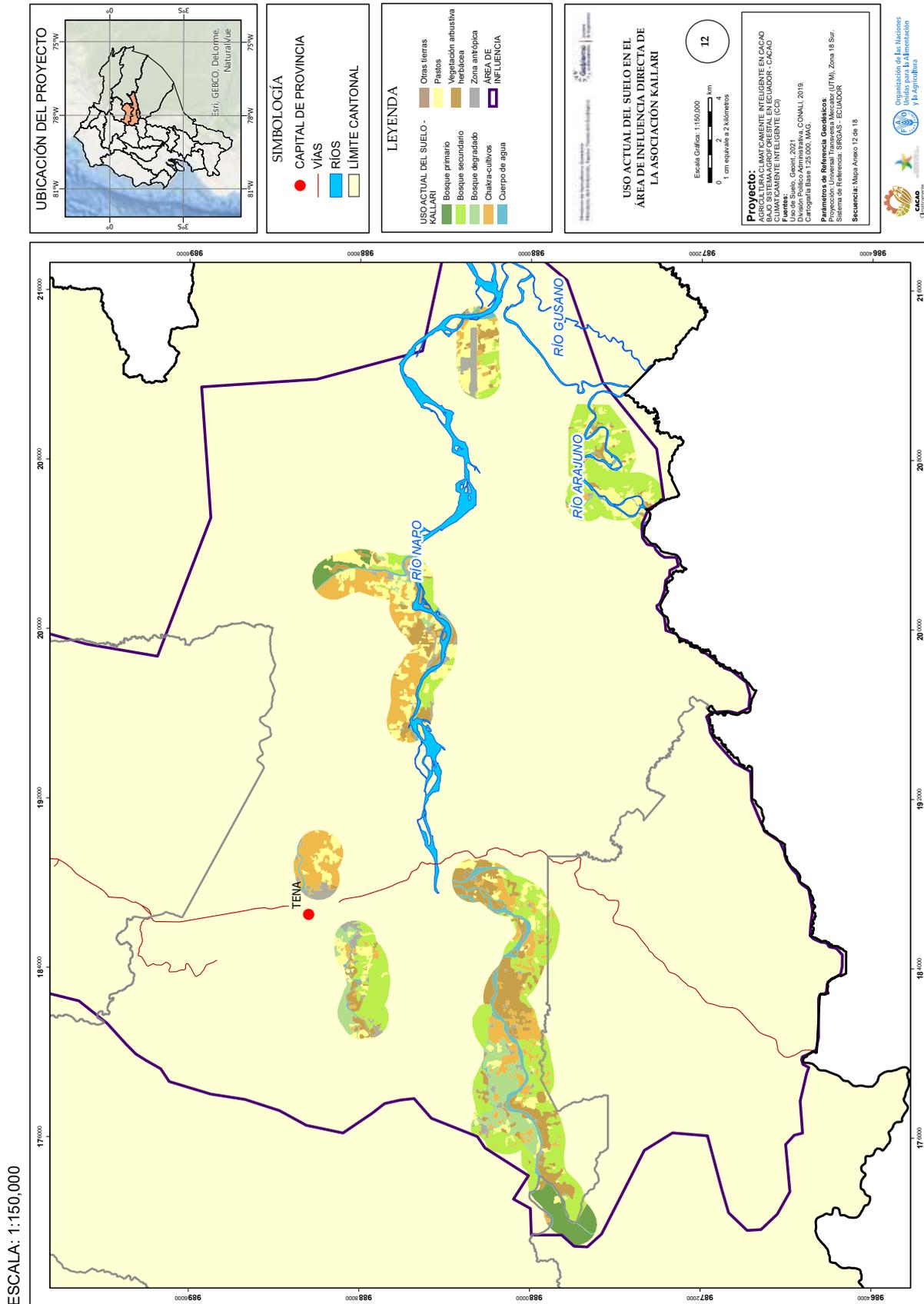


Figura 6.6. Mapa de categorías de usos del suelo en el área de influencia de la asociación Kallari

## 6.3.2 Existencias estimadas de carbono

Para las estimaciones de las existencias de carbono a nivel cantonal se usaron los resultados obtenidos por la Evaluación Nacional Forestal I<sup>6</sup>. En el cálculo de existencias en la superficie de *Chakra* se utilizaron los resultados obtenidos por el Proyecto Cacao Climáticamente Inteligente.

En un primer análisis se determinó las categorías de uso de del suelo actual (Tablas 6.4 y 6.5) en la zona baja de la provincia de Napo, correspondientes a los cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola. Destacándose que, en estos tres cantones en conjunto, alrededor del 47% es bosque secundario, 42% bosque primario, 5% bosque degradado y 6% *Chakra*.

**Tabla 6.4.** Categorías de uso de la tierra en la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.

SUPERFICIE POR CATEGORÍA DE USO DE LA TIERRA A NIVEL CANTONAL			
Nro.	CATEGORÍA	SÍMBOLO	SUPERFICIE (ha)
1	BOSQUE DEGRADADO	BD	26.608,24
2	BOSQUE SECUNDARIO	BS	257.030,66
3	BOSQUE PRIMARIO	BP	225.077,93
4	CHAKRA	CHA	31.022,70
<b>TOTAL</b>			<b>539.739,53</b>

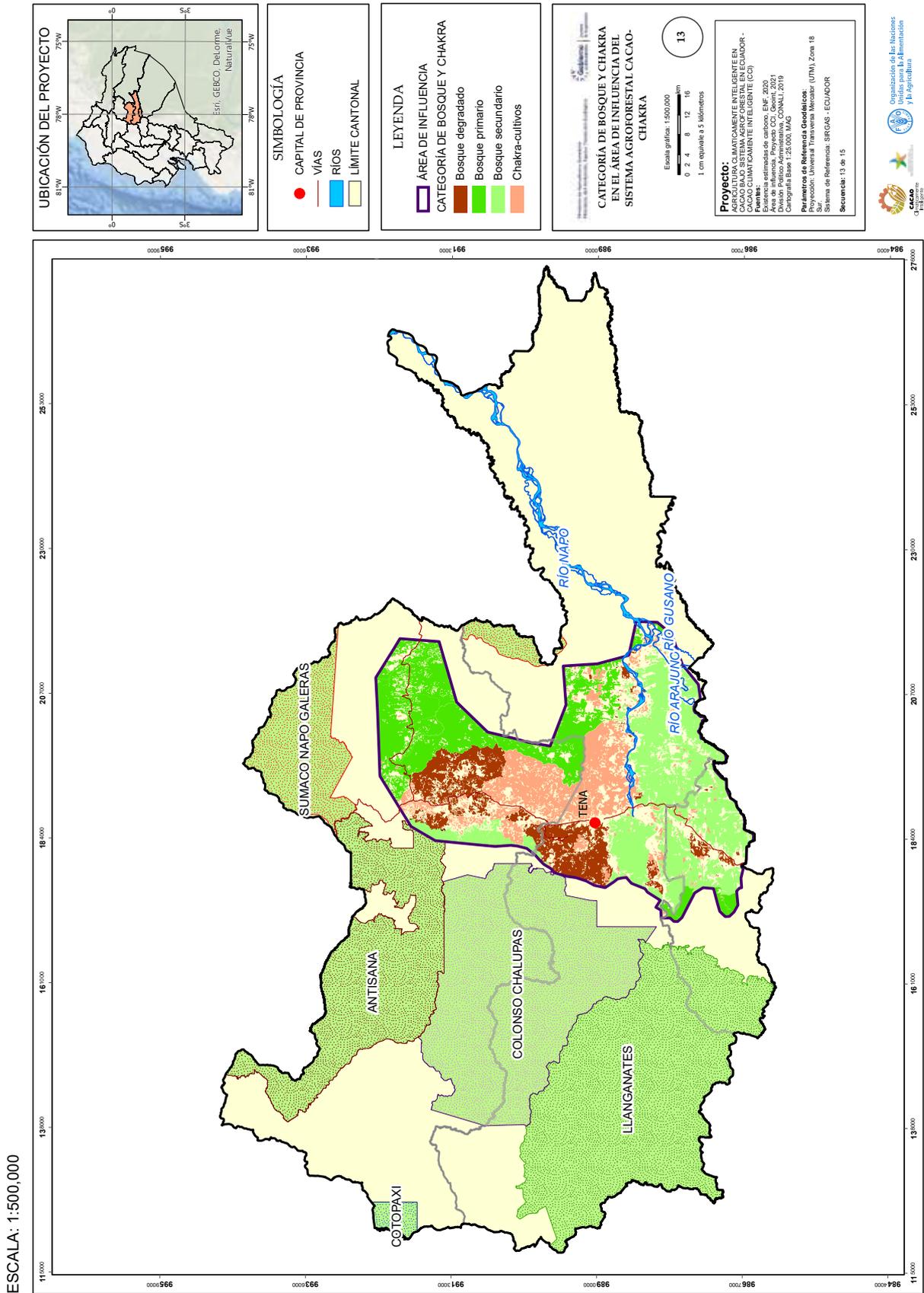
.....

<sup>6</sup> Para el análisis se digitalizó la información proveniente de la cartografía generada por la ENF de los estratos boscosos encontrados en la zona de estudio tanto a nivel cantonal como de la zona de influencia de las asociaciones de productores. Al considerar la información y especificar su origen se puede observar que la información proveniente de la ENF fue digitalizada de modelos de clasificación y datos provenientes de las parcelas y conglomerados investigados, razón por la cual no tienen una consideración espacial relacionada con la división política administrativa, que es la que rige para la conformación de las unidades espaciales para este estudio. Al comparar y digitalizar la información se encontraron diferencias en las superficies ocupadas por los conglomerados boscosos que, si bien se pudo comparar espacialmente con las categorías de uso de la tierra, sus datos no coinciden en el tema superficie ya que el "corte" de los mapas obedece a cada unidad cartográfica que tienen una identidad espacial propia. De todas maneras, se presentan los resultados a nivel de cantón, categorías de uso y estrato boscoso

**Tabla 6.5.** Categorías de uso de la tierra en la zona baja de la provincia de Napo por cantón.

<b>CATEGORÍA DE USO DE LA TIERRA POR CANTÓN</b>			
<b>CANTÓN</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>
<b>ARCHIDONA</b>	BOSQUE DEGRADADO	BD	10.904,38
	BOSQUE SECUNDARIO	BS	91.633,81
	BOSQUE PRIMARIO	BP	79.840,39
	<i>CHAKRA</i>	CHA	11.478,19
<b>TENA</b>	BOSQUE DEGRADADO	BD	14.876,85
	BOSQUE SECUNDARIO	BS	150.180,34
	BOSQUE PRIMARIO	BP	117.316,83
	<i>CHAKRA</i>	CHA	18.941,73
<b>C. J. AROSEMANA T.</b>	BOSQUE DEGRADADO	BD	827,01
	BOSQUE SECUNDARIO	BS	15.216,52
	BOSQUE PRIMARIO	BP	27.920,71
	<i>CHAKRA</i>	CHA	602,78
<b>TOTAL</b>			<b>539.739,53</b>

En un segundo análisis, se elaboró un mapa sobre las categorías de bosque (primario, secundario, degradado y *Chakra*-cultivos) en la zona de influencia de este estudio (Figura 6.6.), para con estos datos estimar las existencias de carbono en cada estrato.



**Figura 6.7.** Bosque y Chakra en el área de influencia de las tres asociaciones de productores estudiadas

En tercer análisis, se estimó las existencias promedio de carbono, considerando cuatro categorías: bosque primario, bosque secundario, bosque degradado y *Chakra*-cultivos (Figura 6.6.). En las tres primeras categorías también se estimó el carbono en cada estrato boscoso de acuerdo con la Evaluación Nacional Forestal (Tabla 6.6.).

**Tabla 6.6.** Existencias promedio estimadas de carbono a nivel de estrato boscoso y *Chakra* en la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.

EXISTENCIAS DE CARBONO				
CATEGORÍA	ESTRATO BOSCOZO DE LA EVALUACIÓN NACIONAL FORESTAL/ CHAKRA	SUPERFICIE (ha)	TC/ha	CARBONO TOTAL
BOSQUE SECUNDARIO	BOSQUE SIEMPRE VERDE DE TIERRAS BAJAS DE LA AMAZONÍA	1.685,09	160,41	270.305,02
	BOSQUE SIEMPRE VERDE ANDINO DE PIE DE MONTE	49.624,40	122,77	6.092.387,77
	BOSQUE SIEMPRE VERDE ANDINO MONTANO	136.826,72	123,1	16.843.369,60
	BOSQUE SIEMPRE VERDE ANDINO DE CEJA ANDINA	34.685,76	105,1	3.645.473,11
BOSQUE DEGRADADO	BOSQUE SIEMPRE VERDE DE TIERRAS BAJAS DE LA AMAZONÍA	4.428,79	160,41	710.422,64
	BOSQUE SIEMPRE VERDE ANDINO DE PIE DE MONTE	6.998,35	122,77	859.187,66
	BOSQUE SIEMPRE VERDE ANDINO MONTANO	925,63	123,1	113.945,48
BOSQUE PRIMARIO	BOSQUE SIEMPRE VERDE DE TIERRAS BAJAS DE LA AMAZONÍA	67.401,26	160,41	10.811.836,79
	BOSQUE SIEMPRE VERDE ANDINO DE PIE DE MONTE	80.980,51	122,77	9.941.977,79
	BOSQUE SIEMPRE VERDE ANDINO MONTANO	52.990,79	123,1	6.523.165,97
	BOSQUE SIEMPRE VERDE ANDINO DE CEJA ANDINA	577,38	105,1	60.682,41
CHAKRA-CULTIVOS	CHAKRA-TENA	18.941,72	140,33	2.658.091,57
	CHAKRA-ARCHIDONA	11.478,18	206,66	2.372.080,68
	CHAKRA- C. J. AROSEMENA T.	602,78	182,4	109.947,07

### 6.3.3 Deforestación 2016 – 2020 en la zona de estudio

La deforestación en estos cantones, al igual que en la región amazónica ecuatoriana, presenta resultados a ser tomados en cuenta por cualquier programa o medida que se plantee para disminuir el avance de la frontera agrícola; además se debe considerar que dichos cantones han mantenido un proceso de colonización muy antiguo que data del siglo pasado acentuándose en los últimos años.

De los datos obtenidos a nivel cantonal (Archidona, Tena y Arosemena Tola) se estima unas diferencias entre las distintas categorías de uso de la tierra en relación con la estructura bosque entre los años 2016 y 2020, así se tiene que el Bosque Degradado se incrementa en 22.960,83 hectáreas; el Bosque Secundario crece su superficie en 72.068,79 hectáreas y para el Bosque Primario se estima una reducción de 26.903,2 hectáreas.

**Tabla 6.7.** Cambios en la superficie por categoría de uso de la tierra – Periodo 2016 – 2020, en la zona baja de la provincia de Napo: cantones Archidona, Tena y Arosemena Tola.

<b>CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA 2016 Y 2020</b>				
<b>CATEGORÍA</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>SUPERFICIE (ha) 2016</b>	<b>SUPERFICIE (ha) 2020</b>	<b>DIFERENCIAS (ha)</b>
BOSQUE DEGRADADO	BD	3.647,41	26.608,24	22.960,83
BOSQUE SECUNDARIO	BI	184.961,87	257.030,66	72.068,79
BOSQUE PRIMARIO	BN	251.981,08	225.077,93	-26.903,15
CHAKRA	CH	20.289,40	31.022,70	10.733,30
CUERPOS DE AGUA	W	5.780,77	8.682,61	2.901,84
OTRAS TIERRAS	OT	2.452,80	6.079,61	3.626,81
PÁRAMO	PR	121.402,79	110.534,78	-10.868,01
PASTOS	PS	118.250,93	40.791,33	-77.459,60
VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	VAH	36.154,29	36.136,55	-17,74
ZONA ANTRÓPICA	ZA	472,53	3.429,44	2.956,91
<b>TOTAL (ha)</b>		<b>745.393,86</b>	<b>745.393,86</b>	<b>-</b>

## 6.4 Conclusiones y recomendaciones

El uso de cartografía participativa se vuelve importante porque facilita los procesos de manejo sostenible a nivel de paisajes y la conservación del bosque, al constituirse en un elemento de partida para la definición de políticas de mitigación del cambio climático, implementación de programas "No Deforestación", cambio de sistemas de producción convencionales, a sistemas más amigables con el ambiente, cumpliendo el mandato de reforestación y cultivos asociados con especies arbóreas.

Además, el análisis espacial apoyados de procesos participativo desde las bases, contribuye a los procesos de planificación y ordenamiento territorial (PDOT) con el enfoque de paisajes. Estos procesos de la cartografía participativa facilita a los usuarios del bosque, cominidades, parroquias, municipios y demas actores locales a designar áreas para diferentes usos del suelo, lo cual facilita la planificación y ejecución de proyectos para el fomento de sistemas productivos sostenibles, conservación de áreas de bosque, restauración ecológica y restauración de paisajes, así como tambien el levantamiento de líneas base para medir la deforestación, monitorear carbono, entre otros beneficios.

Finalmente, el uso de plataformas informáticas SIG contribuye con información relevante proveniente de nuevas tecnologías para la captura de datos como: imágenes de satélite (de alta, mediana y baja resolución), sensores remotos utilizados con vehículo aéreo no tripulado (VANT) (drones) y fotografía aérea, las cuales combinadas con técnicas de modelaje geoestadístico y análisis espacial han demostrado ser una herramienta de fácil uso y gran utilidad para el monitoreo de paisajes a nivel comunitario.





# CAPÍTULO 7

## Propuesta de una Acción Nacional Apropriada de Mitigación (NAMA) en Agricultura Climáticamente Inteligente para la provincia de Napo

### 7.1 Introducción

Durante la COP 21 en París, Ecuador se comprometió a establecer Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), con el objetivo de implementar acciones que reduzcan las emisiones nacionales de GEI y aportar a la consecución del objetivo global de no sobrepasar un incremento de 1,5 °C de temperatura.

En la Tercera Comunicación Nacional sobre cambio climático se reporta que en Ecuador las emisiones totales del inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI)<sup>7</sup> del 2012 ascienden a 80627,16 Gg de CO<sub>2-eq</sub>, de este total, el sector uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (USCUSS) aporta con el 25,35% de las emisiones totales netas (valor neto resultante de las emisiones menos las absorciones); y el sector agricultura ocupa el tercer lugar con 18,17% de los GEI emitidos a la atmósfera (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017).

En este panorama, en el 2019 el país presentó la primera NDC en cumplimiento con lo establecido en el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. En esta el componente de mitigación incluye los sectores priorizados en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (2012-2025), entre los cuales se encuentran los sectores agricultura y USCUSS, con iniciativas que cuantifican el potencial de mitigación al cambio climático y líneas de acción. La NDC además determina que "iniciativas adicionales que sean cuantificables en reducción de emisiones de gases de efecto invernadero podrán presentarse para apoyar la mitigación del cambio climático en el periodo de implementación de esta NDC tanto en el escenario incondicional como en el escenario condicional. Estas deberán estar articuladas a las líneas de acción" (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2019).

7 El sector Energía genera el mayor aporte con 46,63% las emisiones totales. Los sectores Procesos industriales y Residuos representan, en conjunto, aproximadamente 10% de las emisiones del país, registrando 5,67% y 4,19%, en cada caso.

El sistema agroforestal tradicional *Chakra* tiene un alto potencial para contribuir a la mitigación del cambio climático (ver capítulo 4 y 5) y a la adaptación de los pequeños agricultores a las condiciones de un clima cambiante. Adicionalmente, la *Chakra* amazónica es un sistema productivo sostenible que por sus características garantiza la seguridad alimentaria de los hogares Kichwa y de la población local, a la vez que, si son manejados acorde a los principios y con la aplicación de buenas prácticas agrícolas ancestrales, evitan la deforestación causada por el avance de la frontera agrícola. En este sentido, se podría vincular la *Chakra* amazónica con el enfoque REDD+ del Ecuador, y con las líneas de acción de la NDC para el sector USCUS.

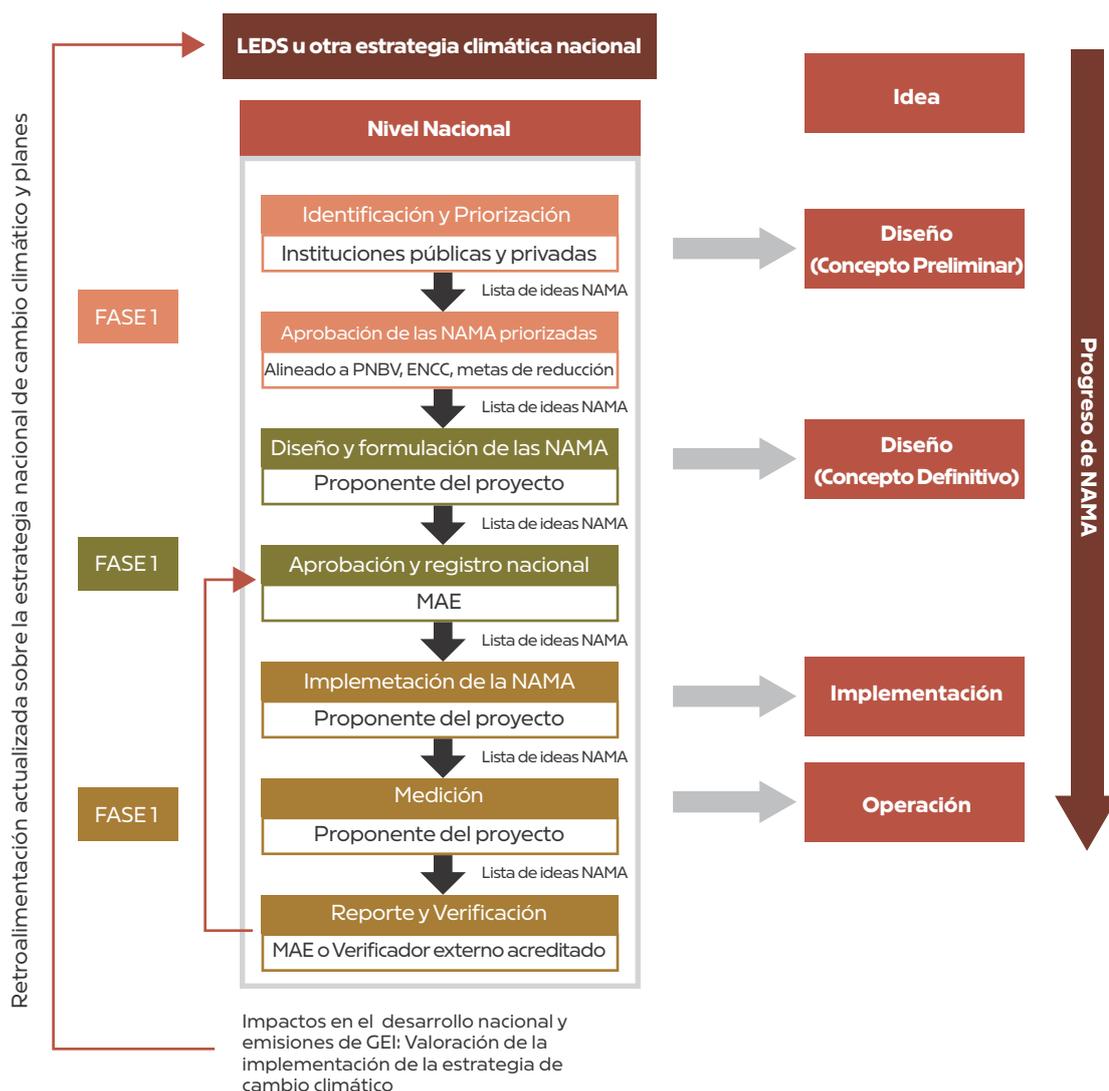
Es importante destacar que el sistema agroforestal tradicional *Chakra* de las comunidades de los pueblos originarios en la provincia de Napo fue propuesto como parte de los Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM)<sup>8</sup> y, está en proceso de verificación.

Por otro lado, las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés), de acuerdo con el Plan de Acción de Bali son “medidas de mitigación apropiadas a cada país por las Partes, que son países en desarrollo en el contexto del desarrollo sostenible, apoyadas y facilitadas por tecnologías, financiación y actividades de fomento de la capacidad, de manera mensurable, notificable y verificable” (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017).

Este capítulo presenta el diseño preliminar de una NAMA, que se ubica en la FASE 1 del ciclo óptimo para el desarrollo de las NAMA en Ecuador detallado en la Figura 7.1.



8 <https://www.fao.org/giahs/giahsaroundtheworld/giahsaroundtheworld/proposed-sites/latin-america-and-the-caribbean/chakra-amazonica/informacion-detallada/es/>



**Figura 7.1.** Ciclo óptimo para el desarrollo de las NAMA en Ecuador.

Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2017). Borrador de la Guía Metodológica para la Construcción de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA) en el Ecuador. Quito.

## 7.2 Metodología

La propuesta de la NAMA se elaboró con base en la Guía Metodológica para la Construcción de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA) en el Ecuador, elaborada por el Ministerio del Ambiente del Ecuador en el año 2017. De acuerdo con la guía en mención, se propone crear una NAMA específica orientada a la Agricultura Climáticamente Inteligente para la provincia de Napo, que posteriormente puede extenderse a otras provincias de la Amazonía y del país. Así mismo, en cuanto al financiamiento la NAMA sería respaldada, es decir, que se implementaría con apoyo de fondos públicos, privados e internacionales. Según la guía mencionada, el contenido mínimo del documento conceptual de NAMA es:

- Determinación del objetivo
- Determinación del alcance
- Integración de la NAMA con las políticas nacionales relevantes
- Identificación de actores clave
- Identificación de potenciales barreras
- Marcos habilitantes
- Establecimiento de la línea base y de mitigación
- Desarrollo Sostenible y Potencial Transformacional
- Financiamiento
- Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV)

A continuación, se desarrolla cada uno de estos ítems, a manera de propuesta de una NAMA para la provincia de Napo.

## 7.3. Propuesta de una NAMA en Agricultura Climáticamente Inteligente en la provincia de Napo

### 7.3.1 Identificación de la NAMA

En este caso, la NAMA tiene un enfoque Abajo - Arriba, es decir, parte de los resultados obtenidos con el Proyecto Agricultura Climáticamente Inteligente en Cacao Bajo Sistema Agroforestal en Ecuador (GCP/GLO/534/ITA) - Cacao Climáticamente Inteligente (CCI) implementado por FAO, y su potencial para replicarse en toda la provincia de Napo, a través de una NAMA. Además, se busca vincular los logros obtenidos con las políticas existentes en el país, en este caso la NDC.

### 7.3.2 Determinación del objetivo

Los objetivos de la NAMA son: a) Incrementar los sumideros de carbono en la provincia de Napo a través de la implementación de *Chakra* amazónica (sistemas agroforestales tradicionales) en zonas de pastizales abandonados o áreas en abandono con condiciones sociales, culturales y agronómicas para restauración productiva; b) Reducir las emisiones por deforestación a través del fortalecimiento del sistema *Chakra* amazónica en la provincia de Napo, impulsando la certificación "Sello *Chakra*" y, vinculando el sistema a mecanismos de pago por resultados.

## 7.3.3 Determinación del alcance

### Temporalidad:

- La NAMA propuesta tendría un alcance hasta el año 2025, periodo que dura la implementación de la NDC<sup>9</sup>. Este tiempo puede ampliarse de acuerdo con las necesidades nacionales y de la provincia.

### Límites geográficos:

- La NAMA se aplicaría en toda la provincia de Napo, tanto en las áreas de *Chakra* existentes, como en las áreas que tengan potencial para conversión de pastizales o zonas degradadas a sistemas agroforestales.
- La NAMA puede extenderse a otras provincias amazónicas.

### Sectores de impacto indirecto:

- La NAMA tiene impacto indirecto en las siguientes líneas de acción:
  - Conservar el patrimonio natural.
  - Fortalecer el manejo forestal sostenible.
  - Fortalecer la restauración del patrimonio natural.
  - Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

### Beneficiarios

- La NAMA beneficiaría de manera directa a más de 2210 productores de *Chakra* amazónica que pertenecen a las asociaciones Kallari, Wiñak y Tsatsayaku que fueron los actores principales durante la ejecución del proyecto Cacao Climáticamente Inteligente.
- Adicionalmente, se beneficiaría a productores que se adhieran a las asociaciones o que se vinculen a la Corporación de Asociaciones de la *Chakra* Amazónica, que también se encuentran ubicados fuera de la provincia de Napo.

### Recursos financieros

- En la provincia de Napo, los recursos financieros para la implementación de la NAMA pueden obtenerse de varias fuentes:
  - El Fondo para el Desarrollo Sostenible y Conservación del Agua del Río Napo

9 El periodo de implementación de la NDC cubre el periodo 2020-2025. En este periodo el país implementará líneas de acción identificadas a partir del proceso participativo intersectorial multinivel con múltiples actores de distintos niveles. Al año 2025 se evaluará el avance de la implementación de las líneas de acción identificadas.

(FODESNA), un fideicomiso (mecanismo financiero integral) que permitirá captar recursos del sector público, privado y de cooperación internacional que serán empleados en la ejecución de proyectos de conservación ambiental, fortalecimiento productivo y emprendimientos de la provincia<sup>10</sup>. El detalle del funcionamiento del FODESNA se describe más adelante.

- Proyectos de Cooperación Internacional que pueden gestionarse a través del FODESNA.
- Inversión estatal que también podría incluirse como aportes al FODESNA.

### 7.3.4. Integración de la NAMA con las políticas nacionales relevantes

La NAMA propuesta se vincula directamente con los siguientes instrumentos:

- Constitución de la República del Ecuador, específicamente, la NAMA se vincula a los artículos 66, 71-74, 83, 275-276, 317, 395 y 397, en los que se reconoce el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir; la recuperación de espacios naturales degradados, el compromiso de asegurar la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas, entre otros. Además, el artículo 414 establece que "El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación (...) tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación y protegerá a la población en riesgo".
- Así mismo, está directamente ligada a los artículos que hacen referencia al derecho a la soberanía alimentaria (Art.13), los derechos colectivos de las comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianos, montubios y comunas (Art. 57) y el derecho a la salud (Art 32) (EC 2008)
- Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC 2012 – 2025), dentro de la ENCC se definieron los sectores prioritarios para la adaptación y mitigación del cambio climático, en ambos ejes se prioriza al sector agricultura (MAE, 2012).
- Plan de Acción REDD+ del Ecuador "Bosques para el Buen Vivir" (2016 – 2025)<sup>11</sup>
- El Plan de Acción REDD+ establece componentes estratégicos. La NAMA propuesta se vincula directamente con el componente estratégico 2: Transición a sistemas productivos sostenibles, y el Componente estratégico 4: Conservación y restauración (MAE, 2016).

10 Este fondo fue impulsado por la Prefectura de Napo y las asociaciones Kallari y Tsatsayaku, siendo estos los constituyentes del proyecto, mientras que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) fue la implementadora para la creación de FODESNA. <https://www.napo.gob.ec/website/index.php/j-stuff-2/site-map/articles/16-articulos-destacados/610-fodesna-captara-recursos-del-sector-privado-y-publico-para-napo>

11 Registro Oficial N° 985 Edición Especial, 29 de marzo de 2017. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu179613.pdf>

- Proyectos de alcance nacional como la Evaluación Nacional Forestal II, que generará insumos para la estimación de la captura de carbono en estratos boscosos y factores de emisión.

### 7.3.5 Identificación de actores clave

La NAMA requerirá del trabajo conjunto de los siguientes actores clave, cuyos roles y responsabilidades se definirán de acuerdo con sus funciones:

- GAD Provincial de Napo.
- Corporación de Asociaciones de la *Chakra* Amazónica.
- Comunidades indígenas de las áreas de intervención.
- Actores que forman parte del Comité de Ética del "*Sello Chakra*".
- GADs Municipales y Parroquiales.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE).
- Organismos de cooperación internacional.
- Academia.
- Fondo para el Desarrollo Sostenible y Conservación del Agua del Río Napo (FODESNA)

### 7.3.6. Identificación de potenciales barreras

Adicionalmente, la implementación de la NAMA tendría las siguientes barreras:

- a.** Aplicación de políticas que pongan en riesgo el sistema *Chakra*, por ejemplo: presiones externas de las actividades extractivas como la minería y la explotación petrolera. De igual manera, en el ámbito de la política pública (posibles fallas en las políticas) una barrera sería la promoción de paquetes tecnológicos que promueve sistemas productivos convencionales, que impulsan monocultivos, fomentan una visión mercantilista de la agricultura y desvalorizan los sistemas productivos diversificados, lo que también pone en peligro las *Chakra*.
- b.** También existen barreras socioeconómicas que enfrenta la agricultura familiar campesina (AFC) de la provincia y del país, entre las que se destacan la migración de los jóvenes hacia la ciudad en busca de mejores oportunidades, por la falta de apoyo a la AFC, lo que acarrea la pérdida de la transmisión de conocimientos de generación en generación, y el envejecimiento de los agricultores. Por estas barreras y la falta de apoyo, los productores en su afán de generar más ingresos reducen la diversificación de sus fincas para dedicarse a un solo producto comercial, e incluso pueden incrementar la frontera agrícola causando deforestación, lo que también



conlleva problemas como el abandono de prácticas agrícolas ancestrales importantes para la conservación de la biodiversidad y agrobiodiversidad.

La NAMA se propone con base en la experiencia obtenida a través del Proyecto Cacao Climáticamente Inteligente, en el que se encontraron las siguientes limitaciones relacionadas con la medición de carbono en la *Chakra* amazónica:

- a.** La pandemia por COVID-19 retrasó el levantamiento de información y la movilización de equipos técnicos en territorio.
- b.** Costos elevados para realizar los análisis de suelo. Esta puede ser una barrera para el monitoreo continuo, para ello se puede gestionar convenios con institutos de investigación y universidades que brinden apoyo en estos temas.
- c.** El levantamiento de información requiere varias reprogramaciones de manera imprevista, debido a que el productor, dado sus diferentes actividades, muchas veces no se encuentra en la finca.
- d.** Las iniciativas previas vinculadas con el acceso a créditos o préstamos a los socios de las organizaciones no han dejado buenas experiencias ni resultados positivos en los historiales económicos de las asociaciones. Esto ocasiona desconfianza al momento de iniciar una nueva iniciativa.
- e.** Existen limitaciones de índole tecnológica como la falta de cobertura a internet, telefonía celular y acceso a dispositivos móviles, lo que dificulta el uso de aplicaciones digitales para facilitar el levantamiento de información.

### 7.3.7 Marcos habilitantes

Los marcos habilitantes que se proponen a continuación pueden solucionar varias barreras.

- a.** Un tema trascendental para lograr la implementación de la NAMA es la vinculación de los productores, conocer sus necesidades y orientar la NAMA hacia la satisfacción de estas necesidades. La agricultura familiar campesina, en este caso, todos los productores de *Chakra* amazónica son los protagonistas, por lo tanto, la construcción e implementación de la NAMA debe contar con su respaldo. El proyecto Cacao Climáticamente Inteligente ya dio un primer paso a partir de los estudios de carbono, sostenibilidad y medios de vida. Además, los productores tienen un proceso asociativo fuerte y conformaron la Corporación de Asociaciones de la *Chakra* Amazónica.
- b.** El Gobierno Provincial de Napo reconoce la importancia de la *Chakra* amazónica, y en el año 2017 expidió la ordenanza para declarar la *Chakra* Kiwcha como sistema sostenible que fomenta la producción, investigación y comercialización de alimentos agroecológicos en la provincia de Napo.
- c.** La NDC del país ha plasmado acciones para el escenario condicional e incondicional, por lo tanto, la NAMA puede ser priorizada y vinculada con el Plan de Acción REDD+ y a los planes de implementación de REDD+ que se relacionen con los objetivos propuestos.

- d. Otro marco habilitante es el ingreso a mercados que reconozcan los productos de sistemas sostenibles, con precios justos que incentiven el fortalecimiento del sistema *Chakra* amazónica y la restauración utilizando sistemas agroforestales, lo que se puede lograr a través del Sello *Chakra* y Napu Marka.

## 7.3.8 Establecimiento de la línea base y de mitigación

### **Línea base**

Los estudios realizados en el marco del Proyecto Cacao Climáticamente Inteligente permitieron conocer que las áreas de *Chakra* con cacao tienen un alto potencial de captura de carbono, aproximadamente el doble de un monocultivo de cacao y la mitad de un bosque aproximadamente (ver Capítulo 4).

No obstante, para completar la línea base se requiere de estudios específicos que no se incluyen en el alcance del proyecto Cacao Climáticamente Inteligente para conocer la relación entre la deforestación y la ampliación de la frontera agrícola en los tres cantones.

### **Mitigación**

La implementación de la NAMA tiene como uno de sus objetivos reducir las emisiones por deforestación. El alcance del proyecto Cacao Climáticamente Inteligente no incluyó el análisis de la deforestación por ampliación de la frontera agrícola. En este sentido, se requerirá realizar estudios específicos para calcular las emisiones evitadas por el fomento del Sistema *Chakra*.

De igual manera, otro objetivo de la NAMA es incrementar los sumideros de carbono. La estimación del valor de este incremento necesita de estudios específicos que no se incluyen en los objetivos del proyecto Cacao Climáticamente Inteligente, como la estimación de las existencias de carbono en pastos, bosque intervenido y bosque degradado, con la finalidad de calcular el incremento de los sumideros de carbono al restaurar estas áreas con el Sistema *Chakra*.

## 7.3.9 Desarrollo Sostenible y Potencial Transformacional

### **La *Chakra* amazónica y su vinculación con los ODS**

En el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas publicó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que contiene 17 objetivos para el desarrollo sostenible (ODS) y 169 metas (UN, 2015) que abarcan distintas dimensiones del desarrollo, como la económica, sociocultural, política y ambiental (Trupp & Dolezal, 2020). Los ODS son herramientas de planificación y seguimiento que pueden ser usados tanto a nivel nacional como local, y a través de ellos se busca la prosperidad, paz, justicia, alivio a la pobreza, disminuir la desigualdad, mejorar el clima, mini-

mizar la degradación ambiental, manejo de los valores culturales, diversidad y patrimonio hacia el 2030 (Saarinen, 2019).

En este marco holístico de desarrollo que presentan los ODS (Hajer et al., 2015; Trupp & Dolezal, 2020), el sistema *Chakra* amazónica, manejado por el pueblo Kichwa en la Amazonía Ecuatoriana, representa un potencial para el logro de algunos de los 17 ODS.

En este escenario, se han identificado recomendaciones para mejorar la sostenibilidad del sistema y de los medios de vida de la población; y se ha ubicado la relación de la *Chakra* con 12 ODS (Tabla 7.1.).

**Tabla 7.1.** La *Chakra* amazónica y los ODS

ODS	Descripción	Vínculo con la <i>Chakra</i>	Recomendación
 <p><b>1</b> FIN DE LA POBREZA</p>	<p>Eliminar la pobreza en todas sus formas en todas partes, el crecimiento económico debe ser inclusivo para proporcionar empleos sostenibles y promover la igualdad.</p>	<p>La <i>Chakra</i>, entre sus varias funciones, permite el autoabastecimiento de alimentos, productos medicinales, productos para la construcción, además garantiza un ingreso para el hogar, donde participan todos los integrantes de la familia.</p>	<p>Impulsar el Sello <i>Chakra</i> para mantener las funciones del sistema agroforestal, y apoyar el comercio de los productos de la <i>Chakra</i> a precios justos y en mercados especiales.</p>
 <p><b>2</b> HAMBRE CERO</p>	<p>Acabar con el hambre, lograr la seguridad alimentaria y una mejor nutrición y promover la agricultura sostenible, los sectores de la alimentación y la agricultura ofrecen soluciones clave para el desarrollo y son fundamentales para la erradicación del hambre y la pobreza.</p>	<p>La <i>Chakra</i> garantiza la seguridad y soberanía alimentaria del hogar, tiene alta agro-biodiversidad proporcionando alimentos para la población local.</p>	<p>Rescatar y promover el cultivo de productos alimenticios tradicionales de la <i>Chakra</i> para la alimentación del hogar, incorporando especies con alto valor nutricional. Optimizar el uso del suelo para el cultivo de producto que aporten a la generación de ingresos y garanticen la seguridad alimentaria.</p>
 <p><b>3</b> SALUD Y BIENESTAR</p>	<p>Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades es esencial para el desarrollo sostenible.</p>	<p>En la <i>Chakra</i> se cultivan plantas medicinales utilizadas por la población local.</p>	<p>Rescatar y potenciar el uso de plantas medicinales tradicionales de la <i>Chakra</i>. Fomentar el manejo orgánico de la <i>Chakra</i> y su certificación con el Sello <i>Chakra</i>, e impulsar y apoyar el consumo de sus productos.</p>

 <p>4 EDUCACIÓN DE CALIDAD</p>	<p>Obtener una educación de calidad es la base para mejorar la vida de las personas y oportunidades para todos.</p>	<p>La <i>Chakra</i> es un espacio de transferencia de saberes ancestrales y conocimientos. La educación en prácticas agrícolas ancestrales de producción sostenible es garantizada en la <i>Chakra</i>.</p>	<p>Rescatar y potenciar la <i>Chakra</i> como espacio de transferencia de conocimiento y oportunidades.</p>
 <p>5 IGUALDAD DE GÉNERO</p>	<p>Lograr la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de todas las mujeres y las niñas, la igualdad de género no es solo un derecho humano fundamental, sino una base necesaria para un mundo pacífico, próspero y sostenible.</p>	<p>La <i>Chakra</i> es principalmente manejada por las <i>chakramamas</i>, mujeres que transmiten los conocimientos de generación en generación.</p>	<p>Fomentar el empoderamiento de las mujeres y la igualdad de género en las labores de la <i>Chakra</i>, a través del Sello <i>Chakra</i> y capacitaciones sobre igualdad de género a nivel comunitario, provincial y nacional.</p>
 <p>8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO</p>	<p>Promover una economía sostenida, inclusiva y sostenible crecimiento, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos, el crecimiento económico sostenible requerirá que las sociedades creen las condiciones que permitan a las personas tener trabajos de calidad.</p>	<p>El cultivo en el sistema <i>Chakra</i> amazónica con cacao provee entre el 38 y 60% del ingreso para el hogar.</p>	<p>Promover las finanzas sostenibles para los productores en el sistema <i>Chakra</i>, acceso a créditos especiales, cajas financieras comunitarias para productos especiales. Fortalecer la asociatividad para potenciar el logro de mercados especiales para los productos de la <i>Chakra</i>.</p>
 <p>11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES</p>	<p>Hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resistentes y sostenibles, debe haber un futuro en el que las ciudades brinden oportunidades para todos, con acceso a servicios básicos, energía, vivienda, transporte y más.</p>	<p>El sistema <i>Chakra</i> aporta a mantener paisajes sostenibles a nivel comunitario.</p>	<p>Impulsar políticas comunitarias y estatales para promover paisajes productivos sostenibles basados en la <i>Chakra</i>, y vincular la biotecnología y el valor agregado a sus productos.</p>
 <p>12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES</p>	<p>Garantizar pautas de consumo y producción sostenibles, debe haber producción y consumo responsables.</p>	<p>El Sello <i>Chakra</i> recoge los principios del sistema <i>Chakra</i> que garantizan la producción sostenible. El comité de ética del Sello <i>Chakra</i> incluye también a los consumidores.</p>	<p>Potenciar el Sello <i>Chakra</i> con apoyo del estado y la cooperación internacional para facilitar la cultura de producción y consumo responsable a nivel local y nacional.</p>

 <p><b>13</b> ACCIÓN POR EL CLIMA</p>	<p>Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos, el cambio climático es un desafío global que afecta a todos, en todas partes.</p>	<p>La <i>Chakra</i> contribuye al secuestro de carbono en el suelo, biomasa aérea, hojarasca y raíces (ver Capítulo 4 y 5).</p>	<p>A través del Sello <i>Chakra</i> es posible mejorar y mantener las Buenas Prácticas Agrícolas importantes para el manejo del sistema y su potencial de mitigación. Es necesario definir los criterios mínimos de la incorporación de especies agrícolas, arbóreas y arbustivas en el sistema <i>Chakra</i> para potenciar el secuestro de carbono. Realizar eventos de capacitación sobre la importancia del sistema agroforestal para la mitigación y adaptación al cambio climático.</p>
 <p><b>15</b> VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES</p>	<p>Proteger, restaurar y promover el uso sostenible ecosistemas terrestres, gestionar de forma sostenible los bosques, combatir desertificación y, detener y revertir la degradación del suelo y pérdida de biodiversidad.</p>	<p>La <i>Chakra</i> garantiza la diversidad de flora y fauna en el sistema. Estudios han evidenciado índices altos de diversidad en avifauna, herpetofauna, arborea, etc.</p>	<p>Potenciar investigaciones científicas en estos temas, crear criterios mínimos en números de especies arbóreas y agrícolas y densidades especialmente en <i>Chakra</i> nuevas, para garantizar la protección del ecosistema.</p>
 <p><b>16</b> PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS</p>	<p>Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo, proporcionar acceso a la justicia para todos y construir instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.</p>	<p>La <i>Chakra</i> con cacao ha impulsado la creación de asociaciones de productores en crecimiento constante, orientados a mercados justos y buena gobernanza.</p>	<p>Apoyar al fortalecimiento organizativo y financiero de las asociaciones de productores de cacao en <i>Chakra</i>. Fortalecer redes, fomento de simposios y congresos en temas especializados de la producción en sistemas agrícolas sostenibles.</p>
 <p><b>17</b> ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS</p>	<p>Fortalecer los mecanismos de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.</p>	<p>La agricultura climáticamente inteligente (en este caso a través del sistema <i>Chakra</i> con cacao) ha impulsado la Alianza Global para la Agricultura Climáticamente Inteligente (GACSA, por sus siglas en inglés).</p>	<p>Fomentar la Agricultura Climáticamente Inteligente a través de la <i>Chakra</i> amazónica, en la provincia de Napo, con medidas de escalamiento hacia una política nacional, en el marco de alianzas globales.</p>

Fuente: Naciones Unidas (2015).

# Estructura y financiamiento del FODESNA

## **Estructura general del FODESNA**

Está representada por:

- Junta de Fideicomiso, conformada por los constituyentes, adherentes y la Fiduciaria; en la cual se definen las políticas de intervención del Fondo.
- El Directorio del Fideicomiso, que es una instancia ejecutiva para tomar decisiones, estrategias y definir los proyectos
- Secretaría Técnica, como instancia técnica encargada de facilitar la aprobación de los proyectos, monitorear, verificar y evaluar las acciones.

## **El financiamiento del FODESNA proviene de:**

- 1.** Aportes recurrentes o anuales de los Constituyentes. De estos, el 60% se destina al capital de patrimonio, es decir, al capital que genera renta anual, y el 40 % restante permite el financiamiento de una cartera de proyectos enfocados en los objetivos del FODESNA.

El aporte de los constituyentes es de la siguiente manera:

- Los aportes de instituciones gubernamentales como los GAD Provincial y Parroquiales se realizan a través de la asignación de una partida presupuestaria para el ámbito de su competencia.
- Los aportes de los GAD municipales será a través de las tasas ambientales creadas para la conservación de fuentes de agua y otros servicios ambientales.

- 2.** Aportes especiales realizados por instituciones con los mismos fines y objetivos del FODESNA. Para operativizar estos fondos se procede a la firma de cartas de acuerdos o convenios de cooperación.

Se cuenta con importantes alternativas de cooperación internacional bilateral y

multi-lateral para ampliar la cobertura de proyectos enfocados en los fines del FODESNA, en vista de la importancia mundial de la Amazonía, para la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático, entre otros de igual relevancia. En este sentido, los fondos para la NAMA pueden ingresar al FODESNA para ser invertidos en su implementación.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo (2021)

En cuanto al potencial transformacional, la NAMA impulsará un cambio en los sistemas productivos convencionales de la zona de intervención, para reemplazarlos por sistemas agroforestales que tienen ventajas para combatir el cambio climático y la conservación del ecosistema amazónico.

### 7.3.10 Financiamiento para la NAMA

Se propone al Fondo para el Desarrollo Sostenible y Conservación del Agua del Napo (FODESNA) como mecanismo financiero y de ejecución de la NAMA por las siguientes razones:

- a.** *El grupo meta del FODESNA es toda la población rural y urbana de los cinco cantones de la provincia de Napo, con enfoque progresivo en la demarcación hidrográfica del río Napo.*
- b.** *Los objetivos de la NAMA propuesta se alinean a los programas y líneas de acción que financia el Fondo.*

El FODESNA, es un mecanismo de financiamiento integral enfocado en diversos servicios de los bosques y ecosistemas naturales, como el carbono y tiene como objetivo el financiamiento de iniciativas o proyectos orientados a:

- Fortalecimiento institucional para la gestión ambiental.
- Conservación y restauración de las funciones y de los servicios de los ecosistemas naturales.
- Fortalecimiento de los emprendimientos para el uso sostenible de la biodiversidad y el desarrollo de la bio economía local.

- c.** *Los actores que integran el FODESNA también son parte de los actores clave para la implementación de la NAMA.*

Los constituyentes originarios que integran el FODESNA son: el Gobierno Provincial de Napo, las asociaciones Kallari y Tsatsayaku (involucradas en todas las actividades del proyecto Cacao Climáticamente Inteligente), la Corporación Financiera Nacional (CFN) como ente fiduciario y la FAO que asiste técnicamente y participa como veedor del fideicomiso. Adicionalmente, cuenta con adherentes como los GAD municipales y parroquiales de la provincia, así como actores privados y de cooperación internacional. El Fondo fortalece las capacidades locales y la co-gestión de proyectos.

- d.** *El Fondo fortalece las capacidades locales y la co-gestión de proyectos.*

El FODESNA, a través de fondos concursables, otorga subvención a proyectos que son ejecutados directamente por las instituciones solicitantes.

### 7.3.11 Sistema de Medición, Reporte y Verificación

El sistema de medición, reporte y verificación (MRV) tendrá dos finalidades. Por un lado, garantizar la medición, reporte y verificación de las emisiones de GEI evitadas y el aumento de sumideros. En este sentido, se vinculará al Monitoreo Comunitario de Carbono en *Chakra* Amazónica propuesto por el proyecto Cacao Climáticamente Inteligente, con el objetivo de involucrar a todos los productores de

la *Chakra* en el sistema MRV. Los datos obtenidos del monitoreo comunitario pueden ser reportados por la Corporación de Asociaciones de la *Chakra* Amazónica a la Autoridad Ambiental Nacional para su procesamiento y reporte.

El segundo objetivo del MRV es el seguimiento de los flujos financieros recibidos. En este caso, se puede vincular a los sistemas de MRV que ya se están construyendo en el país para REDD+, o la segunda opción es contar con un MRV directamente ligado al FODESNA, si todos los recursos para la NAMA son canalizados a través del Fondo.

### 7.3.12 Lecciones aprendidas del proyecto CCI

Finalmente, es importante plasmar las lecciones aprendidas durante la ejecución del proyecto Cacao Climáticamente Inteligente, lo que permite afianzar la importancia de la NAMA y a la vez facilitar su implementación.

Las principales lecciones aprendidas son:

- Los resultados de la captura de carbono en el sistema *Chakra* en los cantones Tena, Archidona y Carlos Julio Arosemena Tola permitieron determinar su relevancia para la mitigación del cambio climático, y afianzar la propuesta de que este sistema agroforestal se considere como alternativa para la restauración.
- El rescate de las prácticas agrícolas ancestrales y la transmisión de conocimientos facilita la adaptación al cambio climático y mejora la productividad del sistema. El fortalecimiento y desarrollo de habilidades y capacidades de los actores, particularmente de los productores y técnicos de las asociaciones de cacao marcarán la diferencia a futuro, tanto en sus medios de vida, procesos productivos sostenibles, procesos comerciales y de mercados específicos, así como en las finanzas locales sostenibles.
- El rescate de variedades locales previene la pérdida de la agro biodiversidad.
- El análisis de los costos de producción permite negociar precios con importadores, lo que se complementa con los resultados del estudio de mercado con el que se identificaron los nichos a los que se puede ofertar el cacao (premium y bean to bar).
- La Agricultura Climáticamente Inteligente es un enfoque que se adapta a los distintos sistemas productivos.
- Los aportes del proyecto Cacao Climáticamente Inteligente podrán ser involucrados en la planificación y gestión de las instituciones públicas que tienen relación con el sector agricultura.
- Se ha logrado generar y mantener espacios de interacción y diálogo interinstitucional y de actores, alrededor de un tema relevante y trascendental para la Amazonia; y a la vez se ha elaborado productos con enfoque de sostenibilidad y que servirán para aplicarlos y replicarlos a nivel amazónico y en el resto del país.





# BIBLIOGRAFÍA

- ANACAFE (Asociación Nacional del Café en Guatemala). (2008). Propuesta Metodológica para la Evaluación de Servicios Ambientales; ANACAFE (Asociación Nacional del Café en Guatemala): Guatemala, Guatemala, 2008.
- Andreotti, F., Mao, Z., Jagoret, P., Speelman, E., Gary, C., & Saj, S. (2018). Exploring management strategies to enhance the provision of ecosystem services in complex smallholder agroforestry systems. *Ecological Indicators*, 257-265.
- Angón, E., García, A., Perea, J., & Barba, C. (2020). Evaluación de la sostenibilidad en sistemas ganaderos. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, (116), 82-89.
- Arulnathan, V., Heidari, M. D., Doyon, M., Li, E., & Pelletier, N. (2020). Farm-level decision support tools: A review of methodological choices and their consistency with principles of sustainability assessment. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120410.
- Asamblea Nacional Ecuador (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial 449, 20 de octubre.
- Ashley, C. & D. Carney. (1999). Sustainable livelihoods: Lessons from early experience. *Development*, 64-64.
- Asimeh, M., Nooripoor, M., Azadi, H., Van Eetvelde, V., Sklenička, P., & Witlox, F. (2020). Agricultural land use sustainability in Southwest Iran: Improving land leveling using consolidation plans. *Land Use Policy*, 94, 104555.
- Azizah, A. N., Kusmayadi, T. A., & Fitriana, L. (2021). The Effectiveness of Software GeoGebra to Improve Visual Representation Ability. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1808, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.
- Baker TR, Phillips O., Malhi Y., et al. (2004) Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian Forest biomass. *Glob Change Biol* 10:545–562.
- Belcher, K. W., Boehm, M. M., & Fulton, M. E. (2004). Agroecosystem sustainability: a system simulation model approach. *Agricultural systems*, 79(2), 225-241.
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J., Somarriba, E., & Jiménez, F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*.
- Bockstaller C, Girardin P. (2003). How to validate environmental indicators. *Agricult Syst* 76(2):639–653.
- Bonisoli, L., Galdeano-Gómez, E., Piedra-Muñoz, L., & Pérez-Mesa, J. C. (2019). Benchmarking agri-food sustainability certifications: Evidences from applying SAFA in the Ecuadorian banana agri-system. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117579.
- Bottazzi, P., Cattaneo, A., Crespo, D., Rist, S. (2013). Assessing sustainable forest management under REDD+: A community-based labour perspective. *Ecological Economics*, (93):94-103. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.05.003>
- Bravo-Medina, C., Ramírez, A., Marín, H., Torres, B., Alemán, R., Torres, R., Navarrete, H y Changoluisa, D. (2017). Factors associated with soil fertility in different land uses of the Ecuadorian Amazon Region. *Rev. Electrón. vet.* Volumen 18 N° 11: 1-17
- Bravo-Medina, C., Torres, B., Alemán, R., Marín, H., Durazno, G; Navarrete, H., Gutiérrez, T. y Tapia, A. (2017). Morphological and structural indicators of soil erosion quality and potential under different land uses in the Ecuadorian Amazon. *Anales de. Geografía. Universidad Complutense*. 37(2): 247-264.
- Bravo-Medina, C., Torres, B., Alemán, R., Changoluisa, D., Marín, H., Reyes, H., Navarrete, H. (2017). Soil structure and carbon sequestration as ecosystem services under different land uses in the Ecuadorian amazon region. In *Proceedings of the MOL2NET 2017, International Conference on Multidisciplinary Sciences*, 3rd edition, 15 February–20 December 2017

- Bravo-Medina, Carlos, Goyes-Vera, F; Arteaga-Crespo, Y; García-Quintana and Changoluisa, D. (2021). A soil quality index for seven productive landscapes in the Andean-Amazonian foothills of Ecuador. *Land Degradation*, 32:1-16.
- Butti Al Shamsi, K., Compagnoni, A., Timpanaro, G., Cosentino, S. L., & Guarnaccia, P. A. (2018). Sustainable organic production model for "food sovereignty" in the United Arab Emirates and Sicily-Italy. *Sustainability*, 10(3), 620. 2018
- Casanova Lugo, F., Ramírez Avilés, L., Parsons, D., Caamal Maldonado, A., Piñeiro Vázquez, Á., & Díaz Echeverría, V. (2016). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Chipango*.
- Cayambe, J., Diaz-Ambrona, C.G.H., Torres, B., Heredia-R, M. (2021). Decision Support Systems for the Imbabura Geopark: Ecuadorian Andes. In: Rocha, Á., Ferrás, C., López-López, P.C., Guarda, T. (eds) *Information Technology and Systems. ICITS 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1331. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68418-1\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68418-1_30)
- Colombo T.C., Watanabe M. (2020). Analysis of Sustainability Indicators in Irrigated Rice Production in the South of Santa Catarina, Brazil. In: Leal Filho W., Borges de Brito P., Frankenberger F. (eds) *International Business, Trade and Institutional Sustainability. World Sustainability Series*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26759-9\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26759-9_23)
- Coq-Huelva, D., A. Higuchi, R. Alfalla-Luque, R. Burgos-Morán & R. Arias-Gutiérrez. (2017a). Co-Evolution and Bio-Social construction: The Kichwa agroforestry systems (chakras) in the Ecuadorian Amazonia. *Sustainability (Switzerland)*, 9, 1-19.
- Coq-Huelva, D., B. Torres & C. Bueno-Suárez. (2017b). Indigenous worldviews and Western conventions: Sumak Kawsay and cocoa production in Ecuadorian Amazonia. *Agriculture and Human Values*, 0, 0-0.
- Chave J, Andalo C, Brown S et al. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145:87-99.
- De Olde, E. M., Oudshoorn, F. W., Sørensen, C. A., Bokkers, E. A., & De Boer, I. J. (2016). Assessing sustainability at farm-level: Lessons learned from a comparison of tools in practice. *Ecological Indicators*, 66, 391-404.
- Demir, O. (2012). Students' concept development and understanding of sine and cosine functions. Unpublished doctoral dissertation), Amsterdam University, Amsterdam, The Netherlands. <https://esc.fnwi.uva.nl/thesis/centraal/files/f107257570.pdf>.
- DFID (Department for International Development). (1999). *Guías sobre medios de vidas sostenibles (MVS)*. Sección 8: Referencia Glosario. Londres, UK.
- Ellis, F. (1998). Household Strategies and Rural Livelihoods Diversification. *The Journal of Development Studies*, 35, 1-38.
- Ellis, F. (1999). Rural livelihoods and diversity in developing countries: evidence and policy implication. 10-10.
- Ellis, F. (2000). The Determinant of Rural Livelihood Diversification in Developing Countries. *Journal of Agricultural Economics*, 51, 289-302.
- FAO. (2012). Software SAFA Version 3.0. Evaluación de la sostenibilidad para la agricultura y la alimentación. <http://www.fao.org/nr/sustainability/en/>
- FAO. (2014). SAFA: Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems: Tool User Manual Version 3.0. FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations: Roma, Italy. p. 20.
- FAO. (2013). SAFA Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems: Indicators Food and Agriculture Organization of the United Nations; Roma, Italy, p. 271.
- Fraser ED, Dougill AJ, Mabee WE, Reed M, McAlpine P. (2006) Bottom up and top down: analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *J Environ Manage* 78(2):114-127.
- Gayatri, S., Gasso-tortajada, V., & Vaarst, M. (2016). Assessing sustainability of smallholder beef cattle farming in Indonesia: a case study using the FAO SAFA framework. *Journal of Sustainable Development*, 9(3), 1755-1315.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo. (2021). Fondo para el Desarrollo Sostenible y Conservación del Agua de Napo (FODESNA). Cartilla informativa. Tena, Ecuador. 2 pp.

- Jarrett, C., Cummins, I., and Logan-Hines, E. (2017). Adapting Indigenous Agroforestry Systems for Integrative Landscape Management and sustainable Supply Chain Development in Napo, Ecuador. F. Montagnini (ed.), *Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty*, Advances in Agroforestry 12.
- Galford, G. L., Soares-Filho, B., & Cerri, C. E. (2013). Prospects for land-use sustainability on the agricultural frontier of the Brazilian Amazon. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1619), 20120171.
- Garrido-Pérez, E., Sidali, K., Rojas-Salvatierra, J., Tella-Ruiz, D., Cajas, A., Peña, M. (2018). Lecciones ecológicas de la historia amazónica: impacto diferencial del uso del suelo en las estructuras y biomásas aéreas de bosques secundarios en Napo, Ecuador. *BOSQUE* 39(1): 37-48.
- Hajer, M., Nilsson, M., Raworth, K., Bakker, P., Berkhout, F., De Boer, Y., ... & Kok, M. (2015). Beyond cockpit-ism: Four insights to enhance the transformative potential of the Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 7(2), 1651-1660.
- Heredia-R, M., Bravo, C., Torres, B., & Alemán, R. (2020a). Innovación para el fortalecimiento de capacidades sobre sostenibilidad de los recursos naturales en poblaciones indígenas y mestizas-colonas: Reserva de Biosfera Yasuni. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E25), 103-116.
- Heredia-R M., Torres B., Alemán R., Bravo C., Díaz-Ambrona C. (2020b). SAFA and GeoGebra Allies to Evaluate Natural and Cultural Sustainability: Yasuni Biosphere Reserve. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 10(2).880-887.
- Heredia-R, M., Torres, B., Guerrero, E., Gallardo, D., Núñez, M., Alemán, R., Cayambe, J., & Díaz-Ambrona, C. G. H. (2020c). Evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos en la Franja de Diversidad y Vida: Reserva de Biosfera Yasuni, Amazonia. *Revista Científica Axioma*, (22), 5-11.
- Heredia-R, M., Falconí, A. K., Barreto, D., Amores, K., Jamil, H., & Torres, B. (2020d). Conductas sustentables sobre el marco de evaluación SAFA-FAO: un aporte para poblaciones rurales vulnerables de la Amazonía. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E33), 312-326
- Heredia-R M, Torres B, Vasseur L, Puhl L, Barreto D and Díaz-Ambrona CGH. (2022). Sustainability Dimensions Assessment in Four Traditional Agricultural Systems in the Amazon. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:782633. doi:10.3389/fsu-2021.782633
- Hernández, M., Zambrano, J. (2019). Plan estratégico para la exportación de pasta de cacao orgánico desde la Asociación Kallari de la provincia de Napo hacia el mercado de Bélgica. Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniera en Finanzas. Universidad Central del Ecuador. 162 pp.
- Hohenwarter, M., Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra, the case of Geogebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126-131.
- Huera-Lucero, T., Salas-Ruiz, A., Changoluisa, D. and Bravo-Medina, C. (2020). Towards Sustainable Urban Planning for Puyo (Ecuador): Amazon Forest Landscape as Potential Green Infrastructure. *Sustainability*, 12, 4768.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IGES. Kanagawa, Japan.
- Jadán, O., B. Torres & S. Günter. (2012). Influencia del uso de la tierra sobre almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*, 1, 173-186.
- Jadán, O., B. Torres, D. Selesi, D. Peña, C. Rosales & S. Gunter. (2016). Diversidad Florística Y Estructura En Cacaotales Tradicionales Y Bosque Natural (Sumaco, Ecuador). *Colombia Forestal*, 19, 5-18.
- Koohafkan, P., Altieri, M. (2010). Sistemas importantes del Patrimonio Agrícola Mundial – Un legado para el futuro. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. 46 pp.
- Kidd, S. (2020). Tools for Communication and Interaction in Online Mathematics Teaching and Learning. *Teaching and Learning Mathematics Online*, 163.

- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático 2012 - 2025*. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2016). *Bosques para el Buen Vivir - Plan de Acción REDD+ Ecuador (2016-2025)*. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). *Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2017). Borrador de la Guía Metodológica para la Construcción de Acciones Nacionales Apropriadadas de Mitigación (NAMA) en el Ecuador. Quito.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2017). Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Quito.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2019). Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional para el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Quito.
- Mortimer, R., Saj, S., & David, C. (2018). Supporting and regulating ecosystem services in cacao agroforestry systems. *Springer*, 1639-1657.
- Landert, J., Schader, C., Moschitz, H., & Stolze, M. A. (2017). Holistic sustainability assessment method for urban food system governance. *Sustainability*, 9(4), 490.
- Ordóñez, L.; Gavilánez, C.; Salazar, A. (2011). Secuestro de Carbono en Biomasa Aérea en Sistemas Agroforestales de Cacao y Café Ubicados en la Reserva de Biosfera Sumaco. Estudio Técnico; GIZ: Quito, Ecuador, 2011; p. 32.
- Pokorny, B., Godar, J., Hoch, L., Johnson, J., de Koning, J., Medina, G., Steinbrenner, R., Vos, V. y Weigelt, J. (2011). La producción familiar como alternativa de un desarrollo sostenible para la Amazonía: Lecciones aprendidas de iniciativas de uso forestal por productores familiares en la Amazonía boliviana, brasilera, ecuatoriana y peruana. CIFOR, Bogor, Indonesia. 175 pp.
- Reed MS, Evan DG, Fraser GDE, Dougill JA. (2006). An adaptive learning process for developing and applying sustainability indicators with local communities. *Ecol Econ* 59(4):406-418.
- Saarinen, J. (2019). Turismo y Desarrollo Sostenible Objetivos: Investigación sobre Turismo Sostenible Geografías. Conferencia de Turismo y ODS 2019. Auckland, Nueva Zelanda: Universidad de Massey, 24-25 de enero 2019.
- Sathaye J, Najam A, Cocklin C, Heller T, Lecocq F, Llanes-Regueiro J, Pan J, Petschel-Held G, Rayner S, Robinson J, Schaeffer R, Sokona Y, Swart R, Winkler H. (2007). Sustainable development and mitigation. In *Climate change 2007: mitigation*.
- Schader, C., Grenz, J., Meier, M. S., & Stolze, M. (2014). Scope and precision of sustainability assessment approaches to food systems. *Ecology and Society*, 19(3).
- Scoones, I. (1998) Sustainable Rural Livelihoods a Framework for Analysis. *Analysis*, 72: 1-22.
- Shibu, J. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Springer*, 1 - 10.
- Sommariva, A., Vianello, M. (2009). Gauss-Green cubature and moment computation over arbitrary geometries. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 231(2), 886-896.
- Soldi, A., Aparicio Meza, M. J., Guareschi, M., Donati, M., & Insrán Ortiz, A. (2019). Sustainability Assessment of Agricultural Systems in Paraguay: A Comparative Study Using FAO's SAFA Framework. *Sustainability*, 11(13), 3745.
- Suárez, E., Zapata-Ríos, G., Utreras, V., Strindberg, S. & Vargas, J. (2012). Controlling access to oil roads protects forest cover, but not wildlife communities: a case study from the rainforest of Yasuní Biosphere Reserve (Ecuador). *Animal Conservation*, 16(3): 265-274. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2012.00592.x>
- Ssebunya, B. R., Schader, C., Baumgart, L., Landert, J., Altenbuchner, C., Schmid, E., & Stolze, M. (2019). Sustainability performance of certified and non-certified smallholder coffee farms in Uganda. *Ecological Economics*, 156, 35-47.
- Talukder, B., & Blay-Palmer, A. (2017). Comparison of methods to assess agricultural sustainability. In *Sustainable Agriculture Reviews* (pp. 149-168). Springer, Cham.

- ter Steege H, Pitman N., Sabatier D., et al. (2013). Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*. 342:1243092
- Thornton, P. K., & Herrero, M. (2001). Integrated crop–livestock simulation models for scenario analysis and impact assessment. *Agricultural systems*, 70(2-3), 581-602.
- Torres, B., O. Jadan, P. Aguirre, L. Hinojosa & S. Günter. (2015). The contribution of traditional agroforestry to climate change adaptation in the Ecuadorian Amazon: The chakra system. ed. W. Leal Filho, 1973-1994. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015. 10.1007/978-3-642-38670-1\_102
- Torres, B., F. Starnfeld, J. C. Vargas, G. Ramm, R. Chapalbay, I. Jurrius, A. Gómez, Y. Torricelli, A. Tapia, J. Shiguango, A. Torres, C. Velasco, A. Murgueytio & D. Córdoba-Bahle. (2014). Gobernanza participativa en la Amazonía del Ecuador: recursos naturales y desarrollo sostenible. Quito: Universidad Estatal Amazónica.
- Torres, B., S. Günter, R. Acevedo-cabra & T. Knoke. (2018a). Livelihood strategies, ethnicity and rural income: The case of migrant settlers and indigenous populations in the Ecuadorian Amazon. *Forest Policy and Economics*. 86: 22-34. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.10.011>
- Torres, B., C. Vasco, S. Günter & T. Knoke. (2018b). Determinants of agricultural diversification in a hotspot area: Evidence from colonist and indigenous communities in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. *Sustainability*. 10: 1-21. <https://doi.org/10.3390/su10051432>
- Torres, B., Vasseur, L., López, R., Lozano, P., García, Y., Arteaga, Y., Bravo, C., Barba, C., García, A. (2019). Structure and above ground biomass along an elevation small-scale gradient: case study in an Evergreen Andean Amazon forest, Ecuador. *Agroforestry System* 94, 1235–1245. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-00342-8>
- Trung Thanh, T. L. D. B. R. H. U. G. (2015). Rural livelihoods and environmental resource dependence in Cambodia. *Ecological Economics*. 120: 282-295.
- Trupp, A., & Dolezal, C. (2020). Tourism and the Sustainable Development Goals in Southeast Asia. *Austrian Journal of South-East Asian Studies*, 13(1), 1-16.
- United Nations. (2015). *The 2030 Agenda for Sustainable Development*. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>.
- Van Calker, K. J., Berentsen, P. B., Giesen, G. W., & Huirne, R. B. (2005). Identifying and ranking attributes that determine sustainability in Dutch dairy farming. *Agriculture and Human values*, 22(1), 53-63.
- VanLoon WG, Patil GS, Hugar BL. (2005). *Agricultural sustainability: strategies for assessment*. SAGE, New Delhi.
- Vera, R., Cota-Sánchez & J. E. Grijalva Olmedo. (2017). Biodiversity, dynamics, and impact of chakras on the Ecuadorian Amazon. *Journal of Plant Ecology*. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtx060>
- Vera-Velez, R., Grijalva, J., Cota-Sanchez, J. (2019). Cocoa agroforestry and tree diversity in relation to past land use in the Northern Ecuadorian Amazon. *New Forests*. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09707-y>
- Waleign, S. Z. (2016). Livelihood strategies, environmental dependency and rural poverty: the case of two villages in rural Mozambique. *Environment, Development and Sustainability*. 593-613.
- Waleign, S. Z. (2017). Getting stuck, falling behind or moving forward: Rural livelihood movements and persistence in Nepal. *Land Use Policy*. 65: 294-307.
- Weiler, A., Albertini, S., Barreto, D., & Rengifo, M. G. H. (2019). Evaluación de la sustentabilidad a escala de sistemas silvopastoriles en tres ecorregiones del Paraguay. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 8(1), 24-39.
- Zenteno, M., P. a. Zuidema, W. de Jong & R. G. a. Boot. (2013). Livelihood strategies and forest dependence: new insights from Bolivian forest communities. *Forest Policy and Economics*. 26: 12-21.
- Zurita-Benavides, M. G., Schwarz, A., Monteros-Altamirano, Á., & Peñuela Mora, M. C. (2021). Transiciones alimentarias: uso de la tierra, plantas y dietas entre los kichwas de Tena, Napo. In N. Rebaï, A.-G. Bilhaut, C.-É. de Suremain, E. Katz, & M. Paredes (Eds.), *Patrimonios alimentarios en América Latina Recursos locales, actores y globalización* (pp. 30-59). Instituto Francés de Estudios Andinos.



**CACAO**  
Climáticamente  
Inteligente

Más información sobre Cacao  
Climáticamente Inteligente



EL SISTEMA CHAKRA AMAZÓNICA SE VINCULA DIRECTAMENTE CON EL LOGRO DE LOS ODS:



 [FAO-EC@fao.org](mailto:FAO-EC@fao.org)

 +593 (2) 2905947 - 2554321

 Dirección: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG),  
Avs. Eloy Alfaro y Amazonas, Mezzanine Quito, Ecuador

 [www.fao.org/ecuador/es/](http://www.fao.org/ecuador/es/)

@FAOEcuador 

ISBN: 978-9942-42-211-8



9 789942 422118