

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“SUSTENTABILIDAD DE PARCELAS PRODUCTORAS DE  
FRUTALES AMAZÓNICOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA  
CARRETERA IQUITOS – NAUTA, LORETO”**

**Presentada por:**

**ALDI ALIDA GUERRA TEIXEIRA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
*DOCTORIS PHILOSOPHIAE* EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**Lima - Perú**

**2023**

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	2. Tesis doctorado - Aldi Guerra Texeira.pdf (D157171146)
<b>Submitted</b>	1/27/2023 9:29:00 PM
<b>Submitted by</b>	RUBY VEGA RAVELLO
<b>Submitter email</b>	rvega@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	4%
<b>Analysis address</b>	rvega.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v19n3/es_0122-8706-ccta-19-03-501.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v19n3/es_0122-8706-ccta-19-03-501.pdf</a> Fetched: 1/27/2023 9:32:00 PM		<b>7</b>
<b>W</b>	URL: <a href="http://www.ecoportel.net/Temas-Especiales/DesarrolloSustentable/las_dimensiones_de_la_sustenta...">http://www.ecoportel.net/Temas-Especiales/DesarrolloSustentable/las_dimensiones_de_la_sustenta...</a> Fetched: 1/27/2023 9:31:00 PM		<b>6</b>
<b>W</b>	URL: <a href="http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/micro/zee_iquitos_nauta/17_Frutales_Nativos.pdf">http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/micro/zee_iquitos_nauta/17_Frutales_Nativos.pdf</a> Fetched: 11/16/2021 10:58:46 PM		<b>11</b>
<b>SA</b>	<b>Jimmy Grefa Andy Tarea 6.pdf</b> Document Jimmy Grefa Andy Tarea 6.pdf (D124099471)		<b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.fao.org/3/y4435s/y4435s0a.htm#bm10">https://www.fao.org/3/y4435s/y4435s0a.htm#bm10</a> Fetched: 1/27/2023 9:30:00 PM		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Tesis-Melissa-Caro_modificado-10122019.docx</b> Document Tesis-Melissa-Caro_modificado-10122019.docx (D55423613)		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>Proyecto de tesis Viviana QUINTEROS-03-02-2020.docx</b> Document Proyecto de tesis Viviana QUINTEROS-03-02-2020.docx (D65194256)		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / A Tesis CBF JA EHC ver4 - para antiplagio.docx</b> Document A Tesis CBF JA EHC ver4 - para antiplagio.docx (D145077397) Submitted by: rvega@lamolina.edu.pe Receiver: rvega.unalm@analysis.arkund.com		<b>5</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.conservation.org/peru/novedades/2021/02/08/nuevo-informe-sobre-los-mercados-de-car...">https://www.conservation.org/peru/novedades/2021/02/08/nuevo-informe-sobre-los-mercados-de-car...</a> Fetched: 1/27/2023 9:31:00 PM		<b>4</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v67n6/0034-7744-rbt-67-06-1383.pdf">https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v67n6/0034-7744-rbt-67-06-1383.pdf</a> Fetched: 1/27/2023 9:32:00 PM		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>2-26-2020CA-final2.pdf</b> Document 2-26-2020CA-final2.pdf (D135464066)		<b>1</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“SUSTENTABILIDAD DE PARCELAS PRODUCTORAS DE  
FRUTALES AMAZÓNICOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA  
CARRETERA IQUITOS – NAUTA, LORETO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
*Doctoris Philosophiae***

**Presentada por:**

**ALDI ALIDA GUERRA TEIXEIRA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dr. Jorge Jiménez Dávalos  
PRESIDENTE

Ph.D. Julio Alegre Orihuela  
ASESOR

Dr. Alberto Julca Otiniano  
MIEMBRO

Dr. Waldemar Mercado Curi  
MIEMBRO

Ph. D. Enrique Arévalo Gardini  
MIEMBRO EXTERNO

*A Dios por fortalecerme en los momentos más difíciles y permitir llegar a concluir mis estudios de posgrado.*

*Dedico esta tesis con todo el corazón a la memoria de mis padres Jorge y Dora Yvelice, por las enseñanzas impartidas y la constante motivación que me brindaron para continuar con mis estudios de posgrado.*

*A mi amada hija Alida Ivelice Vásquez Guerra, por ser mi fuente principal de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y quién con sus palabras de aliento no me dejaba decaer para seguir adelante, perseverar y cumplir mis ideales.*

## **AGRADECIMIENTO**

A todos los docentes del doctorado que brindaron sus conocimientos y con paciencia, lograron sembrar la semilla del interés de encontrar las respuestas en la dinámica de la sustentabilidad.

A todos mis compañeros y amigos del doctorado, quienes sin esperar nada a cambio compartimos conocimientos, alegría y preocupaciones. Asimismo, para aquellas personas que estuvieron a mi lado apoyándome con la finalidad de lograr llegar a la meta.

Gracias a todos.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1 LA SUSTENTABILIDAD .....	3
2.2 SUSTENTABILIDAD ECONÓMICA, ECOLÓGICA, SOCIAL .....	4
2.2.1 Sustentabilidad económica .....	4
2.2.2 Sustentabilidad ecológica .....	4
2.2.3 Sustentabilidad sociocultural .....	5
2.3 INDICADORES DE LA SUSTENTABILIDAD .....	6
2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTALES AMAZÓNICOS ENCONTRADOS EN ÁREA DE ESTUDIO .....	6
2.5 DIVERSIDAD BIOLÓGICA .....	14
2.6 EL SECUESTRO DE CARBONO .....	15
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	20
3.2 IDENTIFICACIÓN DE AGRICULTORES CON ÁREAS FRUTALES AMAZÓNICA .....	21
3.3 DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD VEGETAL Y ARTRÓPODOS DEL SUELO .....	24
3.3.1 Determinación de la diversidad vegetal.....	25
3.3.2 Determinación de artrópodos en el suelo .....	25
3.4 DETERMINACIÓN DE SECUESTRO DE CARBONO .....	26
3.4.1 En la biomasa vegetal .....	26
3.4.2 En el suelo .....	28
3.5 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LAS PARCELAS PRODUCTORAS DE FRUTALES AMAZÓNICOS .....	28
3.5.1 Sustentabilidad económica .....	29
3.5.2 Sustentabilidad ecológica .....	30
3.5.3 Sustentabilidad sociocultural .....	31
3.6 CÁLCULO DE LA CONFIABILIDAD DE LA ENCUESTA .....	33
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>34</b>

4.1	DETERMINACIÓN DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN Y ARTRÓPODOS DE SUELOS.....	34
4.1.1	Determinación en la vegetación .....	34
4.1.2	Determinación de artrópodos de suelos.....	35
4.2	DETERMINACIÓN DEL SECUESTRO DE CARBONO.....	37
4.2.1	Carbono en la biomasa de los frutales .....	37
4.3.2	Carbono en el suelo .....	40
4.3	EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD.....	43
4.3.1	Sustentabilidad económica .....	43
4.3.2	Sustentabilidad Ecológica.....	46
4.3.3	Sustentabilidad sociocultural .....	47
4.3.4	Índice de la sustentabilidad general.....	49
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Responsables del manejo de parcelas frutícolas amazónicas en la carretera Iquitos-Nauta en Loreto.....	21
<b>Tabla 2:</b> Listado de frutales amazónicos mencionados con mayor frecuencia en la carretera Iquitos-Nauta en Loreto .....	23
<b>Tabla 3:</b> Subindicadores, variables y escalas de valorización para evaluar la sustentabilidad económica de las parcelas productoras de frutales amazónicos en carretera Iquitos - Nauta.....	29
<b>Tabla 4:</b> Subindicadores, variables y escalas de valorización para evaluar la sustentabilidad ecológica de las parcelas productoras de frutales amazónicos en carretera Iquitos - Nauta.....	30
<b>Tabla 5:</b> Subindicadores, variables y escalas de valorización para evaluar la sustentabilidad sociocultural de las parcelas productoras de frutales amazónicos en la carretera Iquitos -Nauta.....	31
<b>Tabla 6:</b> Fórmulas del cálculo de la sustentabilidad e índice general.....	33
<b>Tabla 7:</b> Cálculo de la diversidad alfa para vegetación en las parcelas productoras de frutales amazónicos carretera Iquitos-Nauta en Loreto .....	34
<b>Tabla 8:</b> Cálculo diversidad alfa para artrópodos en las parcelas con frutales amazónicos carretera Iquitos-Nauta en Loreto .....	36
<b>Tabla 9:</b> Carbono en la biomasa de diferentes especies frutales amazónicas presentes en parcelas en la zona de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto .....	38
<b>Tabla 10:</b> Reservas de Carbono del suelo a la profundidad de 0 -30 cm en parcelas con diferentes especies de frutales amazónicos a lo largo de la carretera Iquitos-Nauta en Loreto .....	41
<b>Tabla 11:</b> Resultados de la evaluación de la sustentabilidad económica de parcelas productoras de frutales amazónicos en la carretera Iquitos – Nauta en Loreto ..	43
<b>Tabla 12:</b> Anova de kruskal wallis de la producción (t).....	44
<b>Tabla 13:</b> Anova de kruskal wallis del costo de producción (soles/t/ha) .....	45
<b>Tabla 14:</b> Anova de kruskal wallis del precio /tonelada/ parcela .....	45
<b>Tabla 15:</b> Anova de kruskal wallis precio/tm/mercado .....	46
<b>Tabla 16:</b> Resultados de la evaluación de la sustentabilidad ecológica en la carretera Iquitos –Nauta en Loreto.....	46

<b>Tabla 17:</b> Resultados de la evaluación de la sustentabilidad sociocultural en la carretera Iquitos –Nauta en Loreto.....	48
<b>Tabla 18:</b> Resultados generales de la evaluación de la sustentabilidad.....	50
<b>Tabla 19:</b> Cálculo coeficiente alfa de la sustentabilidad económica .....	51
<b>Tabla 20:</b> Cálculo coeficiente alfa de la sustentabilidad ecológica .....	52
<b>Tabla 21:</b> Cálculo coeficiente alfa de la sustentabilidad sociocultural.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización del área en estudio .....	20
<b>Figura 2.</b> Muestreo de la vegetación.....	25
<b>Figura 3.</b> Puntos críticos de la sustentabilidad de las parcelas productoras de frutales amazónicos a lo largo de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto.....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Determinación de la diversidad de vegetación .....	69
<b>Anexo 2:</b> Determinación de diversidad de artrópodos de suelos .....	70
<b>Anexo 3:</b> Sustentabilidad Económica por parcelas productoras de frutales amazónicos....	71
<b>Anexo 4:</b> Datos para prueba no paramétrica de Kruskal Wallis .....	73
<b>Anexo 5:</b> Sustentabilidad Ecológica por parcelas productoras de frutales amazónicos.....	77
<b>Anexo 6:</b> Sustentabilidad Sociocultural por parcelas de frutales amazónicos .....	79
<b>Anexo 7:</b> Galería de fotos.....	81

## RESUMEN

La importancia de la sustentabilidad en los frutales amazónicos, se considera que depende de las decisiones a tomar por el agricultor cuando incursiona en la actividad productiva, sea en instalaciones nativas o cultivadas. En ese sentido, la presente investigación tuvo como objetivos: a) Determinar los indicadores de diversidad en la vegetación de los frutales amazónicos y diversidad de artrópodos del suelo en las parcelas de los agricultores que fueron instalados por el INIA e el IIAP en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto. b) Determinar el secuestro de carbono en parcelas con frutales amazónicos en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto. c) Evaluar la sustentabilidad social-económica y ecológica de las parcelas con frutales amazónicos en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto. El área de estudio se ubica entre los distritos de San Juan Bautista, Provincia de Maynas y distrito de Nauta, Provincia de Loreto (Perú). Se encuestó a 37 agricultores como estudio de caso, obteniéndose datos relacionados con aspectos técnicos, económicos, ecológicos y sociales. Los resultados indican que, en la influencia de la carretera Iquitos – Nauta, se ha identificado diez frutales amazónicos. El indicador alfa de diversidad en la vegetación, indica que el área de estudio se encuentra equilibrado por alcanzar el valor del índice 2,07. El índice de artrópodos fue de 1,91, indicando que existe baja biodiversidad. La evaluación de secuestro de carbono (C) en la biomasa de las especies frutales en estudio, se encontró que las mayores reservas de carbono lo presentan el frutal de guaba (*Inga edulis*) en la parcela 17, con una reserva total de carbono de 90 t ha<sup>-1</sup> y con valor de flujo de CO<sub>2</sub> de 22 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Cuando se asocia uvilla (*Pouroma cecropiifolia* Mart.) con pijuayo (*Bactris gasipaes*) la captación total fue de 117,19 t ha<sup>-1</sup> con un flujo de CO<sub>2</sub> de 33,42 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. La mayor acumulación de C en el suelo fue en la parcela 23 con 66,5 t ha<sup>-1</sup>, reduciendo la emisión de CO<sub>2</sub> en 243,84 t C ha<sup>-1</sup>. En las evaluaciones de sustentabilidad se ha encontrado que la dimensión económica alcanzó el valor de 3,28, la dimensión ecológica alcanzó el valor de 3,33 y la dimensión sociocultural alcanzó el valor de 2,04. Se concluye que los frutales amazónicos son sustentables en la dimensión económica y ecológica. Sin embargo, en la dimensión sociocultural que alcanzó el valor de 2,04 presenta sustentabilidad débil.

**Palabras claves:** sustentabilidad, carbono, frutales amazónicos

## ABSTRACT

The importance of sustainability in Amazonian fruit trees is considered to depend on the decisions to be made by the farmer when he ventures into productive activity, whether in native or cultivated facilities. In that sense, the present research aimed to: a) evaluate the vegetation indicators of Amazonian fruit trees with the diversity of weeds and soil with the number of arthropods in the plots of farmers that were established by INIA and IIAP in the area of influence of the Iquitos highway - Nauta, Loreto. b) evaluate carbon sequestration in plots with Amazonian fruit trees in the area of influence of the Iquitos - Nauta highway, Loreto. c) evaluate the social-economic and ecological sustainability of the plots with Amazonian fruit trees in the area of influence of the Iquitos - Nauta, Loreto highway. The study area is located in the district of San Juan Bautista, Province of Maynas and an area of the district of Nauta, Province of Loreto, Peru. Thirty-seven farmers were surveyed as a case study, obtaining data related to technical, economic, ecological and social aspects. The results indicate that ten Amazonian fruit trees have been identified along the road Iquitos - Nauta. The alpha indicator of biodiversity of weeds indicates that the study area is balanced by reaching the index value of 2,07. The arthropod index was 1,91, indicating that there is low biodiversity. The evaluation of carbon sequestration (C) of the biomass of the fruit species under study showed that the highest carbon stocks were found in the guaba fruit tree (*Inga edulis*) in plot 17, with a total carbon stock of 90 t ha<sup>-1</sup> and a CO<sub>2</sub> flux value of 22 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. When uvilla (*Pouroma cecropiifolia* Mart.) was associated with pijuayo (*Bactris gasipaes*), the total C uptake was 117,19 t ha<sup>-1</sup> with a CO<sub>2</sub> flux of 33,42 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. The highest accumulation of C in the soil was in plot 23 with 66,5 t ha<sup>-1</sup>, reducing CO<sub>2</sub> emission by 243,84 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. In the sustainability evaluations it was found that the economic dimension reached the value of 3,20 the ecological dimension reached the value of 3,33 and the socio-cultural dimension reached the value of 2,04. It is concluded that Amazonian fruit trees are sustainable in the economic and ecological dimension. However, in the sociocultural dimension, which reached a value of 2,04, sustainability is weak.

**Key words:** sustainability, carbon, Amazonian fruit trees.

## I. INTRODUCCIÓN

La Amazonía peruana comprende un área de 782 880.55 km<sup>2</sup>; es decir que, ocupa el 60,9 por ciento del territorio nacional (Benavides 2009). En estas áreas se encuentra la mayor biodiversidad en los ecosistemas naturales de la región amazónica, ellos tienen un alto potencial para el desarrollo sostenible, cuando se integran los diferentes recursos de bosque y cultivos con los que cuenta el productor, entre ellos los frutales (Vargas-Tierra *et al.* 2018). Los frutales amazónicos, son considerados promisorios por su gran potencial alimenticio, tienen características adecuadas para transformarse en cultivos sostenibles, ya que se pueden utilizar en prácticas de conservación y restauración de ecosistemas, especialmente como parte de los sistemas agroforestales en la Amazonía donde, de manera más ordenada, se establecen en asociaciones con otros cultivos agrícolas y forestales (González 2013).

Las parcelas con frutales amazónicos, tienen el propósito de satisfacer las necesidades alimenticias y generar ingresos para los productores mediante su comercialización (Jadán 2012). Estas especies, tienen un alto contenido de carbohidratos, vitaminas y minerales; los cuales, ayudan a prevenir muchas enfermedades (Gonzales y Torres 2011).

En las parcelas, con frutales amazónicos, se encuentran diversas especies de fauna, flora y ecosistemas variados. Preservar esta biodiversidad es importante porque garantiza la sostenibilidad de todas las formas de vida, también contribuye a la estabilización de otros ecosistemas de la región. Dentro de este contexto el estudio de la diversidad vegetal, es de gran importancia, porque generalmente se considera que estas plantas, tienen efectos económicos negativos, sobre la especie vegetal predominante; pero este criterio puede no ser válido, en los sistemas de la agricultura de bajos insumos o de subsistencia. Además, es importante desarrollar y promover en las parcelas de frutales amazónicos las prácticas culturales adecuadas, con la finalidad de mejorar los medios de vida de los agricultores, pero también con el objetivo de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y retener el carbono, ofreciendo así servicios ambientales importantes a la sociedad (FAO 2016).

Por otro lado, Conservacion Internacional (2021) indica que, existen empresas que requieren reducir la huella de carbono y ofertan compensaciones para reducir la emisión del Carbono. Este es una oportunidad de las parcelas productoras de frutales amazónicos incursionar en estas ofertas para mejorar el ingreso económico.

En la zona de la carretera Iquitos – Nauta, en la región Loreto, los frutales amazónicos no solo tienen gran importancia económica y nutricional (Araujo *et al.* 2021), sino también ambiental. En estas parcelas, se practica la rotación de cultivos y de espacios, con el objetivo de dar un descanso periódico a los suelos, lo que permite el crecimiento de bosques secundarios, con la consiguiente recuperación de nutrientes y de la diversidad de artrópodos y otros componentes de la macrofauna del suelo, en tal sentido, se hace necesario estudiar estas unidades de producción con criterios de sustentabilidad, es decir considerando las dimensiones social, ambiental y económica.

Para evaluar la sustentabilidad de las unidades de producción agropecuarias, existen diferentes metodologías, una de las más usadas es el “Análisis Multicriterio” propuesto por Sarandón *et al.* (2006). En nuestro país, esta metodología se ha usado para estudiar la sustentabilidad de fincas agropecuarias en la selva, como las de palma aceitera en el Valle del Shanusi en Loreto (Leveau 2018), las de café en San Martín (Rojas *et al.* 2020) y Granadilla en Oxapampa (Romero 2019). Por lo expuesto, este trabajo de tesis, se realizó con los siguientes objetivos:

- Determinar la diversidad vegetal y artrópodos del suelo, asociadas a frutales amazónicos en producción de parcelas agrícolas establecidas por el INIA e IIAP, ubicadas en el tramo de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto.
- Determinar el stock carbono secuestrado en las parcelas de frutales amazónicos en producción ubicadas en el tramo de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto.
- Evaluar la sustentabilidad en parcelas de frutales amazónicos en producción ubicadas en el tramo de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 LA SUSTENTABILIDAD

La definición de desarrollo sostenible está sobre los pilares de sustentabilidad de tipo económico, social y ambiental que persigue el crecimiento económico (Barkemeyer *et al.* 2011). El estudio en los agroecosistemas, son complejos para evaluar la sustentabilidad, se registran gran cantidad de metodologías, estos son representados por diferentes modelos matemáticos, indicadores, criterios, dimensiones y otros métodos, tratando que, en estos espacios la agricultura sea sustentable; el cual, se puede definir como el equilibrio equitativo relacionado con la calidad ambiental, la viabilidad económica y la justicia social entre todos los sectores de la sociedad (Gómez y Arriaza 2011). Asimismo, estas metodologías permiten detectar los puntos críticos de la sustentabilidad, siendo la más empleada el “Análisis multicriterio” desarrollado por diferentes autores (Sarandón *et al.* 2006).

En el Perú, se han realizado estudios sobre sustentabilidad aplicando el método de “Análisis multicriterios” en diferentes sistemas productivos agrícolas como: café en la región San Martín (Rojas *et al.* 2021), palto en Moquegua (Bedoya *et al.* 2020), granadilla (Romero *et al.* 2020), frutales nativos en la región Ucayali (Velazco *et al.* 2020), palto y espárrago en la costa norte (Apaza 2019), banano en la región Junín (Maraví *et al.* 2018), cacao en la región San Martín (Tuesta *et al.* 2017), entre otros autores. Sin embargo, no se tiene referencias de trabajos en la región Loreto.

Según Pinedo-Taco *et al.* (2021), el “Análisis multicriterio”, es la metodología más difundida y aplicada en la evaluación de la sustentabilidad, por ser de bajo costo, fácil de aplicar y adaptable en la evaluación de sistemas productivos agropecuarios, en países latinoamericanos. Asimismo, indica que, la sostenibilidad tiene tres pilares básicos: económico, ecológico o ambiental y socialcultural y estos deben ser sólidos entre sí, para que se pueda hablar de sustentabilidad. Las dimensiones de sustentabilidad en la agricultura se explican a continuación:

## **2.2 SUSTENTABILIDAD ECONÓMICA, ECOLÓGICA, SOCIAL**

### **2.2.1 Sustentabilidad económica**

Sarándon *et al.* (2006), consideran que la seguridad alimentaria de una familia significa lograr la satisfacción de las necesidades alimentarias en cantidad y calidad suficientes. Los Tres elementos claves para esta seguridad los constituyen el acceso, la disponibilidad y el buen uso de los alimentos. También, la sustentabilidad económica, consiste en la implementación de estrategias de que se produce, cómo se produce, de qué manera se comercializa o vende, a la vez maximicen los beneficios que brindan a los agricultores. La agricultura como actividad económica sostenible debe: conseguir cultivos eficientes, con el fin de ser más productivos y rentables para así asegurar la viabilidad futura; recuperar más tierra de cultivo, preservando la calidad de los recursos naturales que emplea (agua, suelo, pendiente del suelo, etc.) reduciendo al máximo su impacto en la naturaleza (erosión, contaminación, desertificación, etc.) y extendiendo la biodiversidad; formar a los agricultores en buenas prácticas y uso seguro de la tecnologías, proporcionar una transferencia de conocimientos tecnológicos adecuados para conseguir una agricultura cada vez más sostenibles (Syngenta 2021). Es cierto que, las personas tienen principales necesidades como comer, vestirse y albergarse para poder asegurar las condiciones mínimas de la vida. Por eso, el sector agrícola tiene una importancia vital para todos los países no importa que sean subdesarrollados o desarrollados. El sector agrícola contribuye a la compensación de la necesidad de alimentos, también a la prosperidad de los ciudadanos, a la industria y economía del país (Karamelikli 2016).

### **2.2.2 Sustentabilidad ecológica**

La agricultura sostenible persigue la mejora de la calidad en el medio ambiente; es decir, que tiene relación directa con la protección de los recursos naturales, para la seguridad alimentaria y energética, está condicionada por la provisión de recursos naturales y de servicios ambientales de un espacio geográfico. Además, refiere a la relación con la capacidad de carga de los ecosistemas, es decir, a la magnitud de la naturaleza para absorber y recomponerse de las influencias antrópicas, además manifiesta que, la creciente importancia proporcionada a los criterios de consumo y de producción sustentable es un objetivo que los países lograrán cuando comiencen a reconocer que la sustentabilidad demanda un enfoque estratégico a largo plazo para transformar las causas que provocan los problemas ambientales (Duran 2010). De igual manera, el alto énfasis en el cuidado del

medio ambiente conlleva a valorar más la sustentabilidad ecológica, lo que se traduce en el mantenimiento del capital natural; es decir, vivir considerando la capacidad productiva del planeta (Onindia 2007).

### **2.2.3 Sustentabilidad sociocultural**

Sarandón *et al.* (2006), indican que, el concepto de sustentabilidad social implica impulsar acciones que permitan el cumplimiento de los derechos económicos, políticos, culturales, equidad de géneros y de razas entre las personas que habitan en las diversas regiones del planeta. De esta manera, la idea de sustentabilidad social, significa ejercer el derecho de vivir en un contexto en se puedan expresar las potencialidades de cada individuo y la posibilidad de los ciudadanos de interactuar en los procesos, electivos. Asimismo, sustentabilidad social significa también apoyar acciones útiles a la conservación de las tradiciones y de los derechos de las comunidades regionales sobre el territorio que se habita. Por otro lado, la sostenibilidad social se define como el acceso a los bienes, servicios, adopción de tecnología, integración social y enfoque de género, dentro del cual los indicadores sociales están orientados a evaluar la satisfacción del productor, su calidad de vida y la integración social.

Sepúlveda (2008), considera que, el desarrollo social sustentable se da cuando los costos y beneficios son distribuidos adecuadamente entre el total de la población actual (equidad intrageneracional) como entre las generaciones presentes y futuras (equidad intergeneracional). Por tanto, los agentes sociales y las instituciones desempeñan un papel muy importante en el logro del desarrollo sustentable a través de una correcta organización social, que permita el desarrollo duradero y de las técnicas adecuadas de inversiones en capital humano o el incremento de la cohesión social. Sin embargo, Harrys y Goodwin (2001) consideran que, un sistema socialmente sostenible debe alcanzar justicia (igualdad) en la distribución y oportunidades, acceso a los servicios sociales incluyendo la equidad de género, participación y responsabilidad política. Por otro lado, Karamelikli (2016), considera que, la sostenibilidad ambiental tiene relación armónica entre los seres vivos y el medio natural, asimismo, tiene que ser suficientemente productiva como para atender las necesidades básicas y los deseos razonables de toda la población mundial, que potencie la ocupación del campo y el desarrollo rural, que sean compatible con la preservación de la diversidad cultural, que fomente la equidad social, etc.

### **2.3 INDICADORES DE LA SUSTENTABILIDAD**

Quiroga (2001), menciona que, los indicadores de sustentabilidad promueven señales de fácil evaluación respecto a los objetivos que contribuyen a lograr el bienestar humano y ecosistémicos de forma simultánea. Sin embargo, Masera (2001), considera una serie de posibilidades para la medición de indicadores, puesto que la sostenibilidad se refiere al comportamiento del sistema en el tiempo, se tendrá que hacer énfasis en los métodos para la toma de información que incluya el monitoreo de procesos durante cierto tiempo, el análisis de series históricas o el modelaje de ciertas variables. Según Sarandón (2006), los indicadores deben ser construidos en base a lo que se considera importante para la sustentabilidad y ser ponderados para brindar la mejor información. Del mismo modo, expresa Araujo (2008) la importancia que tienen los indicadores para un sistema metodológico de aplicación práctica de monitoreo, cuyas opciones de mayor y menor impacto, dependerá de la toma de decisiones y objeto a evaluar. Salgado (2015), considera que, los indicadores de sustentabilidad están agrupados en cinco componentes que, según autores, los más importantes son para la sustentabilidad ambiental, como: sistema ambiental, reducción del estrés ambiental, reducción de la vulnerabilidad humana al estrés ambiental, capacidad institucional y social para responder a los cambios ambientales

### **2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTALES AMAZÓNICOS ENCONTRADOS EN ÁREA DE ESTUDIO**

El estudio, conservación y manejo de los frutales amazónicos constituye un aspecto importante dentro del de desarrollo sostenible de la región, de modo que puedan promoverse cultivos muy bien adaptados a las condiciones ecológicas de Amazonía, introduciendo nuevas especies a la economía regional y nacional, sentando las bases para una agricultura diversificada de alta productividad y rentabilidad asegurada (Gonzales *et al.* 2005). Los frutales son rentables gracias a que se han producidos cambios tanto en la tecnología y como en algunas variedades que hacen incrementar la dieta alimentaria del poblador amazónico, ya que los frutales son fuente de vitaminas, minerales y algunas pueden también contener grasas, aceites y proteínas. Una variedad de diferentes frutales producirá frutas a lo largo de todo el año y así la disponibilidad de alimentos complementarios se incrementará en beneficio de la familia (Vargas-Tierra *et al.* 2018). Por otro lado, Gonzales y Torres (2011), indican que los frutales nativos amazónicos tienen alto valor nutricional y antioxidante, vitaminas y minerales: por otro lado, estas plantas conservan gran cantidad de diferentes

insectos; los cuales, se alimentan de ellos y otros hacen su refugio para desarrollarse. Sin embargo, Vargas-Tierra *et al.* (2018), consideran la importancia de la caracterización de los frutales por la composición nutricional, propiedades antioxidantes y características agronómicas; las cuales, presentan un gran potencial para promover estos cultivos como fruta fresca o procesada, incrementando la disponibilidad de estas frutas el mercado local y regional. En el marco del proyecto “Diversificación de los sistemas de producción” del convenio INCAGRO – IIAP, en el año 2007, se iniciaron trabajos participativos en diferentes comunidades de las zonas de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, entre las cuencas de los ríos Nanay e Itaya, con la finalidad de instalar modelos de diversificación con especies promisorias de frutales amazónicos (González 2006 y 2007). Asimismo, en el marco del proyecto “Sistemas Agroforestales Promisorios para Selva Baja” ejecutado por el INIA, instalaron parcelas de sistemas agroforestales, teniendo como componentes a los frutales amazónicos (Picón *et al.* 2010). Los mismos que continúan realizando los manejos agronómicos en estas parcelas de frutales amazónicos. A continuación, se describe las frutas amazónicas encontradas en el área de estudio.

**a. *Mauritia flexuosa* L. f., (aguaje)**

El aguaje (*Mauritia flexuosa*) es una palmera dioica, arborescente y longeva que se encuentra en los hábitats de humedales y pantanos de los trópicos de las tierras bajas de América del Sur (Gilmore *et al.* 2013) y pertenece a la familia Aracaceae, en el Perú es conocido como achual; caranday-guazú, ideuí en Bolivia; buturí, buturí-do-brejo, miriti y buritiranaen en Brasil; canangucha, moriche, aguaje, mirití en Colombia y moriche en Venezuela, Originaria de las cuencas de los ríos Huallaga, Marañón y Ucayali en el Perú. En la Amazonia, tiene amplia distribución en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela y Guyana (Flores 1997).

En la selva peruana, se cultiva y explotan poblaciones naturales de los Departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco y San Martín. Tiene un óptimo desarrollo en temperaturas media anual de 25,1 °C, precipitaciones desde 3 410 mm y altitud variable desde 50 a 850 m.s.n.m (Flores 1997). Prospera en terrenos temporales o permanentemente inundados, preferentemente áreas pantanosas o con mal drenaje de histosoles ácidos. Se adapta a terrenos no inundables con buen drenaje o drenaje deficiente, en ultisoles, oxisoles, inceptisoles, alfisoles y spodosoles, desde arenosos hasta gley húmico hidromorfos y

provistos de materia orgánica (Flores 1997). El aguaje es una palmera polígama dioica (palmas con flores femeninas, masculinas o bisexuales), puede alcanzar hasta 35m de altura. El tallo oestípites recto, liso, cilíndrico, columnar con DAP 30 – 60 cm. El fruto es drupa, subglobosa o elíptica, mide 5 – 7 cm de longitud y 4 – 5 cm de diámetro, el peso varía 40 – 85 g; el epicarpio es escamoso de color pardo o rojo oscuro; el mesocarpo suave, amiláceo, de color amarillo, anaranjado o anaranjado rojizo, tiene un espesor de 4 – 6 mm y constituye entre el 10 – 21 por ciento del fruto; el endocarpo es una lámina delgada de color blanco. La semilla 1 – 2 por fruto; es subgloboso, sólida y con albumen blanco; constituye el 40 – 44 por ciento del fruto. El uso principal del fruto es en alimentación humana (Flores 1997).

**b. *Bacris gasipaes* Kunth, (pijuayo)**

El pijuayo pertenece a la familia Aracaceae y es conocido con diferentes nombres en distintos países, chontaduro, pupunha y pejibaye en Brasil, pejibaye en Colombia, chontaduro, cachipay en Ecuador, tembe, pifá, chontaduro en Bolivia, pijuayo, chontaduro en Perú. Se distribuye desde Nicaragua hasta Brasil y Bolivia (Flores 1997).

Esta palmera es considerada una de las especies de importancia en la domesticación en el neotrópico (Clement 1988; Graefe *et al.* 2013). El interés de cultivo de pijuayo ha ido despertando interés en agricultores del Perú y de América Latina tropical, por ser un cultivo de importancia económica (Sousa *et al.* 2001) y por su fácil adaptación a diferentes climas y ambientes del Centro y Sur América (Olaso y Castillo 2007). Esta especie se adapta a suelos ácidos y pobres de nutrientes (Deenik *et al.* 2000; Ares *et al.* 2002) y es una alternativa para ingresos económicos de los agricultores, principalmente para la región amazónica (Flores 1997). En la selva peruana se cultiva en Loreto, San Martín, Ucayali y Madre de Dios. Se desarrolla bien en temperaturas media anual de 25,1 °C, precipitaciones de 3 419 mm y altitud variable desde 50 a 1 300 msnm (Flores 1997). Es frecuente encontrarla en zonas no inundables. Crece bien en asociaciones como café (*Coffea arábica*), cacao (*Theobroma cacao*), pan del árbol (*Artocarpus altilis* (Perkinson) Fosegerg) y cítricos (Flores 1997). Fue pantada desde época colombina por indígenas. Hay numerosas variedades incluso sin espinas y sin semillas. La planta llega a medir hasta 20 m de alto, es nativa de las regiones tropicales y subtropicales de América. Se aprovecha el fruto que tiene gran valor alimentario, la madera y el cogollo tierno, se cosecha para extraer el palmito (Flores 1997). El fruto es una drupa que se consume cocinado en agua con sal 30 a 60 minutos. Puede

procesarse para obtener harina y utilizarse en diferentes proporciones en panadería, pastelería y fabricación de fideos, compotas y jaleas. Más de 40 recetas para su preparación y consumo han sido recopiladas. El pijuayo es uno de los alimentos tropicales de mayor valor nutritivo. Hay variedades que pueden extraerse un mayor contenido de aceite (Flores 1997).

**c. *Oenocarpus bataua* Mart (ungurahüi)**

El unguerahüi, pertenece a la familia Aracaceae, conocido además como unguerahüi, sacumama en Perú; majo en Bolivia; batauá, patauá en Brasil; milpesos, patabá, seje en Colombia; chapil en Ecuador; palma seje en Venezuela. Es una especie originaria de América tropical, de probable origen amazónico donde ocurre en forma silvestre. En la cuenca amazónica está distribuida en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Guyana (Flores 1997).

En la selva peruana se encuentra en los departamentos de Loreto, Ucayali, San Martín, Madre de Dios, Huánuco Pasco y Junin. Las condiciones ambientales adaptativas son: temperatura media anual es 25,1°C, promedio máximo de precipitación anual de 3 419 mm y altitud variable desde el nivel del mar hasta 900 m.s.n.m. (Flores 1997). Prospera en terrenos no inundables y con buen drenaje, así como en áreas estacional o permanente inundadas con drenaje deficiente. Se adapta a diversidad de suelos con contenidos altos a bajos en materia orgánica como Ultisoles, Oxisoles, Inceptisoles, Alfisoles, Entisoles y especialmente en Spodosoles arenosos pobres en nutrientes. Es una palmera monocaule, de 15 – 25 m de altura y de 15 – 30 cm de DAP. Estípite desarmado y con fisuras verticales tenues; con anillos de aproximadamente 5 cm de ancho, cada 20 – 30 cm en los primeros metros, luego más cortos (Flores 1997). El fruto es una drupa, ovoide a elipsoide, de 2,3 – 3,6 cm de largo y 1,7 – 2,3 cm de diámetro, epicarpio liso, recubierto de indumento seroso y de color negro-violáceo a la madurez, mesocarpo carnoso, oleaginoso, de aproximadamente 0,5 – 1,5mm de espesor y de color entre blanco y violeta; endocarpo duro, leñoso, cubierto por grandes fibras oscuras; endosperma ruminado (Flores 1997).

**d. *Matisia cordata* Humb. & Bobpl (zapote)**

El zapote pertenece a la familia Bombacaceae, conocido además como zapote, sapote, zapote del monte en Perú; sapota-do-Solimoes en Brasil; zapote, chupa-chupa en Colombia;

milinillo, sapote en Ecuador; mame colorado en Venezuela. Es una especie nativa de América tropical, probablemente originaria del extremo nor-occidental de la Amazonia. En la cuenca amazónica está distribuida en Brasil, Colombia, Ecuador, Perú Y Venezuela (Flores 1997).

En la selva peruana se encuentra en los Departamentos de Loreto, Ucayali, San Martín, Amazonas, Madre de Dios, Huánuco, Pasco y Junín. Las condiciones ambientales adaptativas son: temperatura media anual es 25,1 °C, promedio máximo de precipitación anual de 3 419 mm y altitud variable desde el nivel del mar hasta 1 500 m.s.n.m. (Flores 1997). Prospera en terrenos no inundables preferentemente en suelos de textura franca a arcillosa, fértil, rica en materia orgánica y de buen drenaje. Tolerancia períodos cortos de anegamiento (Flores 1997). Es un árbol de 40 – 45 m de altura y de 50 – 90 cm de DAP y está provisto de grandes aletas en el bosque natural; cultivado no sobrepasa los 20 m de altura ni los 50 cm de DAP. Fuste recto, cilíndrico, de ramificación verticilada y raíces tablares basales poco desarrolladas. Corteza extrema lisa, blanquizca y con abundantes lenticelas (Flores 1997). El fruto es baccaceo, con cáliz persistente, globoso cónico, redondeado u ovoide, de 7 – 22 cm de largo y 5 – 15 cm de diámetro; epicarpio grueso, coriáceo pardo verduzco o pardo amarillento, pulverulento; mesocarpio jugoso, fibroso, anaranjado, aromático, dulce de sabor agradable; semillas en número de 3 – 5 cuneiformes, de 4 – 5 cm de longitud y 2 – 3 cm de ancho, cubierto por fibras que atraviesan el mesocarpio (Flores 1997).

**e. *Inga edulis* Mart. (guaba)**

La guaba, pertenece a la familia Fabaceae, conocida además como guaba en Perú; inga-cipó, rabo de mico en Brasil; guamo en Colombia; guamo vejucu en Venezuela. Es una especie nativa de América tropical, distribuida en todos los países de la cuenca amazónica. En el Perú se cultiva en toda la selva (Flores 1997). Las condiciones ambientales adaptativas son: temperatura media anual es 25,1 °C, promedio máximo de precipitación anual de 3 419 mm y altitud variable desde el nivel del mar hasta 2 000 m.s.n.m. (Flores 1997). La planta se adapta a todos los tipos de suelos existentes en la amazonia, desde los más fértiles como los Entisoles, Inceptisoles, Histosoles y Alfisoles, hasta los más ácidos e infértiles Oxisoles, Ultisoles e inclusive los Espodosoles arenosos. Desarrolla bien en terrenos no inundables. Tolerancia hidromorfismo y períodos secos prolongados (Flores 1997). Es un árbol pequeño de

3 – 8 m de altura; fuste de 15 – 40 cm de DAP, muy ramificado casi desde la base y corteza externa lisa de color pardo grisáceo. El fruto es una vaina cilíndrica indehisciente, con surcos longitudinales múltiples, de 40 – 120 cm de largo y 3,5 – 3,7 cm de diámetro, verde oscuro pardo – tomentoso. Semillas en número de 10 – 20 por fruto, oblongas, negro a negro violáceo y cubierto por un arilo blanco, algonoso y dulce (Flores 1997).

**f. *Poraqueiba sericea* Tul (humarí)**

El humari, pertenece a la familia Icacinaceae, conocido además como umarí (Perú); mari, umarí (Brasil); umarí, guacure, yurí teechi (Colombia). Es una especie nativa amazónica, probablemente originaria de la parte central u occidental de cuenca amazónica. Está distribuida en Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. En la selva peruana se encuentra en estado silvestre y bajo cultivo comercial en el Departamento de Loreto y en estado incipiente de cultivo en los Departamentos de Ucayali, San Martín y Amazonas (Flores 1997). Las condiciones ambientales adaptativas son: temperatura media anual es 25,0 °C, promedio máximo de precipitación anual de 3 419 mm y altitud variable desde el nivel del mar, hasta 500 m.s.n.m. (Flores 1997).

La planta prospera en terrenos no inundable, en suelos de textura variable desde arenoso hasta arcillosos, de fertilidad alta, media y baja, provistos de abundante materia orgánica y de muy buen drenaje. No tolera anegamiento (Flores 1997). Es un árbol perennifolio de hasta 40 m de altura, 1m de DAP y provistos de aletas basales bien desarrolladas en el bosque natural. Cultivado alcanza de 9 – 14 m y 28 – 35 cm de DAP. El tronco es recto, cilíndrico, ramifica desde los 60 cm a más de altura. Corteza externa áspera, lenticelada, de color pardo claro grisáceo; corteza interna amarillo cremosa (Flores 1997). El fruto es una drupa ovoide de 5 – 10 cm de longitud y 4 – 6 cm de diámetro; epicarpio delgado, liso, lustroso, de color amarillo, negro, rojo o verdoso; mesocarpo de 2 – 5 mm de espesor, de textura grasa semejante a la manteca, de color amarillo y sabor agradable; endocarpo duro, leñoso, contiene una semilla grande con endospermo abundante (Flores 1997).

**g. *Pourouma cecropiifolia* Mart (uvilla)**

La uvilla pertenece a la familia Moraceae, conocido además como uvilla, uva de monte en Perú; mapatí, cucura, imbauba mansa, puruma en Brasil; ulla, uva de monte, caimarón en Colombia. Es una especie nativa amazónica, originaria del extremo occidental de la cuenca

amazónica. Esta distribuida en Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. En la selva peruana se cultiva en los Departamentos de Loreto, Ucayali, San Martín, Madre de Dios, Huánuco, Amazonas, Pasco y Junín (Flores 1997).

Las condiciones ambientales adaptativas son: temperatura media anual es 25,1 °C, promedio máximo de precipitación anual de 3 419 mm y altitud desde el nivel del mar hasta 1 200 m.s.n.m. (Flores 1997). Se desarrolla en terrenos no inundables, preferentemente en suelos de textura franca fértiles y de buen drenaje. Se adapta a ultisoles y oxisoles dotados de abundante materia orgánica, de textura variada desde arenoso hasta arcillosos y de buen drenaje. No tolera anegamiento. Es un árbol dioico de 5 – 15 m de altura y 20 – 40 cm de DAP, tiene copa extendida. Tronco recto, cilíndrico, anillado a intervalos de 10 – 15 cm. Corteza externa áspera, lenticelada, blancuzca, con cicatrices por caída foliar y estipular (Flores 1997). El fruto es una drupa semejante a una uva, ovoide o esférica de 2 – 4 cm de largo y de 1 – 4 cm de diámetro; epicarpio áspero, fibroso, de color verde inmaduro y violáceo-negro a la madurez; pulpa blanca, jugosa, mucilaginoso, ligeramente fibrosa, dulce o aciduada; contiene una semilla de color pardo o blancuzca, tiene forma acorazonada y sus dimensiones son de 2 cm de largo y de 1,5 cm de ancho (Flores 1997).

#### **h. *Pouteria caimito* (Ruíz y Pav.) Radlk (caimito)**

El caimito, pertenece a la familia Sapotaceae, conocido además como caimito, quinilla caimitillo (Perú); cujae (Ecuador); caimito (Colombia) y abiu, abieiro, abiurana (Brasil). Es una especie nativa de América tropical; distribuida en cuenca amazónica en Brasil, Colombia, Ecuador, Perú; Venezuela y Guyana. En la selva peruana se cultiva en los Departamentos de Loreto, San Martín, Ucayali y Huánuco (Flores 1997).

Las condiciones ambientales adaptativas son: temperatura anual de 25,1°C, precipitación promedio 3 419 mm y altitud desde el nivel del mar hasta 1 200 m.s.n.m. (Flores 1997). Prospera en terrenos no inundables, preferentemente fértiles y con buen drenaje. Se adapta a ultisoles y oxisoles arcillosos y pobres en nutrientes, ricos en materia orgánica y con buen drenaje. Tolerancia anegamiento corto temporal (Flores 1997). Es un árbol de gran tamaño en el bosque natural, generalmente recto de 15 – 40 m de altura y 40 cm de diámetro; bajo cultivo, es de pequeño a mediano porte de 4- 12 m de altura. Corteza externa fisurada de color pardo oscuro y corteza interna amarilla con látex blanco y pegajoso (Flores 1997). El fruto es una

baya globosa, redonda, obtusa o apiculada de 3 – 12 cm de diámetro con pesos promedios de 125 – 200 g hasta 800 g; epicarpo de 2 -5 mm de grosor, de color verde que se torna amarillo o amarillo-verdoso cuando madura, textura lisa y consistencia blanda, exuda un látex blanco al cortarla; mesocarpo bien desarrollado, de varios milímetros de espesor, blanco y compacto; endocarpo blanco, cremoso y amarillento, translúcido, musilaginoso y cuando está maduro, succulento y dulce. Las semillas en número de 1 – 4, negras, lisas, oblongo-ovadas, de 3 – 4 cm de largo y 2 cm de ancho, con tegumento pardo grisáceo (Flores 1997).

**i. *Syzygium jambos* (L.) Alston (pomarroza)**

La pomarroza, pertenece a la familia Myrtaceae, conocida además como pomarroza o poma (Ecuador, Cuba, México, Panamá, Puerto Rico y Perú); pomarroza, pumalaca (Venezuela); pero de agua (Colombia), pomo, cajuil rojo o marañón (República Dominicana), pommerose (Antillas inglesas) y jamerose y jamosier (Antillas francesas). Está distribuida en el sudese de Asia tropical, en América está desde Florida y el sur de California hasta el sur de Brasil. También está presente en las Bermudas y las Antillas. En la amazonia peruana se cultiva en los Departamentos de Loreto y Ucayali (Flores 1997).

Es un árbol pequeño de unos 10m de altura. El tronco es de hasta 2 m de diámetro, tortuoso y ramificado, su corteza es lisa y de coloración entre gris y castaño. El fruto es una baya redonda, 2 – 5 cm de diámetro, con los lóbulos de cáliz en el ápice a modo de corona. El color es amarillo verdoso, a veces con tinte algo rojizo. Su masa es blanca, firme, poco gruesa y poco jugosa. Tiene uno (01) o raramente hasta tres (03) semillas grandes, sueltas, de alrededor de 1cm de diámetro, redondeadas, de color castaño (Flores 1997).

**j. *Artocarpus altilis* (Parkinson) (pan del árbol)**

El pan del árbol, pertenece a la familia Moraceae, conocido además como fruto del pan, pan del árbol (Ecuador y Perú); fruta paó (Brasil), pana, pabum (Cacataibo); paum (Cashibo); haitiano, pan de pobre paon (Shipiboconibo) y laquero (Surinam) (Flores 1997). Está distribuida en el sudeste de Asia tropical, en América está desde Florida y el sur de California hasta el sur del Brasil. También está presente en las Bermudas y las Antillas. En la amazonia peruana se cultiva en los Departamentos de Loreto y Ucayali (Flores 1997). La acción antrópica ha distribuido la especie por todas las áreas tropicales del planeta, especialmente

la zona de las Antillas. La especie más conocida es la *Artocarpus altilis*, o árbol del pan propiamente dicho. Esta especie, junto con el árbol de Jack (*Artocarpus heterophyllus*) son las más cultivadas del género por todo el mundo (Flores 1997). El árbol del pan puede llegar a alturas considerables, como los 21 m en plena madurez, aunque es más común que ronde entre los 12 y 15 m. Sus raíces laterales son extensas, hay reportes de raíces laterales de 150 m de largo. El tronco puede tener un diámetro máximo de 2 m. Un látex lechoso y blanco está presente por todo el árbol (Flores 1997). Se trata de un árbol monoico (dos sexos en la misma planta) en el que las flores masculinas aparecen primero. Estas inflorescencias tienen una apariencia cilíndrica y miden unos 5 cm de diámetro y unos 45 cm de longitud. La infrutescencia desarrollada está compuesta de la unión de muchos gineceos sincárpicos. Generalmente, es redondo, ovalado u oblongo y mide entre 9 y 20 cm de ancho y más de 3 cm de largo. Puede pesar entre 250 g y 6 kg (Flores 1997). La piel se compone entre 5 y 7 capas, cada una de las cuales pertenece a una flor individual. La textura es suave y carnos. Su color oscila entre el verde claro, el verde amarillento, y el amarillo (Flores 1997). Algunas especies, como la *afara* que pueden ser rosadas o anaranjadas. Igualmente, en el epicarpio permanecen los estilos y estigmas, por lo que es un fruto accesorio. El mesocarpio (la carne) es de un color crema, con una pulpa fibrosa y cremosa, con 60 por ciento de almidón y más proteínas que el plátano o el ñame. Puede presentar muchas semillas (que también son comestibles) o pueden no tenerlas. En este último caso el fruto se desarrolla por partenocarpia (Flores 1997).

## **2.5 DIVERSIDAD BIOLÓGICA**

La diversidad biológica es un instrumento importante en la evaluación de impacto de las zonas de intervención antrópica, como la agricultura, ya que proporciona el medio de traducir la diversidad biológica en servicios de los ecosistemas y este a su vez se refleja en bienestar humano que pueden ser tomadas en cuenta en la adopción de decisiones sobre proyectos, programas, planes o políticas propuestos (Secretaría CDB 2006). Además, Ligmann-Zielinska y Jankowski (2014), han descrito escala de análisis espacial local y multicriterio la sensibilidad espacio-temporal para evaluar la aptitud e idoneidad del suelo mediante ponderaciones que expresan distribuciones de probabilidad del hábitat caracterizando para definir la inclusión y exclusión de áreas con aptitud en el uso de la tierra. En tanto, Dyer *et al.* (2017), estudiando la biodiversidad de especies y hábitats raros, con una escala de análisis espacial, amenazados por un indicador basado en patrones espacio

temporales, que muestra el estado ecológico de las áreas en estudio por especies únicas y concluyeron que una especie amenazada no establece la presión de dicha especie en el estado ecológico de la biodiversidad, ya que requieren de la evaluación y priorización a través del análisis espacial y temporal. De esta forma establecieron que, los indicadores de impacto ambiental son importantes herramientas para predecir el progreso del desarrollo y los cambios en el uso del suelo. Dentro de los estudios de la biodiversidad en agricultura, la metodología adecuada es la medición de la diversidad alfa, el cual, estudia la diversidad dentro de una misma comunidad en el mismo hábitat y el índice de Shannon ( $H'$ ), la forma de calcular la proporción de cobertura de cada especie en una determinada área. Asimismo, expresa que, los valores del índice entre 0,1 – 2,9 son considerados niveles bajos, valores entre 3,0 - 4,4 son considerados niveles medios y valores de 4,5 a más son considerados valores altos. En casos de encontrar una sola especie el valor del índice es 0 (cero) (Jost 2010).

El estudio de los artrópodos, es importante en los servicios ecosistémicos, ya que, tiene la función de mantener el equilibrio en los ecosistemas (Cerna *et al.* 2015). Iannacone (2000), manifiesta que, las lombrices son sensibles a muchas prácticas agrícolas, por lo que se le puede considerar como indicadores para medir la fertilidad de los suelos. La clase insecta es el grupo más diversificado y abundante del planeta, son responsables de la polinización, desplazamientos de semillas y regulan la población del agroecosistemas. vegetales en los ecosistemas, desplazamiento de semillas y regulación de las poblaciones (Giraldo 2002).

En estudios sobre diversidad de vegetación, demostraron que, son útiles en un sistema de producción orgánica, porque brinda amplia gama de servicios ecológicos, dentro de los cuales, resalta la protección al suelo frente a la erosión, brinda refugio como abrigo y alimento a los organismos benéficos y agentes polinizadores, así como, a la acumulación de carbono en la biomasa (Conticello y Bustamante 2001).

## **2.6 EL SECUESTRO DE CARBONO**

Alegre *et al.* (2001), consideran que al destruir los bosques con las quemas y convertidas para uso agrícola, gran parte del carbono (C) acumulado en la vegetación es perdido hacia la atmósfera principalmente como  $CO_2$ . Además, expresan que, el mayor flujo de carbono en el pasado era la agricultura, en la actualidad se le atribuye al uso de combustible fósil,

haciendo que la emisión del carbono a la atmosfera incremente el calentamiento global. De ahí la importancia de estudiar el almacenamiento del carbono en la biomasa y el suelo de las parcelas productoras de frutales amazónicas, es decir que, a partir de la cantidad de biomasa existente en un área de frutal, se puede determinar la cantidad de carbono almacenado y/o fijado por él mismo. Freitas *et al.* (2006), indican que, el total de la biomasa de las plantas perennes están relacionados con la edad de la plantación así que, esta es una medida útil para la valoración de cambio en la estructura del frutal.

Para estimar la cantidad de secuestro del carbono en la biomasa y el suelo, existen diversos modelos alométricos, donde se relaciona con la masa seca de algún componente o del árbol completo, con variables del tamaño del árbol, tales como: diámetro a la altura de pecho, altura, área basal y volumen (Alegre *et al.* 2000; Arévalo *et al.* 2002). Por otro lado, Sierra y Del Valle (2003); consideran, el procedimiento más recomendado para estimar la biomasa en bosques tropicales, consiste en relacionar estas variables en una regresión lineal bajo las escalas logarítmicas, lo cual, simplifica los cálculos e incrementa la validación estadística al homogeneizar la varianza sobre el rango de los datos. Mientras que, Acosta *et al.* (2002), mencionan que, la cantidad de carbono de la biomasa aérea presente en cada sistema de vegetación varía considerablemente, incluso dentro de una misma región; el uso de relaciones alométricas para estimar la cantidad de biomasa resulta ser práctico y confiable. Además, afirman que la edad de estos sistemas vegetales es uno de los factores que influye considerablemente en la cantidad de carbono existente en la parte aérea.

Orrego y Del Valle (2001), estimaron la biomasa de árboles, utilizando ecuaciones de biomasa estimadas mediante el pesado de in situ localizadas dentro del área de investigación, en bosques primarios y secundarios de Colombia en parcelas permanentes. Los resultados mostraron que la biomasa viva sobre el nivel del suelo en bosque primario fue de 233 494 t/ha y en un bosque secundario 45 823 t/ha (5 veces inferior al del primario) y la biomasa de raíces en un bosque primario fue de 56 381 t/ha (31,2 por ciento de raíces finas y 68,8 por ciento raíces gruesas) y en un bosque secundario fue de 20 483 t/ha (52,3 por ciento de raíces finas y 47,7 por ciento de raíces gruesas). Mientras que, Llacsá (2015), considera que, la conservación y el aprovechamiento de los suelos y la biodiversidad en zonas de la Amazonía peruana habitadas por poblaciones nativas se sostiene en las relaciones culturales de convivencia entre ellas y sus tres espacios de vida: el bosque, agua y chacra. En estos

espacios de vida existe una relación de interdependencia entre las comunidades humanas, las plantas cultivadas, crianzas, animales, flora y fauna silvestres incluyendo aves y peces, que producen CO<sub>2</sub>. Esta interdependencia se expresa en los modos de vida y las actividades de las comunidades que forman parte del bagaje cultural amazónico. De esto, IPCC (2001) y Arevalo *et al.* (2002), consideran que la emisión de CO<sub>2</sub>, se ha incrementado 3,5 veces en los últimos 50 años por el uso de combustibles fósiles, la producción de cemento y el cambio de uso de suelo.

Estudio realizado por Montoya (2001) considera que, toda la vegetación asimila CO<sub>2</sub> atmosférico por medio del proceso fotosintético, al formar carbohidratos y ganar volumen. Los árboles en particular, asimilan y almacenan grandes cantidades de carbono durante toda su vida. En el mundo los bosques capturan y conservan carbono comparado con otros ecosistemas terrestres, esta captura representa hasta el 90 por ciento del flujo anual de carbono encontrado en la atmósfera y superficie terrestre. Mientras, Houghton y Hackler (2001) indican que, la forestería puede compensar las crecientes emisiones de CO<sub>2</sub>, en dos formas:

- Al crecer nuevos reservorios de bióxido de carbono, incrementa la masa de material maderable tanto por medio del crecimiento de árboles como por la extracción de madera y la protección de los bosques en suelos naturales que almacenan carbono.
- La vegetación y el suelo sin manejo forestal retienen de 20 a 100 veces más carbono por unidad de área que los sistemas agrícolas. De manera que, la liberación de carbono a la atmósfera como efecto de los cambios en el uso de suelo, pero principalmente de la deforestación, entre 1850 y 1987 se ha estimado entre 80 y 150 t C.

IIAP (2002), realizó un estudio sobre la evaluación de carbono en la cuenca del río Nanay, en la cual, reporta el valor de 104,03 t C/ha en varillales y 226,19 t C/ha en aguajales. García *et al.* (2012), estudiaron el stock de carbono orgánico total en el suelo (COS), la biomasa aérea y la necrosoma en los aguajales de la parte baja y alta de la cuenca del río Aguaytía, en el Departamento de Ucayali, Perú. Encontraron que la zona alta presentó menos cantidad de carbono total siendo de  $3,78 \pm 1,28$  t C/ha, en comparación de la zona baja que mostró significativamente mayores valores, siendo de  $197,86 \pm 98,32$  t C/ha. Además, en la biomasa

aérea ha mostrado significativamente similares datos de ambas zonas, siendo de  $96,33 \pm 15,16$  t C/ha para la zona baja y de  $51,28 \pm 16,29$  t C/ha en la zona alta. Para necrosoma, en ambas zonas fueron menores los valores. Asimismo, determinaron la cantidad de carbono acumulado en la biomasa aérea, teniendo resultado de  $96,33 \pm 15,16$  t C/ha. El estrato con mayor contenido de carbono fueron los árboles y palmeras que presentaron el  $DAP \geq 10$  cm, con un total de 88,60 t C/ha. El carbono en la biomasa aérea de los agujajes está entre 51,28 y 96,33 t C/ha.

Guzmán (2004), efectuando trabajo en captura de carbono en sistemas de humedales, caso de agujajes naturales, encontró que en la vegetación aérea y raíz han alcanzado valores de 80,99 t C/ha y 101,59 t C/ha en áreas sin manejo y valores entre 103,29 t C/ha y 126,42 t C/ha en área con manejo, entendiéndose que el manejo se refiere a la forma de aprovechamiento en la cosecha utilizando subidores y las áreas sin manejo son las que no tienen un control sobre las prácticas de cosecha de los frutos.

Freitas *et al.* (2006), estudiaron sobre los servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS), Loreto – Perú, encontraron áreas de 598 970 ha de agujajes densos y 372 145 ha de agujajes mixtos tenían acumulado valores de 448 273 384,40 t/ha de carbono total; de esta cantidad 102 055 032,29 t (23 por ciento) corresponde al acumulado en la biomasa y 346 218 754,11 t (77 por ciento) contiene en el suelo.

Rueda (2014) estudió la estimación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de una plantación de *Inga edulis* en campo verde, Ucayali, en el área de estudio encontró para la biomasa la cantidad de 6 180,21 t/ha, de ésta tuvo como resultado el valor de carbono en la biomasa fue de 3 090,10 t C/ha<sup>-1</sup> y el valor de CO<sub>2-e</sub> almacenado en el suelo fue de 11 330,30 t CO<sub>2-e</sub>.

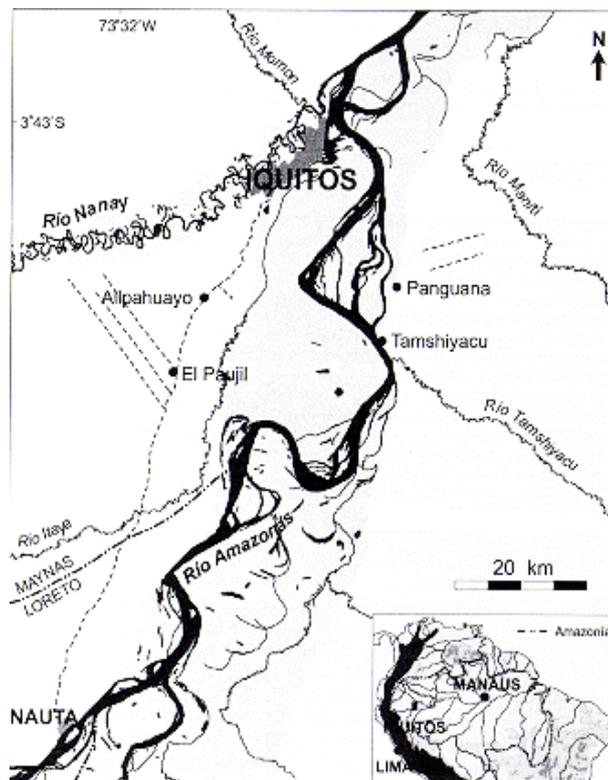
Conservación Internacional (2021), considera que las compensaciones ecosistémicas, es el valor asignado a una tonelada métrica de carbono; el cual, representa una parte de sus emisiones que intenta neutralizar. Asimismo, indica que éstas son importantes para la naturaleza, porque representa una de las únicas formas inmediatas y eficaces de que algunas de las industrias con grandes emisiones disminuyan las emisiones difíciles de reducir. En el

Perú, se tiene implementado en los Bosques de Protección de Alto Mayo, Conservación Internacional, ayuda a proporcionar a los agricultores locales alternativas económicas a la deforestación. Las familias de esta zona se comprometen a no talar árboles a cambio de beneficios técnicos y financieros; estos acuerdos se financian parcialmente con créditos de carbono.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

El estudio se realizó en la Provincia de Maynas del Departamento de Loreto, ubicado al noroeste del Perú, en el área de influencia de la carretera Iquitos - Nauta, cuya extensión comprende desde el Distrito de San Juan Bautista hasta la jurisdicción de la ciudad de Nauta, abarcando aproximadamente 96 km (Figura 1). Limita por el norte con la ciudad de Iquitos, por el sur con la ciudad de Nauta, por el este con el río Itaya y por el oeste con la Reserva Allpahuayo, Mishana ( $73^{\circ}32'W$  y  $3^{\circ}43'S$ ), con altitud de 121 m.s.n.m., temperatura promedio anual de 27,3, humedad relativa promedio anual de 91,6 y precipitación 3 282,2 mm/año (SENAHMI 2017). Según Holdridge *et al.* (1971), corresponde a zona tropical húmeda.



**Figura 1. Localización del área en estudio**

Fuente:[http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/CDinvestigacion/unap/unap7/unap7\\_Cap2.htm](http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/CDinvestigacion/unap/unap7/unap7_Cap2.htm)

### 3.2 IDENTIFICACIÓN DE AGRICULTORES CON ÁREAS FRUTALES AMAZÓNICA

Para la investigación se eligieron los centros poblados con mayor número de habitantes, asentadas al margen izquierdo de la carretera Iquitos – Nauta y margen derecho del río Itaya, encontrándose beneficiarios del programa de reforestación con árboles frutales instalados por el INIA y el IIAP que fueron aproximadamente una población de 60 familias, de los cuales se obtuvo una muestra de 37 familias, aplicando la fórmula de Fisher para muestras finitas. Luego, se sorteó mediante balotas de papel para identificar a los propietarios las parcelas que formaron parte del estudio de la investigación.

$$n = \frac{\infty^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + \infty^2 * p * q} = 37,16$$

Donde:

n = tamaño de muestra ¿?

$\infty$  = coeficiente nivel de confianza = 1,96 (tabla de Fisher)

N = universo de población = 60

P = probabilidad a favor = 0,5

q = probabilidad en contra = 0,5

e = error de estimación = 0,1

Se realizaron dos talleres. El primer taller tuvo la finalidad de informar y sensibilizar a los responsables de las parcelas respecto al trabajo de investigación a desarrollarse en cada parcela con árboles frutales. La relación de los responsables del manejo de las parcelas de frutales amazónicos se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1: Responsables del manejo de parcelas frutícolas amazónicas en la carretera Iquitos-Nauta en Loreto**

Nº	Código	Nombre y Apellidos	Dirección	Georeferencia
1	INBP1	Asario Aquino Narro		
2	INBP2	Esther Dolly Nogueira	Buen Pastor km 21	3°55'24''S 73°22'19''O
3	INBP3	Nancy Guerra Dolly		
4	INBP4	Luis Vigil Alvarado		

## &lt;&lt;Continuación&gt;&gt;

5	INF1		
6	INF2		
7	INF3	13 de febrero km 32	4°04'05.51''S 73°26'31.38''O
8	INF4		
9	INF5		
10	INAC1	Angel Cárdenas km	
11	INAC2	35.5	4°05'20.20''S 73°27'01.63''O
12	INP1	Paujil zona I km 35.5	
13	INP2		
14	INN 1	Nuevo Horizonte km 39	4°05'30.41''S 73°27'06.66''O
15	INEP1		
16	INEP2	Ex Petrolero zona I	4°05'30.51''S
17	INPE3	km 41	73°27'08.24''O
18	INPE4		
19	INSL1	San Lucas km42	4°05'30.85''S 73°27'07.56''O
20	INET1	El Triunfo km 43.5	4°06'14.54''S 73°27'21.76''O
21	INH1		
22	INH2	Huambe km50	4°08'00.51''S 73°28'05.75''O
23	INC1	Cahuide km 59.9	
24	INC2	Cahuide km 60.220	
25	INC3	Fundo "San Jorge" Cahuide km 61.200	
26	INC4	Cahide Km 61.740	
27	INC5	Fundo "Gabilan" Cahuide km 62.940	
28	INC6	Cahuide km 63.120	4°10'10.57''S 73°28'26.45''O
29	INC7	Fundo "Robin" Cahuide km 64.780	
30	INC8	PARCELA 11 Cahuide km 65	
31	INC9	Cahuide km 65.100	
32	INNS M1	Nuevo San Martín km 65.300	
33	INFR1	Nauta Fundo "Rogelita" km 70.740	
34	INFN1	Fundo "Nazare" km 70	
35	INF1	1° de Febrero km 70.308	4°14'09.85''S 73°21'17.13''O
36	INFJC 1	Fundo "Juan Carlos" km 70.380	
37	INFC1	Nuevo San Juan Fundo "Chelita" km 75	

El segundo taller, tuvo finalidad de identificar, caracterizar e inventariar los árboles frutales amazónicos en cada parcela, con la información base de los responsables, el apoyo de técnicos y profesionales de la Agencia Agraria de la Provincia de Maynas de la Dirección Regional de Agricultura Loreto (DRAL), se aplicó la encuesta y plantearon las ponderaciones de los subindicadores de la sustentabilidad, partiendo de la propuesta de Sarándon (2006). Los talleres se caracterizaron por emplear el método participativo, donde cada responsable indicaba los frutales amazónicos que producían, edad, técnicas agrícolas aplicadas, costos y transporte de los mismos hasta el mercado de abasto más cercano.

En la Tabla 2, se presenta la relación de frutales amazónicos que hicieron mención con mayor frecuencia los responsables de las parcelas; los cuales, se identificó diez frutales amazónicos que pertenecen a ocho familias botánicas, localizados en un área de 69 ha.

**Tabla 2: Listado de frutales amazónicos mencionados con mayor frecuencia en la carretera Iquitos-Nauta en Loreto**

Familia	Nombre común	Nombre científico
Arecaceae	aguaje, achual	<i>Mauritia flexuosa</i> L.
	pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.
	ungurahui	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.
Bombacaceae	zapote	<i>Matisia cordata</i> Humb. Y Bonpl.
Fabaceae	guaba	<i>Inga edulis</i> Mart.
Icacinaceae	umarí	<i>Poraquiba quadrangularis</i> L.
Motaceae	uvilla	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.
Sapotaceae	caimito	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz y Pav.) Radlk
Myrtaceae	pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston
Moraceae	pan del árbol	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Foseberg

Los frutales amazónicos se caracterizan por ser numerosos, con composición nutricional variada, estacionalidad en la producción, es decir, que solo fructifican en un período del año, presentando una alternativa en el consumo humano y animal (Velazco *et al.* 2020). Además, Gonzales y Torres (2011) consideran que, en la región Loreto existen 193 especies de frutales; de los cuales, 139 son cosechados de área naturales, para el consumo de la población rural y ser comercializado en las ciudades amazónicas. Asimismo, indican que de estas especies conocidas se encuentran semidomesticadas en las diferentes chacras y huertos de productores en donde continua la selección y domesticación. Mientras que, Mostacero *et al.*

(2017), reportaron para el norte del Perú 45 especies de frutales; la cuales, están distribuidas en 18 familias. Así también Mitjans *et al.* (2019) identificaron 17 especies de frutales nativos, distribuido en 14 familias y 17 géneros.

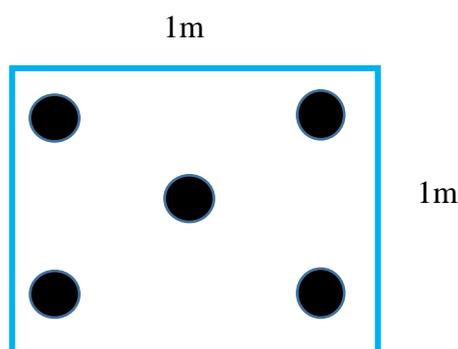
Actualmente, los frutales amazónicos tienen gran interés en el mercado mundial, debido a que los productos exóticos frescos y procesados ha venido creciendo continuamente, siendo un indicador la cadena de valor, el cual, trae beneficio económicos y sociales a la región (González y Torres 2011). Técnicos y productores han reconocido que, los frutales amazónicos es una alternativa de producción mediante el establecimiento de sistemas agroforestales que contribuyen a la conservación de la biodiversidad y mantenimiento de dicho recurso (González 2013). Sin embargo, la producción e industrialización de los frutales presentan debilidades empresariales en aspectos como gestión empresarial, capacidad de producción, requisitos legales engorrosos, incumplimientos de estándares y normas de calidad, falta de capital semilla para adecuación de las plantas de procesamiento, capacitación para identificar canales de comercialización eficiente, entre otros (Velazco 2020). Las iniciativas empresariales indican que, una alternativa para la industrialización de los frutales amazónicos es consolidar la cadena de valor, donde todos participen de acuerdo a su capacidad, intereses y mercado potencial identificado; generando espacios de acercamiento y confianza entre productores, transformadores y comercializadores, de tal manera, que contribuyan a generar beneficios económicos, sociales y ambientales (Vargas-Tierra 2018).

### **3.3 DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD VEGETAL Y ARTRÓPODOS DEL SUELO**

En las parcelas de agricultores productores de frutales amazónicos, se evaluó la presencia de la diversidad vegetal y artrópodos del suelo, como indicadores de biodiversidad, se procedió tomando muestras alrededor de los frutales amazónicos. Para la medición de la biodiversidad se ha considerado evaluar la diversidad alfa de la vegetación y artrópodos de suelo, que implica determinar el índice de abundancia proporcional de las especies en una comunidad (Moreno 2000). Asimismo, para calcular la riqueza de las especies presentes en cada frutal amazónico se empleó la fórmula propuesta por Shannon – Weaver (1949).

### 3.3.1 Determinación de la diversidad vegetal

Mostacedo y Fredericksen (2000), consideran que la evaluación de vegetación, es sencilla al utilizar el método de los cuadrantes, porque hacen muestreos más homogéneos y tiene menos impacto de borde. El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. El tamaño del cuadrante depende de la densidad de las plantas a medirse. Este método se empleó para la evaluación de la diversidad de vegetación circundantes a los frutales amazónicos, procediendo a tomar muestras de vegetación con el apoyo del cuadrante de madera cuyas dimensiones fueron de un metro cuadrado ( $1 \text{ m}^2$ ); internamente se distribuyó al azar 5 puntos, cada punto se consideró submuestras de malezas (Figura 2) totalizando 25 submuestras. Las muestras fueron introducidas en bolsas de papel y luego en bolsas plásticas, debidamente rotulados para posteriormente ser trasladados al laboratorio del Herbarium Amazonense de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), donde se realizó la identificación de las vegetaciones encontradas.



**Figura 2. Muestreo de la vegetación**

### 3.3.2 Determinación de artrópodos en el suelo

El estudio de los macroartrópodos del suelo, es de importancia, porque son componente de los ecosistemas naturales y agroecosistemas, participan en la regulación de procesos como la fragmentación y descomposición de la materia orgánica y el reciclado de nutrientes, modificando la estructura del suelo y regulan la actividad de otros organismos más pequeños (Coleman *et al.* 2004). De esta manera con fines de la investigación, se consideró evaluar la macrofauna de la superficie del suelo del entorno circundante de los frutales amazónicos, la toma de muestra fue sistemático, que consistió en delinear un cuadrante de  $25 \text{ m}^2$  alrededor de la base de los frutales, área donde se colectó los artrópodos con ayuda de la malla entomológica y apoyo de la mano. Los especímenes se colocaron en frasco de vidrio con

alcohol al 70 por ciento, luego se rotuló y se llevó al laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía – UNAP, donde se separó contabilizando el total de individuos por especie e identificados por familias.

El índice de la diversidad en riqueza de las especies, tanto de la vegetación, como de artrópodos de suelos, se empleó la fórmula propuesta por Shannon – Weaver (1949) que se presenta a continuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \log p_i$$

Donde:

s = número de especies (riqueza)

$p_i$  = proporción de individuos de la especie/respecto al total de individuos  $\frac{n_i}{N}$

$n_i$  = número de individuos de la especie i

N = número de todos los individuos de todas las especies

### 3.4 DETERMINACIÓN DE SECUESTRO DE CARBONO

Se tomaron datos de crecimiento de los árboles frutales (edad, diámetro a la altura del pecho y altura de la planta), y se realizó el cálculo de la biomasa seca utilizando la ecuación alométrica propuesta por Arévalo *et al.* (2003). Asimismo, se colectaron muestras de suelo para sus respectivos análisis en laboratorio.

#### 3.4.1 En la biomasa vegetal

Para la evaluación de la biomasa vegetal, se calculó la presencia de hojarasca en la base de los árboles frutales amazónicos, sumándose con el cálculo de la biomasa arbórea; para el cálculo de biomasa de la hojarasca se empleó una cuadrícula de 1 metro cuadrado, de manera aleatoria se colocó en la base de los árboles frutales, se pesó el total de materia fresca de hojarasca contenida en la cuadrícula y de este total se extrajo una sub-muestra fresca aproximada de 300 g el cual se rotuló para enviar al laboratorio, secarlo en estufa de aire recirculante a 70 °C por 48 horas y así se obtuvo el peso de materia seca de las submuestras. Asimismo, se calculó la biomasa arbórea, mediante ecuaciones alométricas, propuestas por Arévalo *et al.* (2002). La ecuación alométrica para Biomasa de hojarasca fue:

$$Bh \text{ (t/ha)} = ((PSM/PFM) \times PFT) \times 0,04$$

Donde:

Bh = biomasa de la hojarasca en materia seca

PSM = peso seco de la muestra colectada g

PFM = peso fresco de la muestra colectada g

PFT = peso fresco total por 0,25 m<sup>2</sup>

0.04 = factor de conversión.

Y para biomasa de arbórea viva que no tienen ecuación alométrica se empleó la siguiente fórmula:

$$BA = (0,1184 \text{ DAP}^{2,53}) \times 0,01$$

Donde:

BA = biomasa arbórea viva.

0,1184 = constante,

DAP = diámetro a la altura del pecho

2,53 = constante exponencial

En el Perú han realizado diferentes investigaciones sobre ecuaciones alométricas para determinar la biomasa de los frutales de aguaje y guaba, así tenemos a Freitas *et al.* (2006), quién encontró la ecuación más aceptada para el aguaje:

$$Y = 0,0006*(H)^3 + 0,0046*(H)^2 - 0,043 + 0,1259$$

Rueda (2014), encontró la ecuación más aceptada para cálculo de biomasa en guaba:

$$\text{LnPT} = - 1,289 + 0,032 \text{ DAP}^2 - 0,002\text{DAP}^3$$

Donde:

LnPT: Logaritmo natural de Biomasa total

DAP: Diámetro altura de pecho

1,289; 0,32; 0,002; 1,131: Constantes

Con los datos generados por medio de las ecuaciones alométricas, se continúa con el proceso de estimación del flujo de carbono y la emisión del CO<sub>2</sub>-e por frutal y total de cada parcela productora de frutal amazónico.

### 3.4.2 En el suelo

En la base de cada árbol de los frutales amazónico se evaluó materia orgánica, extrayendo cinco submuestras de suelo a profundidad de 30 cm, uniformizando las submuestras se colectó 500 g de suelo del total de las submuestras, estas muestras fueron embolsados y debidamente rotulados, los cuales, fueron enviandos al laboratorio para los análisis respectivos. Además, se evaluó la densidad aparente, por el método del cilindro, para ello, se muestreó suelo con pequeños cilindros de acero, tomándose datos de peso fresco, estos fueron rotulados y enviados a laboratorio para obtener el peso seco. El cálculo de la cantidad de carbono en el suelo se evaluó por el método de Walkey y Black (1938).

Para determinar la materia orgánica y carbono acumulado en el suelo se realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{COS} = \% \text{ CO} \times \text{da} \times 10000 \times \text{Ps}$$

Donde:

COS = carbono orgánico de suelos (t ha<sup>-1</sup>)

% CO = concentración de carbono orgánico en suelos.

En caso de tener valores de materia orgánica el carbono se obtuvo:

% CO = MO /1,724 (esta constante fue propuesto por Walkley, 1947; el cual, corresponde al coeficiente isohúmico de Van Bemmelen).

da: densidad aparente (g/cm<sup>-3</sup>)

Ps: profundidad del suelo (cm)

### 3.5 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LAS PARCELAS PRODUCTORAS DE FRUTALES AMAZÓNICOS

Para evaluar la sustentabilidad, se aplicó la metodología propuesta por Sarandón *et al.* (2006) y Dahl (2008) que proponen el uso de indicadores económico, ecológico y sociocultural. Para lo cual, fueron utilizados datos de encuestas estructuradas, entrevistas, visitas a las parcelas y evaluaciones de campo, lo que permitió extraer datos relacionados son los

subindicadores de la sustentabilidad, con la finalidad de jerarquizar y relacionar con los indicadores y ponderaciones previamente establecidas al iniciar las evaluaciones, los cuales, están vinculados con el desarrollo sostenible.

Se utilizó las escalas propuestas por estos autores que va desde 0 hasta 4, donde 0 se considera como menos sustentable y 4 más sustentable. La selección de sub-indicadores, variables y la ponderación de cada una de estas, se realizó de manera conjunta con los responsables de las parcelas en estudio y el apoyo de técnicos y profesionales de la Agencia Agraria de la Provincia de Maynas (DRAL).

### 3.5.1 Sustentabilidad económica

En la Tabla 3, se presenta los subindicadores con las valorizaciones respectivas de la dimensión económica.

**Tabla 3: Subindicadores, variables y escalas de valorización para evaluar la sustentabilidad económica de las parcelas productoras de frutales amazónicos en carretera Iquitos - Nauta**

Dimensión Económica	Escala de valorización				
	0	1	2	3	4
<b>A: Ingresos económicos de las parcelas</b>					
A1: Diversificación de los frutales amazónicos	tiene un frutal	tiene 2 frutales	tiene 3 frutales	tiene 4 frutales	tiene más de 4 frutales
A2: Superficie de producción de autoconsumo.	menor a 0,5 hectárea	0,60 a 1 hectárea	1,1 a 1,5 hectárea	1,5 a 2,0 hectárea	mayor de 2 hectárea
B: Ingreso neto mensual por productor	autoconsumo	Menor 1000 soles /hectárea	1001 a 1500 soles/hectárea	1501 a 2000 soles/hectárea	mayor de 2000 soles/hectárea
<b>C: Riesgo económico</b>					
C1: Diversificación para la venta	un frutal ninguna vía de comercialización	2 frutales una vía de comercialización	3 frutales 2 vías de comercialización	4 frutales 3 vías de comercialización	mayor a 4 frutales más de 3 vías de comercialización
C2: Número de vías de comercialización para la venta	76 a 100 %	51 a 75 %	26 a 50 %	1 a 26 %	0 %
C3: Dependencia de insumos externos	76 a 100 %	51 a 75 %	26 a 50 %	1 a 26 %	0 %

Fuente: Adaptado de Sarandón *et al.* (2006)

El indicador ingresos económicos de las parcelas (A1 y A2), es importante porque permite medir la abundancia y consumo en ciertas épocas del año, condiciones óptimas para generar altos rendimientos y permitir cubrir la demanda insatisfechas. Asimismo, la dependencia de insumos externos (C3), es de importancia considerar en la sustentabilidad, por ser el factor que influye en las técnicas agrícolas y costos de producción. Los datos extraídos de forma cuantitativa permitirán evaluar los ingresos económicos, de ahí la importancia de ejecutar la prueba de normalidad con el estadístico no paramétrico de Kruskal Wallis, para los factores de producción, costos de producción, precio/tonelada en la parcela y precio/tonelada en el mercado.

### 3.5.2 Sustentabilidad ecológica

En la Tabla 4, se se presenta los subindicadores con las valorizaciones respectivas de la dimensión ecológica.

**Tabla 4: Subindicadores, variables y escalas de valorización para evaluar la sustentabilidad ecológica de las parcelas productoras de frutales amazónicos en carretera Iquitos - Nauta**

Dimensión ecológica	Escalas de valorización				
	0	1	2	3	4
<b>A: Conservación de la vida del suelo</b>					
A1: Restos orgánicos en el suelo	Más de 25 % cobertura	49 a 25 % cobertura	75 a 50 % cobertura	99 a 74 % cobertura	100 % cobertura
A:2 Tiempo de cobertura del suelo con vegetación	Sin cobertura permanente	Eventualmente con cobertura asociación un frutal con un cultivo	Cobertura 3 meses asociación 2 frutales con un cultivo	Cobertura 6 meses asociación 2 frutales con 2 cultivos	Con cobertura permanente asociación más 2 frutales con más de 2 cultivos
A3: Diversidad de frutales amazónicos	monocultivo	asociación un frutal con un cultivo	asociación 2 frutales con un cultivo	asociación 2 frutales con 2 cultivos	asociación más 2 frutales con más de 2 cultivos
<b>B: Riesgo de erosión</b>					
B1: Pendiente predominante	mayor de 45 %	30 a 45 %	15 a 30 %	5 a 15 %	0 a 5 %
B2: Cobertura vegetal	mayor de 45 %	46 a 25 %	74 a 47 %	99 a 75 %	100 %
<b>C: Manejo de biodiversidad</b>					
C1: Biodiversidad espacial	Sin diversidad	Poca diversidad	Moderada diversidad	Alta diversidad	Muy alta diversidad
C2: Biodiversidad temporal	Actividad biológica insignificante	Poca actividad biológica	Moderada actividad biológica	Alta actividad biológica	Muy alta actividad biológica

Fuente: Adaptado de Sarándon *et al.* (2006)

Los indicadores de restos orgánicos en el suelo (A1) y pendiente predominante de suelo (B1), se dieron doble calificaciones, debido a que los suelos amazónicos son frágiles y pobres en nutrientes, haciendo que el proceso de la fertilidad sea lento y más aún la pendiente del suelo influye directamente en las escorrentias producidas por las precipitaciones en la región, de ahí, evaluar estos criterios permitirá desarrollar prácticas agrícolas correctivas para alcanzar el nivel óptimo.

### 3.5.3 Sustentabilidad sociocultural

En la Tabla 5, se se presenta los subindicadores con las valorizaciones respectivas de la dimensión ecológica.

**Tabla 5: Subindicadores, variables y escalas de valorización para evaluar la sustentabilidad sociocultural de las parcelas productoras de frutales amazónicos en la carretera Iquitos -Nauta**

Dimensión sociocultural	Escalas de valorización				
	0	1	2	3	4
<b>A: Satisfacción de las necesidades básicas</b>					
A1: Acceso a la salud	Sin acceso	con acceso a posta	con acceso educación primaria	con acceso educación secundaria	
A2: Acceso a la educación	sin acceso	con acceso educación inicial	con acceso educación primaria	con acceso educación secundaria	
A3: Vivienda	sin acceso	con acceso			
A4: Servicios	sin acceso	acceso un servicio	acceso dos servicios	acceso tres sericios	acceso a más de tres servicios
<b>B: Aceptabilidad del sistema de producción</b>					
B1: Grado de satisfacción a las necesidades	insatisfecho	indiferente a satisfacción	poco satisfecho	satisfecho	muy satisfecho
B2: Deserción juvenil	mayor 50 %	50 % deserción	25 % deserción	15 % deserción	0 % deserción
<b>C: Integración social a sistemas organizativos</b>					
C1: Asociatividad	sin asociación	asociado a una institución	asociado a dos instituciones	asociado a tres instituciones	asociado a más de tres asociaciones
C2: Participación activa	sin participación	poca participación	moderada participación	alta participación	muy alta participación
C3: Igualdad de votación	no existe igualdad	poca práctica de igualdad	moderada práctica de igualdad	alta práctica de igualdad	muy alta práctica de igualdad
C4: Integración política	sin integraición	poca integración	moderada integración	alta integración	muy alta integración
C5: Adquisición de conocimiento	desconociminto comunal	poco conocimiento comunal	moderado conocimiento comunal	alto conocimiento comunal	muy alto conocimiento comunal

<<Continuación>>

C6: Control de agenda comunitaria	desconocimiento plan comunal	poco conocimiento de plan comunal	moderado conocimiento plan comunal	alto conocimiento plan comunal	muy alto conocimiento plan comunal
D: Conocimiento y conciencia ecológica	Desconoce manejo residual	Poco conocimiento manejo residual	Moderado conocimiento manejo residual	Alto conocimiento manejo residual	Muy alto conocimiento manejo residual

Fuente: Adaptado de Sarandón *et al.* (2006) y Dahl (2008)

Los indicadores de satisfacción a las necesidades básicas (A) y aceptabilidad del sistema de producción (B); se dieron doble de ponderación, a los subindicadores de acceso a la educación (A2), acceso a vivienda (A3) y acceso a servicios (A4) debido a que estas condiciones básicas permite evaluar al productor que tan satisfecho se encuentra con el contexto donde se desarrolla, mientras que, en aceptabilidad del sistema de producción (B), se dieron doble ponderación al grado de satisfacción (B1) y deserción juvenil (B2), debido a la heterogeneidad de los sistemas de producción y técnicas agrícolas incluidos en los programas productivos; así como, a las políticas organizativas lo que repercute en beneficio de los productores de frutales amazónicos.

### 3.5.4 Cálculo del índice de la sustentabilidad general

Siguiendo los criterios de Sarandón (2006), quién considera que, al reemplazar los valores de los indicadores en las fórmulas respectivas, se determina el índice general de la sustentabilidad, considerando sustentable cuando sus indicadores y el índice general de sustentabilidad, es mayor de 2.

Asimismo, cabe indicar que, ninguna de las tres dimensiones evaluadas debe tener indicador con valor menor de 2. Los cálculos de los índices económico (IK), ambiental (IA) y sociocultural (ISC), se usaron las fórmulas presentadas en la Tabla 6, lo que permitió calcular el Índice General de Sustentabilidad, cuya fórmula se presenta en la misma tabla.

**Tabla 6: Fórmulas del cálculo de la sustentabilidad e índice general**

Indicadores	Fórmula
Económico (IK)	$\frac{\frac{(A1 + A2)}{2} + B + \frac{C1 + C2 + C3}{3}}{3}$
Ecológico (IE)	$\frac{\frac{2A1 + A2 + A3}{4} + \frac{2B1 + B2 + B3}{4} + \frac{C1 + C2}{2}}{3}$
Sociocultural (ISC)	$\frac{2 \left[ \frac{(A1 + A2 + A3 + A4)}{4} \right] + 2(B1 + B2) + (C1 + C2 + C3 + C4 + C5) + D}{12}$
Índice Genera (IG)	$\frac{IK + IE + ISC}{3}$

Fuente: Adaptado de Sarándon *et al.* (2006)

### 3.6 CÁLCULO DE LA CONFIABILIDAD DE LA ENCUESTA

Para determinar la confiabilidad de la encuesta, se realizó la prueba de Cronbach, el cual, se adapta al estudio realizado. El procesamiento de datos fue realizado con el programa estadístico SPSS – 25.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DETERMINACIÓN DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN Y ARTRÓPODOS DE SUELOS

#### 4.1.1 Determinación en la vegetación

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que la leguminosa herbácea “kudzu” (*Pueraria phaseoloide*) en estas parcelas con frutales fue una invasora, presentó la mayor abundancia por su hábito rastrero y trepadora generando mucha biomasa que protege el suelo de la invasión de otras vegetaciones y la “patiquina” (*Dieffenbadia obliqua*) fue la de menor abundancia. En la Tabla 7 se presenta el cálculo de la diversidad alfa de la diversidad de vegetación encontradas en el área de estudio, con la fórmula de Shannon – Weaver, cuyo valor es de 2,074. Con este valor alfa se indica que el área de estudio se encuentra dentro de lo normal en la equidad de especies y se perfila como un agroecosistema ecológicamente sostenible (Anexo 1).

**Tabla 7: Cálculo de la diversidad alfa para vegetación en las parcelas productoras de frutales amazónicos carretera Iquitos-Nauta en Loreto**

	Total/especie	Pi	lnpi	pi*lnpi	H´
<i>Dieffenbadia obliqua</i>	1	0,0125	-4,382	-0,055	
<i>Pueraria phaseoloides</i>	19	0,2375	-1,438	-0,341	
<i>Desmodium ovalifolium</i>	3	0,0375	-3,283	-0,123	
<i>Elephantopus</i> sp.	16	0,2	-1,609	-0,322	
<i>Centrocema pubescens</i>	10	0,125	-2,079	-0,26	
<i>Paspalum conjugatum</i>	9	0,1125	-2,185	-0,246	2,074
<i>Axonopus compressus</i>	5	0,0625	-2,773	-0,173	
<i>Hamolepsis aturensis</i>	8	0,1	-2,303	-0,23	
<i>Cortaderia</i> sp.	4	0,05	-2,996	-0,15	
<i>Laportea aestuans</i>	5	0,0625	-2,773	-0,173	
Total (N)	80			-2,074	

Estos datos indican que, el área de estudio es diversificado de forma natural, ya que el agricultor por falta de presupuesto o desconocimiento no brinda el mantenimiento a sus parcelas, coincidiendo con Sabatini *et al.* (2007) quienes, realizando estudios en pastos forrajeros, consideraron que la diversidad específica de la vegetación se reduce de acuerdo con el uso que se realiza en una determinada zona. Mientras que, Vásquez *et al.* (2016), en estudios realizados en la zona de la región Amazonas, registraron un total de 148 especies, de las cuales 129 correspondieron a especies de malezas, identificando 94 especies, clasificadas en 33 familias botánicas.

Castro *et al.* (2019), evaluando diversidad de vegetación en el sistema de producción del cultivo de “café”, en tres distritos de la región Junín, encontraron que la mayor cantidad de especies pertenecen a las familias Asteraceae (12) y Poaceae (5); siendo el distrito de Villa Rica la más diversa, presentando un índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de 2,06.

#### **4.1.2 Determinación de artrópodos de suelos**

La evaluación de artrópodos extraídas en las bases de los frutales mostro una diversidad de especies siendo las “termites” (*Nasutitermes* sp.) que se encontraron en las cortezas de los frutales amazónicos las más abundantes (1 200 individuos/25m<sup>2</sup>) y el “chinche” del género *Reduvius* ha sido el de menor abundancia (2 individuos/25m<sup>2</sup>).

En la Tabla 8, se presenta el cálculo de la diversidad alfa de los artrópodos encontrados en el área de estudio, para esto se contabilizó y promedio la cantidad de especies encontradas y cada una de ellas se calculó considerando los parámetros indicados en la fórmula de Shannon – Weiner, dando como resultado el valor de 1,91; lo que indica que, existe una baja biodiversidad en cuanto a la equidad de las especies de artrópodos.

En el Anexo 2,2 se presenta la tabla de los artrópodos encontradas con mayor frecuencia en las parcelas del área de estudio.

**Tabla 8: Cálculo diversidad alfa para artrópodos en las parcelas con frutales amazónicos carretera Iquitos-Nauta en Loreto**

Nombre científico	Prom/especie				H'
	25 m <sup>2</sup>	pi	lnpi	pi*lnpi	
<i>Lumbricus terrestris</i> Linnaeus 1758	93	0,034	-3,46	-0,1	1,91
<i>Lycosa erythrognatha</i> Lucas 1836	41	0,02	-4,2	-0,1	
<i>Thomisid</i> sp. Sundevall 1883	27	0,01	-4,6	-0,04	
<i>Rhynchosiphon</i> sp. Linnaeus 1758	430	0,2	-1,8	-0,3	
<i>Nasutitermes</i> sp.	1200	0,5	-0,8	-0,4	
<i>Gryllus</i> sp.	8	0,003	-5,8	-0,02	
<i>Mantis</i> sp.	8	0,003	-5,8	-0,02	
<i>Rasahus</i> sp.	5	0,002	-6,3	-0,01	
<i>Reduvius</i> sp.	2	0,001	-7,2	-0,005	
<i>Zelus</i> sp.	5	0,002	-6,3	-0,01	
<i>Zoreva</i> sp.	15	0,001	-5,2	-0,03	
<i>Aphis craccivora</i>	50	0,02	-4	-0,1	
<i>Cerotoma</i> sp.	22	0,01	-4,8	-0,04	
<i>Colaspis</i> sp.	34	0,013	-4,4	-0,05	
<i>Diabrotica</i> sp.	42	0,01	-4,2	-0,1	
<i>Morpho menelaus</i>	3	0,01	-6,8	-0,01	
<i>M. rhetenor</i>	5	0,001	-6,3	-0,01	
<i>Anastrepha</i> spp.	13	0,005	-5,3	-0,03	
<i>Ecyton</i> sp.	130	0,05	-3,02	-0,14	
<i>Ectotomma</i> sp.	230	0,08	-2,4	-0,2	
<i>Atta</i> sp.	270	0,1	-2,3	-0,2	
<i>Polistes</i> sp.	14	0,01	-5,2	-0,02	
<i>Vespa</i> sp.	18	0,01	-5	-0,03	
Total (N)	2665			-1,91	

Este resultado demuestra que, el área en estudio tiene gran número de individuos, pero con baja diversidad ya que según Chao y Jost (2012) indican que esta diversidad de los artrópodos esta relacionada con el estado de conservación del suelo. Del mismo modo concluyó Chanta (2010), cuando evaluó los macro-invertebrados en sistemas agroforestales, estos, se presentaron en mayor abundancia durante la etapa de cosecha. Por otro lado, Ramirez-Barajas *et al.* (2019), estudiando la diversidad de macro-invertebrados encontraron la diversidad con un máximo de 1,58 y mínimo de 1,44. Mientras que, Iannacone *et al.* (2000), evaluando biodiversidad de la artropofauna, observaron un total de 611 individuos en 44 familias y 12 órdenes, lo que representó una diversidad media de 2,33. Del mismo

modo, De la Cruz *et al.* (2003), evaluando Hymenoptera y Coleoptera (Insecta) en diferentes tipos de vegetación de la zona reservada Allpahuayo – Mishana, encontraron elevada heterogeneidad en la distribución de las formaciones vegetales presentes en los hábitats muestreados. Vásquez *et al.* (2016) consideran a los macroartrópodos del suelo como un importante componente de los ecosistemas naturales y agroecosistemas, donde participan como reguladores en los procesos de fragmentación y descomposición de la materia orgánica y el reciclado de nutrientes, modificando la estructura del suelo y regulando las actividades de otros organismos más pequeños.

## **4.2 DETERMINACIÓN DEL SECUESTRO DE CARBONO**

### **4.2.1 Carbono en la biomasa de los frutales**

Los resultados mostrados en la Tabla 9, indican un alto potencial de captación de carbono (C) en los diez (10) árboles frutales evaluados a lo largo de la carretera Iquitos – Nauta en forma individual y en combinación de especies en las parcelas. Los datos de evaluación del secuestro de C de la biomasa indican que, las cuatro (04) especies que fijan más carbono en forma individual son el árbol de guaba (*Inga edulis*) con flujos de captaciones de 22,02 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con trece (13) plantas/ha, de 15 años de edad, en la parcela 17; pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.), con flujo de 18.88 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con veinte (20) plantas de 12 años de edad, en la parcela 32; uvilla, conocido como el árbol de uva amazónica (*Pouroma cecropiifolia* Mart.) con 14,54 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con seis (06) plantas de 14 años de edad, en la parcela 32 y pan del árbol (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Foseberg) que, captó 14,46 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con catorce (14) plantas de 18 años de edad, en la parcela 22.

En asociaciones de varias especies frutales tenemos en la parcela 32, al pijuayo con veinte (20) árboles/ha de 12 años de edad y árboles de uvilla (*Pouroma cecropiifolia* Mart.), el cual, es un árbol muy frondoso con mucha vegetación, con seis (06) plantas/ha de 14 años de edad, secuestran 117,19 t C ha<sup>-1</sup> y flujos total de 33,42 t de CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, seguido de la asociación de cuatro (04) especies en la parcela 24, la palmera de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.), uvilla (*Pouroma cecropiifolia* Mart.), caimito (*Pouteria caimito*) y aguaje (*Mauritia flexuosa* L.) pueden captar como reserva total hasta 99,91 t de C ha<sup>-1</sup> y con flujos total de 28,78 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

**Tabla 9: Carbono en la biomasa de diferentes especies frutales amazónicas presentes en parcelas en la zona de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto**

N° Parcela	Frutales	Área (ha)	N° Plantas	Edad de plantas	Biomasa total (t/ha)	Reserva total de carbono (t ha <sup>-1</sup> /frutal)	Flujo de carbono (t ha <sup>-1</sup> /año <sup>-1</sup> /frutal)	CO <sub>2</sub> (t ha <sup>-1</sup> /año <sup>-1</sup> de CO <sub>2</sub> -e)/frutal	CO <sub>2</sub> (t ha <sup>-1</sup> /año <sup>-1</sup> de CO <sub>2</sub> -e)/parcela
1	Aguaje	1	6	14	12,7	5,72	0,41	1,50	6,60
	Guaba		4	14	18,4	8,28	0,59	2,17	
	Zapote		7	18	32	14,40	0,80	2,94	
2	Aguaje	1	11	18	8,4	3,78	0,21	0,77	5,88
	Caimito		5	12	19,3	8,69	0,72	2,66	
	Guaba		6	15	22,3	10,04	0,67	2,46	
3	Aguaje	1	13	15	50,75	22,84	1,52	5,13	5,13
4	Aguaje	1	13	15	15,97	7,19	0,48	1,61	3,46
	Caimito		5	15	18,26	8,22	0,55	1,85	
	Guaba		8	15	19,23	8,65	0,58	2,12	
5	Caimito	1	6	12	17,56	7,90	0,66	2,42	7,38
	Uvilla		10	13	22,44	10,10	0,78	2,85	
	Guaba		7	14	34,07	15,33	1,10	4,02	
6	Caimito	1	5	11	11,42	5,14	0,47	1,71	9,54
	Uvilla		7	14	32,24	14,51	1,04	3,80	
	Guaba		14	15	36,18	16,28	1,09	3,66	
8	Aguaje	3	6	14	17,45	7,85	0,56	2,06	13,31
	Guaba		6	15	24,5	11,03	0,74	2,70	
	Caimito		12	14	16,59	7,47	0,53	1,96	
	Uvilla		6	12	47,95	21,58	1,80	6,60	
9	Guaba	1	11	15	29,89	13,45	0,90	3,29	6,58
	Pomarrosa		13	15	29,89	13,45	0,90	3,29	
10	Guaba	2	13	14	0,36	0,81	0,06	0,21	0,21
11	Guaba	2	13	14	0,07	0,40	0,03	0,11	1,86
	Caimito		5	14	2,97	6,70	0,95	1,75	
12	Guaba	1	8	14	1,78	6,42	0,46	1,68	1,68
13	Guaba	1	13	14	44,12	19,85	1,53	5,60	9,88
	Caimito		8	13	20,72	9,32	1,17	4,28	
14	Umari	1	9	13	14,96	6,73	0,52	1,90	1,9
15	Aguaje	1	10	16	23,58	10,61	0,66	2,43	2,43
16	Aguaje	1	5	16	14,11	6,35	0,40	1,46	1,46
17	Guaba	2	13	15	200,00	90,00	6,00	22,02	22,02
18	Pijuayo	1	8	13	22,07	9,93	0,76	2,80	2,8
19	Pijuayo	1	12	12	38,51	17,33	1,44	5,30	5,3
20	Aguaje	1	18	16	50,76	22,84	1,43	5,24	5,24
21	Guaba	2	13	14	88,56	39,85	2,85	10,45	12,99

<<Continuación>>

	Caimito		5	13	20,00	9,00	0,69	2,54	
22	Aguaje	1	13	15	32,89	14,80	0,99	3,62	18,8
	Pan del árbol		14	18	157,58	70,91	3,94	14,46	
23	Caimito	6	6	13	15,31	6,89	0,53	1,94	1,94
24	Aguaje	1	12	15	30	13,50	0,90	3,30	28,78
	Caimito		13	11	33,22	14,95	1,36	4,99	
	Pijuayo		20	12	89,4	40,23	3,35	12,30	
	Uvilla		8	14	69,4	31,23	2,23	8,19	
25	Umari	6	5	14	40,25	18,11	1,29	4,75	9,97
	Uvilla		10	14	44,23	19,90	1,42	5,22	
26	Aguaje	1	8	15	2,27	8,16	0,54	1,99	13,11
	Caimito		6	13	2,54	6,85	1,14	4,19	
	Umari		5	10	8,4	18,91	1,89	6,93	
27	Uvilla	1	10	11	69,31	31,19	2,84	10,41	10,41
28	Uvilla	1	7	13	7,22	51,15	3,94	14,43	14,43
29	Umari	6	13	15	43,09	19,39	1,29	4,74	9,84
	Uvilla		10	13	40,14	18,07	1,39	5,10	
30	Caimito	3	13	12	10	4,50	0,38	1,38	4,47
	Uvilla		6	13	15,45	6,95	0,53	1,96	
	Zapote		5	15	10,25	4,61	0,31	1,13	
31	Aguaje	2	13	14	10,37	6,53	0,47	1,71	12,73
	Caimito		8	11	9,00	5,67	0,52	1,89	
	Umari		9	13	24,05	15,15	1,17	4,28	
	Uvilla		8	14	22,54	14,20	1,01	3,72	
	Zapote		5	25	12,21	7,69	0,31	1,13	
32	Uvilla	1	6	14	123,22	55,45	3,96	14,54	33,42
	Pijuayo		20	12	137,2	61,74	5,15	18,88	
33	Aguaje	2	15	14	31,11	10,22	0,73	2,68	16,05
	Pijuayo		16	12	26,67	30,23	2,52	9,25	
	Ungurahui		10	18	40,00	20,25	1,13	4,13	
34	Uvilla	1	5	12	103,67	46,65	3,89	14,27	14,26
35	Aguaje	2	7	14	6,84	3,08	0,22	0,81	3,01
	Ungurahui		6	15	20	9,00	0,60	2,20	
36	Caimito	1	6	12	5,64	2,54	0,21	0,78	0,78
37	Umari	2	13	15	78,22	35,20	2,35	8,61	11,12

Estos resultados nos indican, que los mayores flujos de CO<sub>2</sub> retenidos anualmente, se observaron en la parcela 32 y 22 ya que pesentan mayor diversidad de especies y número de plantas por hectárea, mientras que, la parcela 10 y 36, fueron las que presentaron los menores flujos anuales de CO<sub>2</sub>. Las actividades que mantegan estas parcelas, serán de fácil incorporación a los servicios ecosistémicos, permitiendo así, al área en estudio sea resiliente

ante el cambio climático. Conociendo que, los bosques amazónicos peruanos son reconocidos por la importancia en la mitigación del cambio climático, atribuyéndolo el potencial de almacenamiento de carbono en la biomasa y el suelo, así como, la remoción de los gases de efecto invernadero de la atmósfera (Baker *et al.* 2019; Vicuña *et al.* 2019). Se han realizado estudios similares en diferentes partes de la selva peruana así tenemos a Freitas *et al.* (2006), realizaron trabajo de almacenamiento y secuestro de carbono en áreas de aguajales de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, encontrando en una extensión de aguajal de 598 970 ha, la cantidad de carbono total de 23 472 657,427 t. Mientras García *et al.* (2012), evaluando árboles y palmeras en bosques, con DAP  $\geq 10$  cm, encontraron en total de carbono capturado el valor de 88,60 t C/ha, lo que sugiere que los resultados están influenciados por la edad, la densidad y la extensión de los frutales. Además, estos autores registran en la zona del Aguaytía, Departamento de Ucayali, para la biomasa del aguaje, en zonas altas la cantidad de  $51,28 \pm 96,33$  t/ha. Rueda (2014), realizó una evaluación para la empresa Campo Verde, Departamento de Ucayali; plantaciones de especies del género Inga, encontrando en el área total de estudio la cantidad de 6 180,21t/ha de carbono, en la biomasa el valor de 3 090,10 t C ha<sup>-1</sup> y en el suelo, almacenó la cantidad de 11 330,30 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, Alegre *et al.* (2017), consideran que, los sistemas con cobertura permanente de centrosema, abastecen permanentemente de hojarasca y con ello una rápida disponibilidad de nutrientes y una fuerte defensa contra la erosión, pero, como biomasa total, comparados con los árboles son mucho menores pues no retienen más de 6 t ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>.

#### 4.3.2 Carbono en el suelo

El stock de C en el suelo para la profundidad de 0-30 cm osciló entre los promedios de 24,64 y 66,5 t ha<sup>-1</sup> (Tabla 10). El de mayor almacenamiento de C fue la especie de caimito (*Pouteria caimito*), con seis (06) plantas/ha de 13 años de edad, en la parcela veintitrés (23), el de menor almacenamiento fue la especie de umarí (*Poraquiba quadrangularis* L.), con trece (13) plantas/ha, de 15 años de edad, en la parcela 37, seguido las especies, guaba (*Inga edulis* Mart.), con catorce (14) plantas/ha, de 15 años de edad, capturó 54,16 t ha<sup>-1</sup>, en la parcela 7 y el umarí (*Poraquiba quadrangularis* L.), con nueve (09) plantas/ha de 13 años de edad, en la parcela 14, capturó 53,26 t ha<sup>-1</sup>. La asociación de guaba-caimito en la parcela 13 capturó el stock total de C de 50,32 t ha<sup>-1</sup>. Estas fluctuaciones en las reservas de C de los suelos con las diferentes especies de frutales amazónicos en la carretera Iquitos-Nauta se dan por los diferentes procesos de descomposición de la materia orgánica del suelo en la que

intervienen los factores climáticos siendo los más importantes la temperatura y humedad especialmente cuando las superficies del suelo son expuestas para la plantación de los frutales u otras actividades. Todos estos procesos son más dinámicos en la superficie del suelo en donde la actividad de los residuos de los frutales a las diferentes densidades de plantación y que determina una mayor o menor cobertura, así como las prácticas de manejo como deshierbos y control sanitario son más intensos, que disminuye conforme se profundiza más en el suelo.

**Tabla 10: Reservas de Carbono del suelo a la profundidad de 0 -30 cm en parcelas con diferentes especies de frutales amazónicos a lo largo de la carretera Iquitos-Nauta en Loreto**

Nº Parcela	Promedio C (t ha <sup>-1</sup> )	Promedio de reducción CO <sub>2</sub> (t ha <sup>-1</sup> )
1	43,26	158,62
2	32,62	119,82
3	53,65	196,72
4	27,87	102,21
5	50,04	183,49
6	33,28	122,01
7	54,16	198,58
8	44,4	162,74
9	49,61	121,27
10	34,9	127,98
11	32,05	78,35
12	49,91	183,00
13	50,32	195,27
14	53,26	123,01
15	37,12	136,11
16	30,47	11,72
17	33,64	123,36
18	37,85	138,77
19	41,24	151,22
20	33,61	123,25
21	36,99	135,64
22	25,91	95,01
23	66,5	243,84
24	36,98	146,25
25	36,61	141,58
26	46,92	172,05

<<Continuación>>

27	46,23	169,50
28	36,12	132,45
29	26,68	97,81
30	46,92	172,05
31	38,27	73,22
32	35,99	131,95
33	38,76	142,11
34	48,33	177,21
35	39,12	143,44
36	40,55	148,68
37	24,64	90,34

Las funciones del suelo son afectadas en los agroecosistemas, como la dinámica del agua y aire. Además, las condiciones físicas del suelo, inciden en los procesos biogeoquímicos, microorganismos y suelo propiamente dicho; los cuales definen la calidad del suelo (Dexter 2004). Estudios de Hernández y Vargas (2005), indican que, existen mecanismos internacionales para que diversos países puedan comprar y vender servicios de absorción de CO<sub>2</sub>, el cual, es una importante fuente de financiamiento para proteger y conservar los recursos y el ambiente, mejorando al mismo tiempo la economía. Asimismo, los cambios en la calidad del suelo se pueden controlar con indicadores fáciles y precisos determinados por métodos reproducibles (Doran y Mielke 1984; Moebius *et al.* 2007). El estudio de García *et al.* (2012), evaluando áreas de aguajales en la zona del río Aguaytía, Departamento de Ucayali, encontraron valores de  $3,78 \pm 1,28$  t C/ha de carbono almacenado y Ruedas (2014) también en el Departamento de Ucayali, en plantas del género Inga, encontró el total de carbono almacenado el valor de 11 330,30 t C/ha. Los valores encontrados en este estudio, está influenciado por factores como extensión y tipo de plantaciones, densidad de las plantaciones, edad, tipo de suelo, calidad y cambio ambiental, entre otros. Además, García *et al.* (2012) han demostrado con sus estudios que, algunos sistemas de frutales como los aguajes que crecen en suelos hidromórficos y secuestran grandes cantidades de carbono mayores a los ecosistemas terrestres, en la zona de Aguaytía del Departamento de Loreto. Teniendo como resultados que, a profundidad de 0-50 cm encontraron reservas de carbono que fluctuaron de 51,28 hasta 193,9 t C ha<sup>-1</sup>. Sumando la parte aérea y del suelo estos sistemas de aguajales ofrecen un gran potencial de las emisiones de gases de efecto invernadero.

### 4.3 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD

La sustentabilidad intenta demostrar el dinamismo de los aspectos económicos, ambientales, sociales y las interrelaciones entre ellas, siendo este el primer trabajo en el área de estudio, el cual se puede considerar como un estudio de caso ya que no se han generado indicadores de sustentabilidad para esta zona, por lo que, para fines del estudio se está considerando evaluarlo usando los indicadores sustentables propuestos por Sarandón *et al.* (2006), con modificación en la sustentabilidad sociocultural, propuesto por Dahl (2008).

#### 4.3.1 Sustentabilidad económica

De las parcelas evaluadas, el 86,5 por ciento (Anexo 3) fueron económicamente sustentables y cuyos criterios están detallados en la tabla 11 y se muestra que los agricultores tienen el 55 por ciento de las parcelas diversificados de diferentes frutales y cultivos agrícolas (A1=3). El 15 por ciento siembra en áreas mayores a 1,5 ha (A2=4) y el 63 por ciento tienen ingreso neto por la venta de los frutales amazónicos, mayor a 1 200 soles por mes (B=4). El 68 por ciento tienen de dos a tres frutales amazónicos para la venta, el 86 por ciento tienen un canal de venta (C1=2) y el 51 por ciento depende de 1 a 25 por ciento de insumos externos (C3=3). De los encuestados manifestaron que una de las mayores limitaciones para la venta son el número de vías de comercialización y que es un punto crítico para disminuir el riesgo económico.

**Tabla 11: Resultados de la evaluación de la sustentabilidad económica de parcelas productoras de frutales amazónicos en la carretera Iquitos – Nauta en Loreto**

Criterios de sustentabilidad		Encuestados		
Subindicadores	Variables	Código	Valor	(%)
Seguridad Alimentaria (A)	Diversidad de frutales amazónicos	A1	3	55
	Superficie de producción de autoconsumo	A2	4	15
Ingreso neto mensual por productor (B)	Ingreso mensual por productor	B	4	63
Riesgo económico (C)	Diversificación para la venta	C1	2	68
	Número de vías de comercialización para la venta	C2	2	86
	Dependencia de insumos externos	C3	3	51
<b>Indicador económico (IK)</b>			<b>3,28</b>	

El análisis de los indicadores permitió comprobar que los frutales amazónicos son sustentables económicamente por alcanzar el valor de 3,28 pese a no aplicar técnicas en el manejo de los mismos y no son dependientes de insumos externos. De los resultados obtenidos se coincide con Sarandón *et al.* (2006), al considerar que un sistema con alta dependencia de insumos no es sustentable en el tiempo. Estudio similar de Valarezo *et al.* (2020) reportan que, el 70 por ciento de fincas productoras de limón en Portoviejo (Ecuador) son sustentables en la dimensión económica, siendo una de sus recomendaciones mejorar en la diversificación de la producción y canales de comercialización. Ruíz *et al.* (2018) estudiando en la provincia de Chanchamayo, fincas productoras de naranja, reportan que el 66,7 por ciento son económicamente sustentables, presentando como punto crítico la escasez de vías de comercialización y alta dependencia de insumos externos.

### Prueba de Normalidad Kruskal Wallis

Esta prueba se aplicó por tener la población en estudio alta heterogeneidad, cuyos datos se anexa en 3,2, los parámetros que fueron sometidos a esta prueba son las siguientes:

#### a. Producción (tonelada/parcela)

En la Tabla 12, se aprecia el análisis de varianza de la producción (t/ha) generada en las parcelas, donde se observa que, el valor de p-value es 0,101, siendo mayor al valor del nivel de significación  $\alpha=0,05$ , indicándonos que los promedios de la producción total acumulada de las parcelas han sido similares, es decir, no hubo efecto significativo en la producción de las parcelas de cada comunidad.

**Tabla 12: Anova de kruskal wallis de la producción (t)**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3 030,036	10	303,004	1,717	,101
Dentro de grupos	9 355,401	53	176,517		
Total	12 385,437	63			

### b. Costo de producción (Soles/tonelada)

En la Tabla 13, se observa el análisis de varianza del Costo de Producción (soles/t/ha) de las parcelas /comunidad, en el cual, se puede apreciar que el valor de p-value es igual a 0,750 siendo mayor al nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , indicando que el costo de producción de las parcelas/comunidad es similar, es decir, no existe significación estadística.

**Tabla 13: Anova de kruskal wallis del costo de produccion (soles/t/ha)**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5 295 257,844	10	5 295 25,784	,667	,750
Dentro de grupos	44468376,723	56	794078,156		
Total	49763634,567	66			

### c. Precio/tonelada en la parcela

En la Tabla 14, se observa el análisis de varianza del costo de precio por parcela (soles/t/parcela), se puede apreciar que el valor de p-value es igual a 0,074 siendo mayor al nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , indicando al precio por tonelada métrica en la parcela por comunidad son similares, es decir no hay significación estadística.

**Tabla 14: Anova de kruskal wallis del precio /tonelada/ parcela**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	28 765 294,922	10	2876529,492	1,831	,074
Dentro de grupos	94 251 702,825	60	1570861,714		
Total	123 016 997,746	70			

### d. Precio/tonelada en el mercado

En la Tabla 15, se observa que, el análisis de varianza del precio en el mercado (soles/tonelada /mercado) el valor de p value es igual a 0,264 siendo mayor al nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , indicando que, los precios por tonelada métrica en el mercado por comunidad son similares, es decir no hay significación estadística.

**Tabla 15: Anova de kruskal wallis precio/tm/mercado**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	23119286,859	10	2311928,686	1,275	,264
Dentro de grupos	110 567 345,085	61	1 812 579,428		
Total	133 686 631,944	71			

### 4.3.2 Sustentabilidad Ecológica

De las parcelas en estudio se tiene que, el 94,7 por ciento fueron ecológicamente sustentables (Anexo 4), detallando los criterios en la Tabla 16, donde el 43 por ciento de las áreas en estudio tienen cobertura del suelo (A1=4), el 57 por ciento de las áreas están permanentemente cubiertas por malezas (A2=2). El 46 por ciento de las parcelas están diversificadas con asociación media de frutales y otros cultivos (A3=4), el 62 por ciento de las parcelas tienen pendiente de 0 a 3 por ciento (B1=4), el 43 por ciento de las parcelas tiene cobertura vegetal entre 99 a 75 por ciento (B2=4), el área en estudio es afectada por precipitaciones mayores a 110 – 124 mm por mes, el 41 por ciento (B3=3), las parcelas están diversificadas por abundancia de artrópodos y otros vegetales (C2=3), y el 46 por ciento de las parcelas está diversificadas en 25 por ciento de asociación de frutales y otros cultivos (C2=4).

**Tabla 16: Resultados de la evaluación de la sustentabilidad ecológica en la carretera Iquitos –Nauta en Loreto**

Subindicador	Criterios de sustentabilidad			Encuestados (%)
	Variables	Codigo	Valor	
Conservación de la vida del suelo (A)	Resto orgánico en el suelo	A1	4	43
	Tiempo de cobertura del suelo	A2	2	57
	Diversidad de frutales amazónicos	A3	4	46
Riesgo de erosión (B)	Pendiente predominante	B1	4	62
	Cobertura vegetal	B2	4	43
	Precipitación	B3	0	100
Manejo de la biodiversidad (C)	Biodiversidad espacial	C1	3	41
	Biodiversidad temporal	C2	4	46
<b>Indicador ecológico (IE)</b>			<b>3,33</b>	

El análisis de los indicadores, permitió comprobar que los frutales amazónicos son sustentables ecológicamente por alcanzar el valor de 3,33, siendo el manejo de la biodiversidad el indicador que necesita ser atendida, mientras que la precipitación es uno de los factores abióticos de mayor riesgo por la del erosión del suelo en las etapas iniciales de establecimiento, pero después la cobertura de los árboles y malezas reducen este riesgo pero si no se consideran estos aspectos, los suelos pueden ser muy susceptibles a los procesos erosivos. De los resultados obtenidos coincide, con lo expresado por Altieri y Nichols (2012), Foley *et al.* (2014) y Soto (2015), quienes consideran a la sustentabilidad ecológica como una evaluación muy importante, debido a la variabilidad espacial de la biodiversidad; el cual, tiene una serie de procesos que interactúan a escalas temporales y espaciales diferentes. Asimismo, Saynes *et al.* (2016), consideran que, mantener toda la cobertura vegetal de las parcelas en forma natural, en cualquier sistema agrícola, se debe considerar tres aspectos: (a) reducir la destrucción de capital natural; (b) incentivar al productor hacia la agricultura orgánica, mejorando el entorno y (c) impulsar los servicios ecosistémicos, cuya política sea evitar abrir la frontera agrícola. Asimismo, las parcelas donde se siembra los frutales se debe promover la protección de los recursos naturales, para la seguridad alimentaria, siendo condicionada por la provisión de recursos naturales y de servicios ambientales en un espacio geográfico y esto se refiere a la magnitud de la naturaleza para absorber y recomponerse de las influencias antrópicas (Duran 2010). De esto, los sistemas agroforestales, incluyen a los frutales como componentes importantes, brindando una mayor sustentabilidad ecológica, debido al incremento de la diversificación de los sistemas de producción, la conservación del suelo y la humedad (Arévalo *et al.* 2003). Mientras que, Mata-Anchundia *et al.* (2018) consideran que, los sistemas agroforestales implican la combinación de especies forestales con cultivos y en ocasiones con animales domésticos, tiene por finalidad optimizar la producción por unidad de área y hacer sostenible el sistema de producción conservando el ecosistema.

### **4.3.3 Sustentabilidad sociocultural**

De las parcelas en estudio se tiene que, el 35,13 por ciento fueron socioculturalmente sustentables (Anexo 5), detallando los criterios en la Tabla 17, donde se observa que el 79 por ciento tienen acceso a vivienda con estructura regular sin terminar y otras presentan estructuras deterioradas (A1=2). El 100 por ciento tienen acceso a la escuela primaria y secundaria sin restricción (A2=2), el 74 por ciento del área en estudio no tiene acceso a

centros sanitarios, el 42 por ciento tiene electricidad y celular (A4=0). El 55 por ciento manifiesta no aceptar el sistema de producción por la falta de atención al sector agrario y se siente desilusionado (B1=2) y el 65 por ciento de los jóvenes prefieren quedarse en la zona, estudiar para llegar a ser autoridad (B2=4), el 39 por ciento no integra ninguna organización (C1=1), el 45 por ciento no participa activamente en la comunidad C2=1). El 55 por ciento de los encuestados eligen a sus autoridades dependiendo del acuerdo tomado en asamblea comunal (C3=1), 24 por ciento no acata los acuerdos de convivencia comunal (C4=1), el 37 por ciento considera que los dirigentes de las comunidades manejan la agenda comunal de acuerdo a sus intereses y no en beneficio de la comunidad (C5=2) y el 32 por ciento concibe los aspectos ecológicos con visión amplia (D=2).

**Tabla 17: Resultados de la evaluación de la sustentabilidad sociocultural en la carretera Iquitos –Nauta en Loreto**

Criterios de sustentabilidad				Encuestados (%)
Subindicadores	Variables	Código	Valor	
Satisfacción a las necesidades básicas (A)	Acceso a vivienda	A1	2	79
	Acceso a la educación	A2	2	100
	Acceso a la salud y cobertura sanitaria	A3	1	74
	Acceso a servicios	A4	0	42
Aceptabilidad del sistema de producción (B)	Aceptabilidad del sistema de producción	B1	2	55
	Deserción juvenil	B2	4	65
	Asociatividad	C1	1	39
Integración social a sistemas organizativas (C)	Participación Activa	C2	1	45
	Igualdad votación	C3	3	55
	Adquisición de conocimiento (elección de autoridades)	C4	1	24
	Control de agenda comunitaria	C5	2	37
	Conocimiento y conciencia ecológica (D)		D	2
<b>Indicador sociocultural</b>			<b>2,04</b>	

De esto podemos considerar que los resultados obtenidos, han demostrado que el indicador de satisfacción de las necesidades básicas (B1), fueron los más bajos, señalando desde este punto de vista, sistemas bastante frágiles fundamentalmente por deficiencia en el acceso a la educación (A2) y salud (A4). Sin embargo, los indicadores que evaluaron el grado de aceptabilidad e integración social, demostraron un buen desarrollo en estos aspectos, que, cierta parte compensa las deficiencias anteriores. Los resultados nos permiten concordar con lo manifestado por Altieri y Nichols (2002), quienes indican que, la sustentabilidad social en las necesidades básicas como la educación (A2), vivienda (A3), salud (A4) entre otros, es prioritario que estos satisfagan esas necesidades básicas propiamente del individuo; los cuales, tienen los principios legales y generales en los tratados internacionales sobre los derechos humanos. Eso puede interpretarse como desarrollo social sustentable en base a los costos y beneficios distribuidos en la población sin dejar a un lado a las generaciones presentes y futuras (equidad intergeneracional). De igual manera Sepúlveda (2008), considera que, los agentes sociales desempeñan un papel muy importante en el logro del desarrollo sustentable a través de una correcta organización social, que permita el desarrollo duradero y de las técnicas adecuadas de inversiones en capital humano o el incremento de la cohesión social. Así también Harrys y Goodwin (2001) consideran que, un sistema socialmente sostenible debe alcanzar justicia (igualdad) en la distribución y oportunidades, acceso a los servicios sociales. Asimismo, Aquino *et al.* (2018), señalan que, los indicadores sociales están orientados a evaluar la satisfacción del productor, calidad de vida e integración social. Siendo importante la participación de las instituciones afines y de la sociedad organizada, en la construcción de condiciones sociales aceptables, enfocada en la disponibilidad de servicios básicos y en el fortalecimiento de capacidades de los recursos humanos.

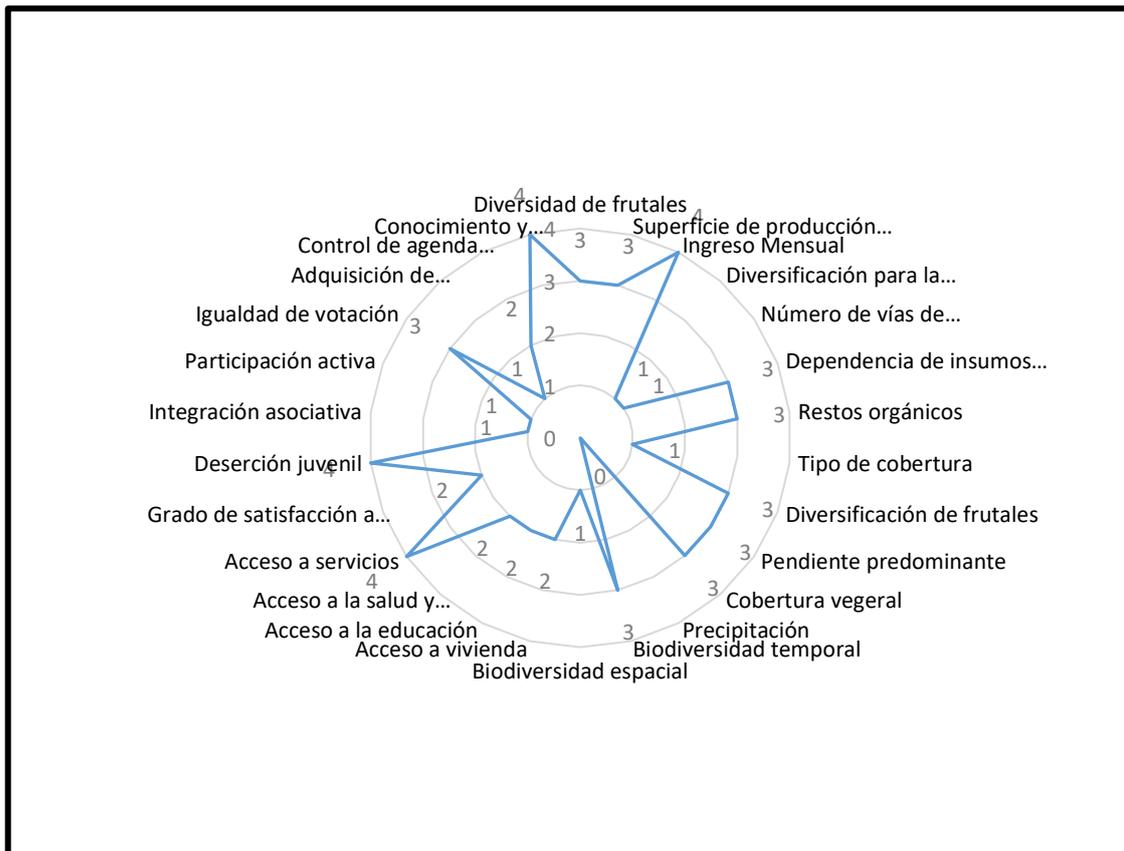
#### **4.3.4 Índice de la sustentabilidad general**

De las parcelas evaluadas, se presenta en la Tabla 18 el resultado del cálculo de la sustentabilidad de los frutales amazónicos, cuyo valor alcanzado es de 2,88, lo que indica que, los frutales amazónicos son sustentables, considerando los criterios de Sarandón *et al.* (2006), refieren que, las tres dimensiones de la sustentabilidad deben ser 2 o mayor de 2, lo que cumple los frutales amazónicos.

**Tabla 18: Resultados generales de la evaluación de la sustentabilidad**

IK	IE	ISC	IG
3,28	3,33	2,04	<b>2,88</b>

De acuerdo al análisis general de la sustentabilidad de las parcelas productoras de frutales amazónicos, se puede observar puntos críticos en la sustentabilidad sociocultural. En la Figura 3, se puede observar los puntos críticos, en los cuales se debe trabajar para disminuir estos, conllevando alcanzar una sustentabilidad débil. De esto, se coincide con lo manifestado por Arnés *et al.* (2013) que, consideran un desafío para la agricultura el abordar la alta variabilidad climática mediante diseños de sistemas productivos altamente eficientes en términos de la gestión del uso de agua y energía con bajos niveles de degradación y contaminación del medio ambiente. La metodología propuesta por Sarandón (2006), ha sido fácil comprender y adaptable, así como, de bajo costo, para evaluar la sustentabilidad en las parcelas productores de frutales amazónicos.



**Figura 3. Puntos críticos de la sustentabilidad de las parcelas productoras de frutales amazónicos a lo largo de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto**

### 4.3.5 Cálculo de la confiabilidad de la encuesta

Para determinar la confiabilidad de la escala propuesto en la encuesta utilizado en el estudio, se empleó la prueba del coeficiente alfa de Cronbach; el cual, es el índice que mide el tipo de consistencia interna de una escala, es decir, para evaluar la magnitud en que los ítems de un instrumento están correlacionados (Oviedo y Campos-Arias 2005). En la Tabla 19, 20 y 21, se presenta el cálculo de la confiabilidad de las encuestas aplicadas en el estudio, siendo los valores y criterios referenciales los siguientes:

Alfa de Cronbach	
valor	condición
>0.9	Excelente
>0.8	Bueno
>0.7	Aceptable
>0.6	Cuestionable
>0.5	Pobre
<0.5	Inaceptable

En la Tabla 19 se observa el cálculo del alfa de Cronbach para la sustentabilidad económica, alcanzó el valor de 0,61, es decir que el 61 por ciento de la magnitud de correlación entre las preguntas es débil, debido a la mayor cantidad de preguntas planteadas son dicotómicas y tienen poca relación entre ellas, haciendo que se acerque más a cero (0).

**Tabla 19: Cálculo coeficiente alfa de la sustentabilidad económica**

<b>K</b>	<b>78</b>
Sum var.	76,50686707
VT	195,4408521
SECCION 1	1,012987013
SECCION 2	0,608542092
ALFA C	0,616445236

Oviedo y Campos-Arias (2005), consideran que, cuando la correlación es débil o pobre, se interpreta los resultados que la escala no mide el constructor que desea medir. Para nuestro estudio las respuestas planteadas han influenciado en la correlación, lo que se debe considerar añadir más alternativas de respuestas.

En la Tabla 20 se observa el cálculo del alfa de Cronbach para la sustentabilidad ecológica, alcanzó el valor de 0,99, es decir que el 99 por ciento de la magnitud de correlación entre las preguntas es alta.

**Tabla 20: Cálculo coeficiente alfa de la sustentabilidad ecológica**

<b>K</b>	<b>35</b>
Sum Var.	23,152171
VT	702
SECCIÓN 1	1,0294118
SECCIÓN2	0,9670197
ALFA C	0,9954615

Oviedo y Campos-Arias (2005), manifiestan que, en una correlación alta es excelente la consistencia interna o interrelación entre las preguntas o incisos que hacen parte de la escala.

En la Tabla 21 se observa el cálculo del alfa de Cronbach para la sustentabilidad sociocultural, alcanzó el valor de 0,70, es decir que el 70 por ciento de la magnitud de correlación entre las preguntas existe relación media, debido a que, ciertas preguntas tienen respuestas dicotómicas.

**Tabla 21: Cálculo coeficiente alfa de la sustentabilidad sociocultural**

<b>K</b>	<b>14</b>
Var	30 439175
VT	87 099099
SECCIÓN 1	1,0769231
SECCIÓN 2	0,6505225
ALFA C	0,7005627

Oviedo y Campos-Arias (2005), indican que, con 70 por ciento de coeficiente, es aceptable la correlación de la magnitud de las preguntas planteadas tienen relación entre si. Asimismo, en términos generales, Nunnally (1967), refiere que, en las primeras fases de la investigación o estudios exploratorios el valor de coeficiente alfa de 60 ó 50 por ciento puede ser suficiente para iniciar una línea base. Huh *et al.* (2006), indican que el valor del coeficiente alfa en investigación exploratoria debe ser igual o mayor que 60 por ciento, mientras que Loewenthal (1996), sugiere que el valor del coeficiente alfa es 60 por ciento, pudiendo ser aceptable para escalas con menos de 10 ítems.

## V. CONCLUSIONES

- El índice de la diversidad en vegetación alcanzó el valor de 2,74; siendo kudzu (*Pueraria phaseoloides*), predominante en el área de estudio, mientras que, para artrópodos de suelo, alcanzó el índice de 1,91 presentando las termites (*Nasutitermes* sp.) una población relativamente bajo.
- Cuatro especies de las áreas productoras de frutales amazónicos fueron los que capturaron mayores valores de carbono en la biomasa; la guaba (*Inga edulis*), con flujos de 22,02 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) con flujo de 18,88 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, uvilla (*Pouroma cecropiifolia* Mart.) con 14,54 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y pan del árbol (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Foseberg) con 14,46 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.
- En asociaciones de varias especies frutales este pijuayo con uvilla (*Pouroma cecropiifolia* Mart.), secuestran 117,19 t C ha<sup>-1</sup> y totales de flujos de 33,42 t de CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, seguido de la asociación de cuatro (04) especies como pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.), uvilla (*Pouroma cecropiifolia* Mart.), caimito (*Pouteria caimito*) y aguaje (*Mauritia flexuosa* L.) que captaron en reserva total hasta 99,9 t de C ha<sup>-1</sup> y totales de flujos total de 28,78 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. En el suelo, la mayor reserva de carbono a la profundidad de 0-30 cm fue de 66,5 t ha<sup>-1</sup>, reduciendo la emisión de CO<sub>2</sub> en 243,84 t ha<sup>-1</sup>/año.
- En las evaluaciones de sustentabilidad se ha encontrado que dimensión económica alcanzó el valor de 3,28, la dimensión ecológica alcanzó el valor de 3,33; los cuales son sustentables y la dimensión sociocultural alcanzó el valor de 2,04; el cual, presentó una sustentabilidad débil.
- El Índice General de Sustentabilidad (IGS) fue de 2,88 el cual; indica que, estos frutales amazónicos fueron sustentables.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Continuar con las evaluaciones de biodiversidad y captura de carbono en los frutales amazónicos, con la generación de curvas alométricas para cada una de las especies que todavía no tienen esta información y así generar datos más consistentes.
- Fortalecer los indicadores de sustentabilidad sociocultural, con énfasis en los programas agrícolas de los productores de frutales.
- Es importante realizar valoraciones que incluyan todos los servicios ambientales que producen las parcelas productoras de frutales amazónicos con el fin de atribuir al propietario un monto atractivo para que maneje sosteniblemente el sistema.
- Realizar análisis de sensibilidad en estudios económicos de la sustentabilidad.
- De acuerdo a la experiencia en otros países asiáticos en la que sus economías se basan en dos productos perennes como el caucho y palma aceitera, se debe continuar el estudio del aguaje y pijuayo, por ser frutales con potenciales industriales, que permita imitar estas experiencias.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M; Vargas, J; Velázquez, A; Etchevers, J. 2002. Estimación de la biomasa en el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Agrociencia* 36: 725 – 736
- Alegre, J; Lao, P; Silva, C; Schrevens, E. 2017. Recovering degraded lands in the Peruvian amazon by cover crops and sustainable agroforestry systems. *Peruvian Journal of Agronomy*: 1(1):1-7 ISSN (Electronic version). DOI: <http://dx.doi.org/20.21704/pja.v1i1.1005>
- Alegre, J; Ricse, A; Arévalo, L; Barbaran, J; Palm, C. 2000. Reservas de carbono en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonía peruana. Consorcio para el desarrollo sostenible de Ucayali (CODESU). *Boletín informativo* 12:8-9
- Alegre, J; Arévalo, L; Ricse, A. 2001. Reserva de carbono según el uso de tierra en dos sitios de la Amazonía Peruana. Disponible en línea: <https://www.fao.org/3/y4435s/y4435s0a.htm#bm10>. Consultado: 01/11/2021, hora: 4.30 am.
- Altieri, M.A. 2001. *Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrario sustentables*. Ediciones Científicas Americanas. Páginas 27-33.
- Altieri, M; Nicholls, A. 2002. Un método agroecológico para la evaluación de cafetales. CATIE, Turrialba (Costa Rica). 64:17-24. (Disponible en línea) <http://hdl.handle.net/11554/6866>

- Apaza, W. 2019. Sustentabilidad de los fundos productores de palto y espárrago en la Irrigación Chavimochic. Tesis para obtener el grado de Ph D. Lima, Perú, UNALM. 111 p.
- Aquino, V; Camarena, F; Julca-Otiniano, A; Jiménez, J. 2018. Caracterización multivariada de fincas productoras de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) del Valle del Mantaro, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(2): 269-279. Doi: 10.17268/sci.agropecu.2018.02.12
- Araújo, F.F; De Paulo Farias, D; Neri-Numa, I.A; Dias-Audibert, F.L; Delafiori, J; De Souza, F.G; Pastore, G.M. 2021. Chemical characterization of Eufenia stipitate: A native fruit from the Amazon rich in nutrients and source o bioactive compounds. *Food Reserch International*, 139, 109904
- Araujo, Q.R; Araujo, P.K; Ney, J.R.M. 2008. Indicadores de Sustentabilidad para evaluar la calidad del suelo y la salud del cultivo. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletín Técnico N° 193. 24 p.
- Ares, A; Molina, E; Cox, F; Fost, R; Bomiche, J. 2002. Fertilización fosforada del Pejibaye para palmito (*Bactris gasipaes*) en vivero y en plantación. *Agronomía Costarricense* 26(2): 63-74
- Arnés, E; Antonil, J; Astier, M. 2003. Sustainability and climate variability in low-input peasant maize systems in the central Mexican highlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 181: 195-205. <https://doi.org/10.1016/j.agee.02.11.022>
- Arévalo, L; Alegre, J; Montoya, L. 2002. Metodología para Estimar o Estoque de Carbono en diferentes sistemas de uso da terra. EMBRAPA Florestas, Brasil 20 pp.
- Arévalo, L; Alegre, J; Palm, C. 2003. Manual de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú. Publicaciones de STC/CGIAR/Ministerio de Agricultura. Pucallpa, Perú. 24 p

- Barkemeyer, R; Halt, D; Preuss, L; Tsang, S. 2014. What happened to the “Development” in Sustainable Development? Business Guidelines Two Decades After Brundtland. Consulta. 03/02/2015. Página web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sd.521/pdf>
- Baker, T; Del Castillo, D; Honorio, E; Lawson, I; Martín, M; Montoya, M; Roucoux, K. 2019. The challenges for achieving conservation and sustainable development within the wetlands of the Pastaza-Marañón basin, Perú. In: Chirif A. (Ed.). Perú: Deforestation in times of climate change. P. 155-174.
- Bedoya, E; Julca, A. 2021. Sustentabilidad de las fincas de palto (*Persea americana* Mill.) en la región Moquegua, Perú. RIVAR, 8(22): 36-50. Doi: 10.35588/rivar.v8i22.4770
- Benavides, M. 2009. Amazonia Peruana. Disponible en línea [http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2016/12/Amazonia\\_Peruana.pdf](http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2016/12/Amazonia_Peruana.pdf) consultado: 26/10/2021, hora: 5:35am
- Conservación Internacional. 2021. Nuevo informe sobre los mercados de carbono: Lo que hay que saber. [ON LINE] disponible <https://www.conservation.org/peru/novedades/2021/02/08/nuevo-informe-sobre-los-mercados-de-carbono-lo-que-hay-que-saber-febrero-8>, 2021. Consultado: 27/10/2021, hora: 16:37
- Castro, V; Huaman, L; Borjas, R; Julca, A; Tejada, J. 2019. Comunidad de malezas asociadas al cultivo de “café” *Coffea arabica* (Rubiacea) en la selva central del Perú. Arnaldoa 26(3), 977-990. <https://dx.doi.org/1022497/arnaldoa.263.26308>
- Cerna, C; Lara, S; Ochoa, F; Hernández, B; Aguirre, U; Landeros, F; Flores, C. 2015. Comparación de cuatro especies entomófilas sobre parámetros agronómicos del fruto de tomate de invernadero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11, 2241-2246

- Chanta, D. 2010. Diversidad de macroinvertebrados en sistemas agroforestales del cultivo de *Plukenetia volubilis* L. Sacha Inchi en Tingo María. <http://repositorio.UNAS.edu.pe/handle/UNAS/422>. Consultado: 17/04/2020. Hora: 21:00.
- Chao, A; Jost, L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93, 2533-2547
- Clement, C.R. 1988. Domestication of the Pejibaye (*Bactris gasipaes*, Aracaceae): multi-use potential for the lowland humid tropics. *Economic Botany*, 41: 302-331 p.
- Coleman, D. C; Crossley, D.A; Hendrix, P. F. 2004. *Fundamentals of soil Ecology*. Second Edition. Elsevier Academic Press. San Diego. 386 pp.
- Conticello, L; Bustamante, A. 2001. Relevamiento vegetacional de especies asociadas a las actividades productivas del Alto Valle de Río Negro y Neuquén. *Rev. Fac. Agron. La Plata*. Buenos Aires, Vol. 104 (2001): 163-170.
- Dahl, R. 2008. *La igualdad política*. México. Fondo de Cultura Económica. 80 pp.
- Deenik, J; Ares, A; Yost, R.S. 2000. Fertilization response and nutrient diagnosis in peach palm (*Bactris gasipaes*): a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56: 195-207 p.
- De La Cruz, A; Aibar, P; Campos, L; Polo, R; Ríos, S; Valencia, G; Santiesteban, J. 2003. Evaluación de Hymenoptera y Coleoptera (insecta) en diferentes tipos de vegetación de la zona reservada Allpahuayo – Mishana, Loreto, Perú. *Folia Amazónica* 14 (1), p 133.
- Dexter, A. 2004. Calidad física del suelo. Parte I. Teoría, efectos del suelo textura, densidad y materia orgánica, y efectos sobre el crecimiento de las raíces. *Geoderma*, v.120, p. 201 – 214.

- Doran, J; Mielke, L. 1984. A rapid, low-cost method for determination of soil bulk density. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 717-719.
- Durán, D. 2010. La Sustentabilidad. Las dimensiones de la sustentabilidad. Fundación Educa Ambiente. (en línea) Consultado 4 de dic. 2020. Disponible en: [http://www.Ecoportal.net/Temas-Especiales/DesarrolloSustentable/las\\_dimensiones\\_de\\_la\\_sustentabilidad](http://www.Ecoportal.net/Temas-Especiales/DesarrolloSustentable/las_dimensiones_de_la_sustentabilidad)
- Dyer, R; Gillings, S; Pywell, R; Fox, R; Roy, D; Oliver, T. 2017. Developing a biodiversity-based indicator for large-scale environmental assessment: a case study of proposed shale gas extraction sites in Britain. J. Appl. Ecol. 54(3): 872-882.
- FAO - Agricultura Orgánica y Biodiversidad. 2016. En línea Fecha de consulta (13/10/2021). Disponible en <https://www.fao.org/3/y4137s/y4137s06.htm#bm06>
- Flores, P. 1997. Cultivo de frutales nativos amazónicos. Manual para el extensionista. TCA. Lima 307 P.
- Freitas, L; Otórola, A; Del Castillo, D; Linares, B; Martínez, P; Malca, G. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú Doc. Téc. N° 29, Noviembre. 2006 IIAP. Iquitos – Perú. 65p.
- Foley, J; Ramankutty, K; Brauman, E; Cassidy, J; Gerber, M; Jhonston, N; Mueller, C; O'Connell, D; Ray, P; West, C; Balzer, E; Bennet, S; Carpenter, J; Hill, C; Monfreda, S; Polasky, J; Rockström, J; Sheehan, S; Siebert, D; Zaks, D. 2014. Solutions for a cultivated planet. 2011. Nature. 478:337-342
- García, D; Honorio, E; Del Castillo, D. 2012. Determinación del stock de carbono en aguajales de la cuenca del río Aguaytía, Ucayali – Perú. Folia Amazónica, IIAP. Vol. 21 N° 1 – 2 2012. 153 – 160 p. Iquitos, Perú.

- Gilmore, M.P; Endress, B.A; Horn, C.M. 2013. The socio-cultural importance of *Mauritia flexuosa* palm swamps (aguajales) and implications for multi-use management in two maujuna communities of the Peruvian Amazon. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1), 1-23 p.
- Giraldo, A. 2002. Análisis de los patrones de variación espaciotemporal de las poblaciones de coleópteros en la Reserva Nacional de Lachay durante el periodo 1998 – 2001.
- Gómez, J; Arriaza, M. 2011. Evaluación y sustentabilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía. *Analistas Económicos de Andalucía*. 294 pp.
- González, A. 2005. Informe Anual. Proyecto frutales nativos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Ed. IIAP. 53pp.
- González, A. 2006. Proyecto “Diversificación de los sistemas de producción con frutales nativos en comunidades de la zona de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, entre las cuencas de los ríos Nanay e Itaya”. Convenio INCAGRO – IIAP. Ed. IIAP. 35.
- González, A. 2007. Frutales nativos amazónicos: patrimonio alimenticio de la humanidad. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 76 p.
- González, A; Torres, G. 2011. Contribución al conocimiento de Frutales Nativos Amazónicos. Primera Edición. Impresión Perú Cuadro EIRL. IIAP. 235pp. Iquitos, Perú.
- González, M. 2013. Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. *Cultivos Tropicales*, 34(3), 52-63. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v34n3/ctr08313.pdf>. Disponible en línea: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362013000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000300008) consultado: 26/10/2021, hora: 4:30am

- Graefe, S; Dafour, D; Van Zonneld, M; Rodriguez, F; González, A. 2013. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implicaritions for diversity, conservation, natural resource management and human nutrition. *Biodivers. Conserv.* 22: 269-300 p.
- Guzmán, W. 2004. Valoración económica de beneficios ambientales en el manejo sostenible de humedales: Estudio del caso del Manejo sostenible de sistemas de “Aguajal” en la comunidad de Parinari, Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS) INRENA – USAID. Lima, Perú- 269 – 302pp.
- Harrys, J; Goodwin, N. 2001. A survey of sustainability development: social and economic dimensions. Washington DC. Island Press.
- Hernández, D; Vargas, A. 2005. Aproximacion a la valoracion economica de la absorcion de CO<sub>2</sub> y producción de O<sub>2</sub> en la reserva forestal protectora de los rios blanco y negro. Titulo (Ingeniera Ambientales y Sanitarias). Universidad de la Salle. Facultad de Ingenieria Ambiental y Sanitaria. Bogota. 165 p.
- Holdrige, L; Grenke, W; Hatheway, W; Liang, T; Tosi, J.A. 1971. Forest Environments in Tropical Life Zones: A Pilot Study. Pergamon Press, Oxford.
- Hougnton, R; Hackler, J. 2001. Flujo de carbono de la atmósfera de la tierra: cambio 1850 a 1990. División de ciencias ambientales. Publicación N° 5054. <http://cdia.esd.ornl.gov/ndps/>
- Hunth, J; Delorme, D.E; Reid, L.N. 2006. Perceived third-person effects and consumer attitudes on preventting and banning DTC advesiting. En: *Jounal of Consumer Affairs*, 40 (1) pp. 90-116
- Iannacone, J; Alayo, M; Sánchez, J. 2000. Biodiversidad de la artropofauna del bosque Zárate, Lima, Perú. Empleando tres técnicas de censo. *Wiñay Yachay* 4(1):27-46.

- IIAP. 2002. Estudio de línea base de secuestro de carbono en la cuenca del río Nanay. Iquitos, Perú. 38pp.
- Jadán, A. 2012. Influencia del uso de la tierra con cultivos de cacao, chakras y bosque primario, sobre la diversidad, almacenamiento de carbono y productividad en la Reserva de la Biosfera Sumaco, Ecuador (Tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), Turrialba, Costa Rica. Disponible en línea: <https://core.ac.uk/display/333822259> consultado: 26/10/2021, hora: 5:10 am
- Jost, L. 2010. The relation between evenness and diversity. *Diversity* 2:207-232
- Karamelikli, H. 2016. ¿Por qué es tan importante el sector agrícola para la economía de país? Disponible en línea: <https://www.trt.net.tr/espanol/programas/2016/03/09/por-que-es-tan-importante-el-sector-agricola-para-la-economia-de-pais-447371>. Consultado: 30/10/2021
- Leveau, R. 2018. Sustentabilidad de fincas productoras de plama aceitera (*Elais guinensis*), en el valle del río Shanusi, Lorero. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Disponible: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3810?show=full> Consultado: 27/08/2021, hora: 15:30
- Lingmann-Zielinska, A; Jankowski, P. 2014. Spatially-explicit integrated uncertainty and sensitivity analysis of criteria weights in multicriteria land suitability evaluation. *Environ. Modell. Software*. 57(1):235-247- doi:10.1016/i.envsoft.2014.03.007.
- Loewenthal, K.M. 1996. Introducción a las pruebas y escala psicológicas. UCL Press Limited.
- Llacsá, J. 2015. Agricultura biodiversa en bajiales de la Amazonia peruana: estrategias tradicionales de conservación y aprovechamiento de suelos orgánicos. *Revista LEISA Agroecología*. Lima. Volumen 31, Número 1, pág. 31 – 35

- Macera, D. 2001. Hacia un consumo sostenible en Latinoamérica y el Caribe. PNUMA. México. 35 pp.
- Maraví, J; Buendía, O; Alvarado, L; Borges, R; Castro-Cepero, V; Julca, A. 2018. Caracterización de fincas bananeras (*Musa* spp.) En la microcuenca de Cuyani, distrito de Pchanaki de Chanchamayo (Junín, Perú). Peruvian Journal of Agronomy 2(2): 6-13 (2018). ISSN 2616-4477 (versión electrónica). DOI: <http://dx.doi.org/10.217041/pja.v2i2.1200>
- Mata-Anchundia, D; Rivero-Herrada, M; Segovia-Molntalvan, E. L. 2018. Sistemas agroforestales con cultivo de cacao fino de aroma: entorno socio-económico y productivo. Revista Cubana de Ciencias Forestales, 6(1): 103-115.
- Mitjans, B; Pacheco, J; Musaico, G. 2019. Autogestión comunitaria integral y sostenible de los frutales nativos de Munhiba, Mozambique. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín; Bogota Tomo 72, N° 2, (2019): 8829-8840. DOI:10.15446/rfnam. V72n2,78980. (On line: <https://search.proquest.com/openview/3ee0464d2b1f30e6f3028ac525b78e66/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2035754>. Acceso:02.11.2021)
- Moebius, N; Van Es, R; Schindelberk, O; Idowu, D; Clune J; Thies, J. 2007. Evaluation of laboratory-measured soil properties as indicators of soil physical quality. Soil Science. Vol. 172., N° 11. 0038-075X/07/17211-895-912.
- Montoya, G. 2001. Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas. ECTF. [https://www.researchgate.net/profile/Bernardus\\_Jong/publication/242232842\\_Desarrollo\\_forestal\\_sustentable\\_Captura\\_de\\_carbono\\_en\\_las\\_zonas\\_tzeltal\\_y\\_tojolabal\\_de\\_l\\_estado\\_de\\_Chiapas/links/00b4953baacee8965a000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bernardus_Jong/publication/242232842_Desarrollo_forestal_sustentable_Captura_de_carbono_en_las_zonas_tzeltal_y_tojolabal_de_l_estado_de_Chiapas/links/00b4953baacee8965a000000.pdf)
- Moreno, C. 2000. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Xalapa Veracruz, México. Universidad Veracruzana. 49 pp

- Mostacedo, B; Federicksen, T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Disponible en línea: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>. consultado: 01/11/2021, hora: 8:15 am.
- Mostareco, J; Mejía, F; Gastanadui, R; De la Cruz, J. 2017. Inventario taxonómico, fitogeográfico y etnobotánico de frutales nativos del norte del Perú. *Scientia Agropecuaria* (On line), vol.8, n.3, pp.215-224. ISSN 2077-9917. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.04> (On line: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttx-t&pid=S2077-9917000300004](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttx-t&pid=S2077-9917000300004). Acceso: 02.11.2021).
- Nunnally, J. 1973. Introducción a la medición psicológica. Buenos Aires: Paídos.
- Onaindia, OM. 2007. *Sostenibilidad ecológica. Fórum de sostenibilidad*. Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental. Bilbao, Universidad del País Vasco: 39-49.
- Olaso, A; Castillo, E. 2007. Consideraciones para el manejo de semilleros y viveros en pejibaye (*Bactris gasipaes*). IICA. 51 pp.
- Orrego, S; Del Valle, J. 2001. Existencia y tasas de incremento neto de la biomasa y del carbono en bosques primarios y secundarios de Colombia. Simposio internacional: Medición y monitoreo de captura de carbono en ecosistemas forestales. 18 al 20 de octubre de 2001. Valdivia – Chile.
- Oviedo, H; Campos-Arias, A. 2005. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580. Retrieved October 24, 2021, from [http://www.scielo.org..co/scielo.php?script=sci\\_artlext&pid=S0034-7450205000400009&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org..co/scielo.php?script=sci_artlext&pid=S0034-7450205000400009&lng=en&tlng=es)

- Paz, F.S; Pinto, C.E; Brito, R.M.D; Imperatriz-Fonseca, V.L; Giannini, T.C. 2021. Edible Fruit Plant Species in the Amazon Forest Rely Mostly on Bee and Beetles as Pollinators. *Journal of Economic Entomology*.
- Picón, C. J; Villacrés, J; Vásquez, J; Vargas, W; Ríos, R. 2010. Sistemas agroforestales promisorios para selva baja. Convenio INCAGRO. Ed. INIA. 61pp.
- Pinedo-Taco, R; Borjas-Ventura, R; Alvarado-Huaman, L; Castro-Cepero, V; Julca-Otiniano, A. M. 2021. Sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola: una revisión sistemática de las metodologías empleadas para su evaluación. *Tropical and Subtropical Agroecosystem* 24(2021): # 01. ISSN: 187-0462
- Quiroga, R. 2001. Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: Estado del arte y perspectivas. Series manuales CEPAL, Naciones Unidas. (Manual producido por el proyecto: Evaluación de la sustentabilidad en América Latina y en el Caribe, PESALC) 13 pp.
- Ramirez-Barajas, P; Santo-Chable, B; Casanova-Lugo, F; Lara-Pérez, L; Tucuch-Haas, J; Escobedo-Cabrera, A; Villanueva-López, G; Díaz-Echevarria, V. 2019. Diversidad de macro-invertebrados en sistemas silvopastoriles del sur de Quintana Roo, México. *Rev. Biología Tropical*. Disponible en línea: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v67n6/0034-7744-rbt-67-06-1383.pdf> Consultado: 02/11/2021, hora 13:25.
- Romero, E; Canto, M; Jiménez, J; Blas, R; Vargas, S; Julca, A. 2018. Sostenibilidad social de un sistema productivo familiar con granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) en la Provincia de Oxapampa, Pasco – Perú. *Rev. Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, abril – junio 2020. Volumen 17, número 2.
- Rojas, R; Alvarado-Huamán, L; Borjas-Ventura, R; Carbonell, E; Castro-Cepero, V; Julca-Otiniano, A. 2021. Sustentabilidad en fincas productoras de café (*Coffea arabica* L.) convencional y orgánica en el Valle de Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *Revista RIVAR* 8(23):13. DOI <https://doi.org/10-35588/rivar.r8i23-4916>. ISSN 0719-4994

- Rueda, C. 2014. Estimación de la reserva de carbono en la biomasa aérea de una plantación de *Inga edulis* en campo verde, Ucayali. Trabajo de titulación para optar el título de Ingeniero Forestal. UNALM. Lima, Perú. 107p.
- Ruíz, W; Julca, A; Chipana, O. 2018. Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de naranja (*Citrus sinensis*) variedad Valencia en la provincia de Chanchamayo, Junín, Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 7(1):99-121. Doi:10.5377/payds.v7i0.8430
- Sabatini, R; Sione, S; Ledesma, S; Fortini, C. 2007. Análisis de la diversidad florística y de los tipos productivos del pastizal natural en un monte nativo bajo pastoreo rotativo (Entre Ríos, Argentina). *Revista Científica Agropecuaria* 12(1): 5-13(2008) © 2008 Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER.
- Salgado, R. 2015. Agricultura sustentable y sus posibilidades en relación con consumidores urbanos. *Estud. Soc [online]*. Vol.23, n.45, pp. 113-140. ISSN 0188-4557.
- Sarandón, S; Zuluaga, M; Cieza, R; Gómez, C; Janjetic, L; Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas en fincas de Misionaes, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, 19-28.
- Saynes, V; Etchevers, J; Paz, F; Arévalo, L. 2016. Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Lationamericana*. 34(1):83-96. (Disponible en línea) [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_text&pid=SO187-57792016000100083&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_text&pid=SO187-57792016000100083&lng=es&tlng=es)
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Comisión Holandesa para Evaluación Ambiental. 2006. Cuaderno Técnico CDB No. 26 la diversidad biológica en las evaluaciones de impacto. Documento de antecedentes de la Decisión VII/28 del Convenio sobre la Diversidad Biológica: Directrices voluntarias sobre evaluaciones de impacto, incluida la diversidad biológica, Montreal, Canadá, páginas 90.

- Sepúlveda, S. 2008. Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios. San José, Costa Rica, IICA. 132 p.
- Sierra, C.A; Del Valle, J.I; Orrega, S.A; Moreno, F.H; Hermon, M.E; Zapata, M; Colorado, G; Herrera, M.A; Lara, W; Restrepo, D.E; Berrouet, L.M; Loaiza, L.M; Benjumea, J.F. 2007. Total carbon stocks in a tropical forest landscape of the Porce region, Colombia for *Ecol. Manage.* 243:209-309.
- Shannon, C.E; Weaver. W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.
- Soto, C. 2015. Compendio de Experiencias en la Mitigación de gas de efecto invernadero (GEI) para la agricultura y ganadería por IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) Proyecto EROCLIMA-IICA.
- Sousa, N.R; Rodriguez, D.R; Clement, C.R; Nagao, E.O; Astolfi-Filho, S. 2001. Discriminação de raças primitiva de pupunha (*Bactris gasipaes*) na Amazônia Brasileira por meio de marcadores moleculares (RAPDS). *Acta Amazonica* 31: 539-545 p.
- SYNGENTA. 2021. Agricultura responsable y sostenible. Disponible en línea: <https://www.syngenta.es/agricultura-responsable/agricultura-sostenible>. Consultado: 28/10/2021, hora: 6:20 am.
- Tuesta, O; Santiestevan, M; Borjas, R; Castro, V; Julca, A. 2017. Sustentabilidad de fincas cacaoteras en el distrito de Huicungo (San Martín – Perú) Con el “Método Agroecológico Rápido”. *Peruvian Journal of Agronomy* 1(1): 8-13 (2017). ISSN: 2616 – 4477 (versión electrónica). DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/pja.v1.i1.1062>
- Valarezo, C; Julca-Otiniano, A; Rodríguez, A. 2020. Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de limón en Portoviejo, Ecuador. *RIVAR*, 7(20): 108-120. Doi:10.35588/rivar.v7i20.4482

- Vargas-Tierras, Y.B; Prado-Beltrán, J. K; Nicolalde-Cruz, J. R; Casanoves, F; Virginio-Filho, E; Viera-Arroyo, W. F. 2018. Caracterización y rol de los frutales amazónicos en fincas familiares en las provincias de Sucumbíos y Orellana (Ecuador). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, Mosquera (Colombia), 19(3):485-499 septiembre - diciembre / 2018 ISSN 0122-8706 ISSNe 2500-5308. Disponible en línea [http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v19n3/es\\_0122-8706-ccta-19-03-501.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v19n3/es_0122-8706-ccta-19-03-501.pdf) consultado: 26/10/2021, hora: 4:20am
- Vásquez, H; Maicelo, J; Collazos, R; Oliva, M. 2016. Selección, identificación y distribución de malezas (adventicias) en praderas naturales de las principales microcuencas ganaderas de la región Amazonas. *Rev. Biodiversidad y Medio Ambiente*. Disponible en línea: <file:///C:/Users/HP/Downloads/66-609-1-PB.pdf> Consultado: 01/11/2021, hora: 16:25. DOI: 10.25127/indes.201401.008
- Velazco, E; Alegre, J; Lozano, R; Antinori, J; Vargas, J; Castro, C; Mendoza, M. 2020. Variación estacional del abastecimiento de frutales nativos de colecta en dos épocas climáticas en el mercado de Pucallpa. *Rev. Tayaja* 3(2), 2020; ISSN 2617 – 9156; 168 – 180
- Vicuña, E; Baker, T; Banda, K; Honorio, E; Monteagudo, A; Phillips, O; Del Castillo, D; Farfan, W; Flores, G; Huaman, D; Tante, K; Hidalgo, G; Lojas, E; Melo, J; Pickavance, G; Ríos, M; Rojas, M; Salinas, N; Vásquez, R. 2019. El sumidero de carbono en los bosques primarios amazónicos es una oportunidad para lograr la sostenibilidad de su conservación. *Folia Amazónica*, 27(1):101-109. DOI: <https://doi.org/10.24821/fa.v27i1.456>
- Walkley, A. 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils-effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Sci.* 63, 251–264.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Determinación de la diversidad de vegetación

<b>Familia</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Urticaceae	Ishanga	<i>Laportea aestuans</i>
Fabaceae	Kudzu	<i>Pueraria phaseoloides</i>
Fabaceae	Desmodium	<i>Desmodium ovalifolium</i>
Fabaceae	Mata pasto	<i>Elephantopus sp.</i>
Araceae	Patiquina	<i>Dieffenbadia obliqua</i>
Graminea	Torourco	<i>Paspalum conjugatum</i>
		<i>Axonopus compressus</i>
		<i>Hamolepsis aturensis</i>
Fabaceae	Centrocema	<i>Centrocema pubescens</i>
Poaceae	Cortadera	<i>Cortaderia sp.</i>

## Anexo 2: Determinación de diversidad de artrópodos de suelos

Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Total
Lumbricidae	Lombriz de tierra	<i>Lumbricus terrestris</i> , Linnaeus 1758	93
Lycosidae	Araña lobo	<i>Lycosa erythrognatha</i> Lucas, 1836	41
Thomisidae	Araña cangrejo	<i>Thomis sp.</i> Sundevall 1883	27
Curculionidae	suri del aguaje	<i>Rhynchonphorus sp.</i> Linnaeus 1758	>430
Termitidae	comegen	<i>Nasutitermes sp.</i>	>1200
Grillidae	grillo	<i>Gryllus sp.</i>	8
Mantidae	matís	<i>Mantis sp.</i>	8
Reduviidae	chinches	<i>Rasahus sp., Reduvius sp., Zelus sp.</i>	12
Coreidae	coreidos	<i>Zoreva sp.</i>	15
Aphidae	pulgón negro	<i>Aphis craccivora</i>	>25
Chrysomelidae	chrisomelido	<i>Cerotoma sp. Colaspis sp., Diabrotica sp.</i>	98
Papilionidae	mariposas	<i>Morpho menelaus, M. rhetenor</i>	8
Tephritida	mosca de la fruta	<i>Anastrepha spp.</i>	13
Formicidae	hormigas	<i>Ecyton sp., Ectotomma sp. Atta sp.</i>	>530
Vespidae	avispas	<i>Polistes sp., Vespa sp.</i>	32

**Anexo 3: Sustentabilidad Económica por parcelas productoras de frutales amazónicos**

	SUSTENTABILIDAD ECONÓMICO							Cálculo sustentabilidad	Interpretación
	Código	Seguridad alimentaria (A)		Ingreso neto mensual por productor (B)	Riesgo económico (C)				
		Diversidad de frutales	Superficie de producción autoconsumo	Ingreso Mensual	Diversificación para la venta	Número de vías de comercialización para la venta	Dependencia de insumos externos		
		A1	A2	B	C1	C2	C3		
1	INBP1	3	3	4	4	2	3	3,63	si
2	INBP2	2	4	3	2	2	3	2,75	si
3	INBP3	3	4	3	2	2	3	3,00	si
4	INBP4	2	1	1	2	2	3	1,88	no
5	INF1	3	4	4	3	2	4	3,63	si
6	INF2	4	3	4	4	2	3	3,88	si
7	INF3	1	3	1	1	2	2	1,50	no
8	INF4	4	2	4	3	2	3	3,50	si
9	INF5	2	1	3	3	2	3	2,63	si
10	INAC1	3	3	3	3	2	2	3,00	si
11	INAC2	4	4	3	2	3	3	3,31	si
12	INP1	1	1	1	1	2	3	1,38	no
13	INP2	3	3	3	2	2	2	2,75	si
14	INN1	4	4	3	1	2	3	3,00	si
15	INEP1	3	4	3	3	2	3	3,25	si
16	INEP2	3	1	4	2	2	4	3,00	si

<<Continuación>>

17	INPE3	4	3	4	4	2	4	4,00	si
18	INPE4	3	2	4	2	2	2	2,88	si
19	INSL1	3	3	4	2	2	4	3,25	si
20	INET1	1	4	1	1	2	4	1,88	no
21	INH1	3	1	4	2	2	3	2,88	si
22	INH2	4	4	3	3	3	4	3,69	si
23	INC1	3	2	3	2	3	4	2,94	si
24	INC2	4	2	4	4	2	4	3,88	si
25	INC3	3	4	3	2	2	3	3,00	si
26	INC4	3	4	3	3	3	4	3,44	si
27	INC5	3	4	3	3	2	3	3,25	si
28	INC6	3	2	4	2	2	4	3,13	si
29	INC7	2	1	3	2	3	3	2,44	si
30	INC8	3	1	0	2	2	3	1,88	no
31	INC9	3	2	4	4	2	4	3,63	si
32	INNSM1	3	3	2	3	2	3	2,88	si
33	INFR1	3	2	4	3	2	3	3,25	si
34	INFN1	4	4	4	4	2	4	4,13	si
35	INF1	2	4	4	2	2	3	3,00	si
36	INFJC1	3	4	4	2	2	4	3,38	si
37	INFC1	3	3	3	2	2	4	3,00	si

**Anexo 4: Datos para prueba no paramétrica de Kruskal Wallis**

Nombre y Apellidos	Dirección	Georeferencia	Frutales	Área (ha)	N° plantas/ha	Producción (TM)	Costo Producción (S/)	Precio en parcela (S/ ) TM	Precio en mercado (S/ ) TM
Asario Aquino Narro	Buen Pastor km 21	3°55'24''S 73°22'19''O	Aguaje	1	277	16	2 600	1200	1800
			Guaba		277	26	2 758	700	900
			Zapote		170	15	1 458	4 000	4 800
Aguaje			1	277	14	2 890	1200	1800	
Caimito				277	40	1780	600	800	
Guaba				277	25	2500	700	900	
Esther Dolly Nogueira		1	Aguaje	277	19	2 860	1200	1850	
Nancy Guerra Dolly			Aguaje	277	16	2 598	1200	1850	
Luis Vigil Alvarado			Caimito	277	37	1700	650	800	
Reyba Isabel Rodriguez Yaicate		13 de febrero km 32	4°04'05.51''S 73°26'31.38''O	Guaba	1	277	28	2 398	720
	Caimito			277		33	1800	700	800
	Uvilla			204		60	3500	1800	2300
Rocio Shuña Mori	1			Guaba	277	24	2 290	720	950
				Caimito	277	32	1780	750	800
				Uvilla	204	60	3460	1800	2300
Jorge Abad San Martín	2		Guaba	277	25	2 365	2000	950	
Fermin Bardales Tangoa			3	Aguaje	277	15	3 200	1320	1850
				Guaba	277	20	3 250	750	800
	Caimito			277	30	1890	800	900	
Francisco Ramirez Capahua	1		Uvilla	204	58	3600	1750	2500	
			Guaba	277	24	3 500	750	1000	
		Pomarr osa	51	24	900	300	600		

<<Continuación>>

Modesto Solsol Saldaña	Angel Cárdenas km 35.5	4°05'20.20''S 73°27'01.63''O	Guaba	2	277	20	3 500	800	1000
Teófilo Solsol Saldaña			Guaba		277	22	3 500	800	1000
			Caimito	2	277	30	2200	850	800
Fernando Coronel García	Paujil zona I km 35.5		Guaba	1	277	24	3 500	850	1000
Remigio Pinchi López			Guaba	1	277	26	3 600	800	1000
			Caimito		277	32	2000	850	800
Kervin Ríos Gonzales	Nuevo Horizonte km 39	4°05'30.41''S 73°27'06.66''O	Umari	1	156	40	3000	1000	1500
Miguel Rengifo Villacorta	Ex Petrolero zona I km 41	4°05'30.51''S 73°27'08.24''O	Aguaje	1	277	15	3 470	1350	1900
Erasmus Bardales Sánchez			Aguaje	1	277	13	3 210	1350	1900
Arnaldo Ayambo Gonzales			Guaba	2	277	25	2 986	800	1000
Ruben Ramirez Chuquipiondo			Pijuayo	1	100	30	3 500	800	1000
Cristian Monroy Arcay	San Lucas km42	4°05'30.85''S 73°27'07.56''O	Pijuayo	1	100	30	3 500	800	1000
Visctor Grandez Saldaña	El Triunfo km 43.5	4°06'14.54''S 73°27'21.76''O	Aguaje	1	277	19	2 867	1400	1950
Sergio Villanueva Roque	Huambe km50	4°08'00.51''S 73°28'05.75''O	Guaba	2	277	24	3 450	800	1200
			Caimito		277	30	2200	750	800
Amelia Tangoa Paima			Aguaje	1	277	14	2 754	1400	1950
	Pan del Árbol	100	22		1700	600	1000		
Aurora Chiricahua Insapillo	Cahuide km 59.9	4°10'10.57''S 73°28'26.45''O	Caimito	6	277	35	2000	750	800
			Aguaje	1	277	15	2 643	1250	1950

<<Continuación>>

Zoila Villacorta Dávila	Cahuide km 60.220	Caimito		277	32	2100	750	800
		Pijuayo		100	26	3 500	850	1000
		Uvilla		204	60	4000	1800	2000
Jorge Sambrano Reátegui	Fundo "San Jorge" Cahuide km 61.200	Umarí	6	156	40	3000	1000	1500
		Uvilla		156	60	3000	1800	2000
Eladio Fatama Sánchez	Cahide Km 61.740	Aguaje		277	19	2 784	1250	1850
		Caimito	1	277	38	1800	2000	800
		Umarí		156	40	3000	1000	1500
Aida Acuy Tananta	Fundo "Gabilan" Cahuide km 62.940	Uvilla	1	204	60	5000	1600	2000
César Lozano Escudero	Cahuide km 63.120	Uvilla	1	204	60	5000	1600	2000
Robinson Vargas Rojas	Fundo "Robin" Cahuide km 64.780	Umarí	6	156	40	3000	1000	1500
		Uvilla		204	50	5000	1500	2000
Teresa Arévalo García	PARCELA 11 Cahuide km 65	Caimito		277	36	1780		800
		Uvilla	3	204	50		1500	2000
		Zapote		170	20	1 985	4 000	5 200
		Aguaje		277	15	2 458	1200	1800
Edwin Fernández Arévalo	Cahuide km 65.100	Caimito		277	39	1700	600	800
		Umarí	2	156	40	3000	1200	1700
		Uvilla		204	55	4500	1500	2000
		Zapote		170	17	1 798	3 658	4 350
Alcedo Fernández García	Nuevo San Martín km 65.300	Uvilla		204	58	5000	1880	2000
		Pijuayo	1	100	25	4 000	800	1000

<<Continuación>>

Lorenzo Arimuya Morey	Nauta Fundo "Rogelita" km 70.740	4°14'09.85''S 73°21'17.13''O	Aguaje	2	277	18	2 368	1200	1800
			Pijuayo		100	28	3 700	800	1000
			Ungura hüi		100	34	3 800	6 000	8 000
Javier Abanto y Julisa Mia	Fundo "Nazare" km 70		Uvilla	1	204	60	4300	1500	2000
José Antonio Macahuachi Huancho	1° de Febrero km 70.308		Aguaje	2	277	19	2 280	1200	1800
			Ungura hüi		100	34	3 800	6 000	8 000
Flor de María Panduro Panaifo	Fundo "Juan Carlos" km 70.380		Caimito	1	277	34	1800	600	800
Kelly Freitas Mozombite	Nuevo San Juan Fundo "Chelita" km 75		Umarí	2	156	40	3000	1200	1700
			Uvilla		204	65	3500	1500	2000

**Anexo 5: Sustentabilidad Ecológica por parcelas productoras de frutales amazónicos**

SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA									
Conservación de la vida del suelo (A)			Riesgo de erosión (B)			Manejo de la biodiversidad (C)		Cálculo sustentabilidad	Interpretación
Restos orgánicos	Tipo de cobertura	Diversificación de frutales	Pendiente predominante	Cobertura vegetal	Precipitación	Biodiversidad temporal	Biodiversidad espacial		
A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2		
2	1	4	4	4	0	4	3	3,25	si
2	2	2	4	3	0	3	2	2,67	si
2	2	3	3	2	0	3	3	2,58	si
2	2	2	4	3	0	2	3	2,67	si
2	2	4	4	4	0	4	2	3,17	si
2	1	4	3	4	0	2	3	2,75	si
2	1	2	4	4	0	4	1	2,75	si
2	1	4	4	4	0	3	3	3,08	si
2	1	2	2	2	0	3	2	2,08	si
3	2	2	4	4	0	4	1	3,00	si
3	2	4	4	3	0	2	1	2,67	si
3	2	4	3	4	0	1	1	2,50	si
3	2	2	4	2	0	2	2	2,50	si
0	0	3	4	0	0	4	3	2,08	si
3	1	2	4	4	0	4	3	3,25	si
2	2	3	3	2	0	4	2	2,58	si
3	2	2	4	3	0	2	3	2,83	si
3	1	2	4	4	0	4	3	3,25	si
3	2	4	3	3	0	3	3	3,00	si
2	1	4	4	4	0	4	2	3,08	si
2	2	2	3	2	0	2	2	2,17	si

<<Continuación>>

1	1	2	4	2	0	3	3	2,42	si
3	2	2	3	4	0	2	2	2,67	si
2	2	3	3	2	0	4	3	2,75	si
3	2	4	4	3	0	4	3	3,33	si
1	2	2	4	4	0	4	3	3,00	si
1	2	2	3	2	0	4	2	2,33	si
2	2	4	2	4	0	3	3	2,83	si
1	2	4	4	4	0	4	2	3,00	si
0	2	4	4	4	0	3	4	3,00	si
3	3	2	4	2	0	4	2	2,92	si
0	0	4	3	0	0	2	4	1,83	no
3	2	4	3	4	0	3	4	3,33	si
3	0	4	4	0	0	3	4	2,67	si
3	4	4	2	3	0	4	4	3,33	si
3	4	4	3	0	0	4	3	2,83	si
3	3	2	4	2	0	3	4	3,08	si

**Anexo 6: Sustentabilidad Sociocultural por parcelas de frutales amazónicos**

<b>SUSTENTABILIDAD SOCIOCULTURAL</b>													
<b>Satisfacción de las necesidades básicas (A)</b>				<b>Aceptabilidad del sistema de producción (B)</b>		<b>Integración social a sistemas organizativas (C)</b>					<b>Conocimiento y</b>	<b>Cálculo sustentabilidad</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Acceso a vivienda</b>	<b>Acceso a la educación</b>	<b>Acceso a la salud y cobertura sanitaria</b>	<b>Acceso a servicios</b>	<b>Grado de satisfacción a las necesidades</b>	<b>Deserción juvenil</b>	<b>Integración asociativa</b>	<b>Participación activa</b>	<b>Igualdad de votación</b>	<b>Adquisición de conocimiento</b>	<b>Control de agenda comunitaria</b>			
A1	A2	A3	A4	B1	B2	C1	C2	C3	C4	C5	D		
2	2	1	4	1	0	1	0	3	1	1	2	1,46	no
2	2	0	0	2	2	1	0	3	0	2	3	1,87	no
2	2	1	4	2	4	0	0	3	1	1	2	2,36	si
2	2	1	4	2	4	0	1	1	0	1	2	2,16	si
2	2	1	0	0	4	1	2	3	1	1	3	2,13	si
2	2	0	4	0	4	0	2	1	0	2	4	2,10	si
2	2	1	4	2	4	2	3	3	0	0	1	2,56	si
1	2	1	4	2	4	2	1	1	0	2	3	2,53	si
1	2	2	2	0	3	2	0	3	1	2	4	2,17	si
2	2	1	0	2	4	1	1	1	1	1	4	2,33	si
2	2	1	4	2	4	1	1	3	0	1	1	2,36	si
2	2	0	4	0	4	1	0	3	0	2	3	2,10	si
2	2	0	4	2	4	0	0	3	1	2	4	2,60	si
2	2	2	2	2	3	1	0	1	1	1	1	1,90	no
2	2	0	0	0	3	1	1	3	0	0	4	1,67	no
2	2	1	4	0	3	0	1	3	1	1	2	1,86	no
2	2	1	4	0	4	1	1	3	0	1	3	2,16	si

<<Continuación>>

2	2	1	3	2	4	2	1	1	0	3	3	2,60	si
2	2	1	3	0	4	2	1	3	1	3	2	2,40	si
1	2	1	4	2	4	2	1	3	1	1	2	2,63	si
1	2	1	4	2	4	3	0	3	1	2	3	2,83	si
1	2	1	4	2	2	1	0	3	1	2	3	2,23	si
2	2	1	0	2	2	1	1	1	1	1	4	1,93	no
2	2	0	0	0	4	0	1	3	1	0	3	1,77	no
2	2	1	0	2	4	1	1	3	1	1	2	2,33	si
2	2	1	0	2	4	1	1	1	1	2	3	2,33	si
1	2	1	0	2	4	3	0	3	1	0	3	2,40	si
2	2	1	4	2	4	3	1	3	1	2	3	2,96	si
2	2	1	0	2	4	3	1	1	1	2	4	2,63	si
2	2	1	2	2	4	2	1	1	1	3	4	2,74	si
1	2	0	0	0	4	2	2	1	1	2	4	2,14	si
2	2	1	0	1	4	1	0	1	1	0	2	1,73	no
2	2	1	0	1	3	3	2	1	1	2	0	1,93	no
1	2	1	0	0	0	3	2	1	0	2	4	1,40	no
2	2	1	0	0	0	3	0	1	0	0	4	1,03	no
2	2	0	0	0	3	2	2	1	0	3	0	1,57	no
2	2	1	0	0	3	2	0	1	1	1	2	1,53	no

## Anexo 7: Galeria de fotos

### APLICACIÓN DE ENCUESTA



Foto. 1. Aplicación de Encuesta a los agricultores

### TOMA DE DATOS EN CAMPO



Foto 2. Georeferencia de la parcela



Foto 3. Parcela con frutales amazónicos



Foto 4. Parcela con frutales amazónicos

Foto 5. Medición DAP



Foto 6. Toma de datos de los frutales amazónicos

## TOMA DE DATOS EN LABORATORIO

### EVALUACIÓN DE ARTROPODOS



Foto 7. Conteo e identificación de artrópodos



Foto 8. Suelo proveniente de campo

Foto 9. Secado de suelo



Foto 10. Secado de suelo en estufa

Foto 11. Secado de biomasa